



Foto Bertil Israelsson

# Förstudie regional vattenförsörjning från Vättern, steg 2 och 3

Sluthandling 2011-10-11

## **Förstudie regional vattenförsörjning från Vättern, steg 2 och 3**

**2011-10-11**

Beställare: Länsstyrelsen i Örebro län  
Miljöskydds enheten  
701 86 Örebro som samordnare för kommunerna  
Askersund, Hallsberg, Kumla, Laxå, Lekeberg,  
Lindesberg, Nora och Örebro

Beställarens representant: Peder Eriksson

Konsult: Norconsult AB  
Box 8774  
402 76 Göteborg

Projektledare Bertil Israelsson  
Bitr. projektledare Mats Pehrson  
Process Jan-Åke Ledel, Linda Sjöbohm  
Hydrogeologi Hans Bruch  
Vattenkemi Kajsa Engblom  
Miljösamordning Anna Svensson  
Cad, GIS Peter Wallander, Daniel Mattson  
Berggeologi Thomas Wallroth och Eric Austin Hegardt, Bergab-  
Berggeologiska undersökningar  
Uppdragsnr: 102 01 36

Filnamn och sökväg: n:\102\01\1020136\0-mapp\beskrivningar utredningar  
pm\utredningar - pm\sluthandling 2011-10-  
11\sluthandling 2011-10-11.doc

Kvalitetsgranskad av: Robert Jansson

Tryck: Norconsult AB

Länsstyrelsen i Örebro län © Bakgrundskartor Lantmäteriet, dnr 106-2004/188  
© Sveriges geologiska undersökning

# Innehållsförteckning

## Pärm 1 – Gemensamma anläggningar

<b>1.</b>	<b>Orientering.....</b>	<b>7</b>
<b>2.</b>	<b>Intressenter .....</b>	<b>8</b>
<b>3.</b>	<b>Underlag .....</b>	<b>8</b>
<b>4.</b>	<b>Avdelning 1 – Gemensamma anläggningar .....</b>	<b>9</b>
4.1	Grundläggande uppgifter .....	9
4.1.1	Sjön Vättern.....	9
4.1.2	Nuvarande vattenförbrukning.....	13
4.1.3	Prognos över vattenbehov .....	14
4.1.4	Tillstånd till vattenverksamhet/vattendomar .....	15
4.1.5	Vattentillgång/vattenbehov.....	17
4.1.6	Nationella och regionala intressen .....	17
4.1.7	Kommunala planer .....	27
4.2	Projektets miljömål .....	29
4.3	Råvattnet och intaget .....	33
4.3.1	Råvattenkvalitet.....	33
4.3.2	Intaget .....	46
4.3.3	Skyddsaspekter.....	49
4.3.4	Tillåtlighet .....	54
4.4	Processanläggningar .....	59
4.4.1	Befintliga vattenverk med uttag från Vättern.....	59
4.4.2	Gällande föreskrifter.....	60
4.4.3	Säkerhetsbarriärer .....	60
4.4.4	Beredningsmetoder.....	62
4.4.5	Formulering av alternativ och förslag till vattenbehandlingsprocessen .....	72
4.4.6	Aktuella åsformationer .....	79
4.4.7	Möjlighet till konstgjort grundvatten.....	104
4.4.8	Riskvärdering MRA-Mikrobiell riskanalys.....	111
4.5	Distributionsanläggningar.....	131
4.5.1	Systemplaner .....	131
4.5.2	Förslag till ledningskorridorer för alternativa lösningar .....	132
4.5.3	Översiktlig dimensionering.....	133
4.5.4	Översiktliga trycknivåer för alternativa lösningar .....	134
4.6	Kostnader .....	139
4.6.1	Energikostnader .....	142
4.6.2	Kemikaliekostnader.....	143
4.6.3	Kostnadsanalys enligt nuvärdesmetoden .....	143
4.6.4	Känslighetsanalys med avseende på energikostnadsutvecklingen.....	147
4.6.5	Kostnadsfördelningsanalys .....	155
4.7	Drift- och ägandeform .....	177
4.8	Genomförandetid .....	183
4.9	Exempel på ledningsstråk.....	185
4.9.1	Fördjupad stråkkartering .....	185
4.9.2	Ledningsstråk i plan .....	185
4.9.3	Ledningsprofiler.....	186

4.9.4	Intag/vattenverk vid Harge.....	188
4.9.5	Tunnelmynning/vattenverk vid Hallsberg.....	188
4.9.6	Kostnadsavstämning .....	188
4.10	Tunnel - Fördjupad inventering och bedömning.....	189
4.10.1	Orientering .....	189
4.10.2	Förutsättningar.....	189
4.10.3	Underlag .....	191
4.10.4	Motstående intressen .....	193
4.10.5	Topografiska förhållanden .....	199
4.10.6	Geologiska förhållanden.....	200
4.10.7	Bergtekniska/hydrogeologiska förutsättningar för tunnel .....	208
4.10.8	Rekommendationer .....	211
4.10.9	Referenser .....	215
4.11	Redundans/reservsystem.....	217
4.11.1	Allmänt.....	217
4.11.2	Aktuella systemkomponenter .....	217
4.11.3	Systemen ur säkerhetssynpunkt .....	220
4.11.4	Reservvattenförsörjning.....	222
4.11.5	Störningsanalys .....	226
4.11.6	Tillämpningar .....	229
4.12	Kunskapsluckor .....	241
4.13	Riksintresse .....	243

## Pärm 2 - Bilagor: Avdelning 1 – Gemensamma anläggningar

### Bilagor tillhörande avsnitt 4.1 – 4.8

Bilaga 1	Värdefulla områden och naturresurser Karta 1A-1C
Bilaga 2	Provtagningspunkter Vättern
Bilaga 3	Principutförning intag
Bilaga 4	Karta riskobjekt
Bilaga 5	Systemplan, nuvarande anläggningar
Bilaga 6	Systemplan, alternativ 1, Renvattenalternativ, ledningar
Bilaga 7	Systemplan, alternativ 2, Råvattenalternativ, ledningar
Bilaga 8	Systemplan, alternativ 3, Renvattenalternativ, konstgjord infiltration
Bilaga 9	Systemplan, alternativ 4, Renvattenalternativ, tunnel
Bilaga 10	Systemplan, alternativ 5, Råvattenalternativ, tunnel
Bilaga 11.0-11.5	Ledningskorridorer alternativ 1
Bilaga 12.0-12.3	Ledningskorridorer alternativ 2
Bilaga 13.0-13.5	Ledningskorridorer alternativ 3
Bilaga 14.0-14.5	Ledningskorridorer alternativ 4
Bilaga 15.0-15.3	Ledningskorridorer alternativ 5
Bilaga 16	Skiss ledningsgata
Bilaga 17a-b	Tryckprofil, alternativ 1



Bilaga 18	Tryckprofil, alternativ 2
Bilaga 19a-b	Tryckprofil, alternativ 3
Bilaga 20a-b	Tryckprofil, alternativ 4
Bilaga 20.1	Beräknade tryckförluster i tunnelalternativ
Bilaga 21	Tryckprofil, alternativ 5
Bilaga 22	Kostnadssammanställning
Bilaga 23	Kostnader, alternativ 1, renvattenalternativ, ledningar
Bilaga 24	Kostnader, alternativ 2, råvattenalternativ, ledningar
Bilaga 25	Kostnader, alternativ 3, konstgjort grundvatten
Bilaga 26	Kostnader, alternativ 4, renvattenalternativ, tunnel
Bilaga 27	Kostnader, alternativ 5, råvattenalternativ, tunnel
Bilaga 28	Skiss till genomförandetid, alternativ 1

### Bilagor tillhörande avsnitt 4.9

Bilaga 1	Kartöversikt
Bilaga 2a	Förslag till ledningssträckning, sträckan Harge-Örebro, plan
Bilaga 2b	Förslag till ledningssträckning, sträckan Harge-Örebro, plan
Bilaga 2c	Förslag till ledningssträckning, sträckan Harge-Örebro, plan
Bilaga 2d	Förslag till ledningssträckning, sträckan Harge-Örebro, plan
Bilaga 2e	Förslag till ledningssträckning, sträckan Harge-Örebro, profildata
Bilaga 2f	Förslag till ledningssträckning, sträckan Harge-Örebro, profildata
Bilaga 2g	Förslag till ledningssträckning, sträckan Harge-Örebro, profildata
Bilaga 2h	Förslag till ledningssträckning, sträckan Harge-Örebro, profildata
Bilaga 2i	Intag och vattenverk vid Harge
Bilaga 3a	Förslag till ledningssträckning, sträckan Håkamo-Örebro, plan
Bilaga 3b	Förslag till ledningssträckning, sträckan Håkamo-Örebro, plan
Bilaga 3c	Förslag till ledningssträckning, sträckan Håkamo-Örebro, profildata
Bilaga 3d	Förslag till ledningssträckning, sträckan Harge-Örebro, profildata
Bilaga 3e	Förslag till ledningssträckning, område för tunnelmynning/vattenverk vid Håkamo, plan
Bilaga 4a	Förslag till ledningssträckning, sträckan Örebro-Järle, plan
Bilaga 4b	Förslag till ledningssträckning, sträckan Örebro-Järle, plan
Bilaga 4c	Förslag till ledningssträckning, sträckan Örebro-Järle, profildata
Bilaga 4d	Förslag till ledningssträckning, sträckan Örebro-Järle, profildata

## Pärm 3 - Avdelning 2 – Mottagarnas anläggningar

<b>5.</b>	<b>Avdelning 2 – Mottagarnas anläggningar .....</b>	<b>245</b>
5.1	Askersunds kommun .....	245
5.1.1	Nuvarande Anläggningar .....	245
5.1.2	Framtida anläggningar - vatten från Vättern .....	249
5.2	Hallsberg .....	259
5.2.1	Nuvarande anläggningar .....	259
5.2.2	Framtida anläggningar - vatten från Vättern .....	261
5.3	Kumla .....	271
5.3.1	Nuvarande anläggningar .....	271
5.3.2	Framtida anläggningar - vatten från Vättern .....	275
5.4	Laxå .....	285
5.4.1	Nuvarande anläggningar .....	285
5.4.2	Framtida anslutning - vatten från Vättern .....	286
5.5	Lekeberg .....	287
5.5.1	Nuvarande anläggningar .....	287
5.5.2	Framtida anläggningar - vatten från Vättern .....	290
5.6	Lindsberg .....	297
5.6.1	Nuvarande anläggningar .....	297
5.6.2	Framtida anslutning - vatten från Vättern .....	298
5.7	Nora .....	299
5.7.1	Nuvarande anläggningar .....	299
5.7.2	Framtida anslutning - vatten från Vättern .....	300
5.8	Örebro kommun .....	301
5.8.1	Nuvarande anläggningar .....	301
5.8.2	Framtida anläggningar - vatten från Vättern .....	308
	Referenser och underlag .....	317

### Bilagor: Avdelning 2 – Mottagarnas anläggningar

Bilaga 5.1.1	Vattenanläggningar Askersund
Bilaga 5.1.2	Ledningsnät Askersund
Bilaga 5.2.1	Vattenanläggningar Hallsberg
Bilaga 5.2.2	Ledningsnät Hallsberg
Bilaga 5.3.1	Vattenanläggningar Kumla
Bilaga 5.3.2	Ledningsnät Kumla
Bilaga 5.4.1	Ledningsnät Laxå
Bilaga 5.5.1	Ledningsnät Fjugesta
Bilaga 5.6.1	Vattenanläggningar Lindsberg, Nora
Bilaga 5.8.1	Vattenanläggningar Örebro
Bilaga 5.8.2	Ledningsnät Örebro
Bilaga 5.8.3	Översikt infiltrationsområden
Bilaga 5.8.4	Anslutning för renvatten
Bilaga 5.8.5.	Anslutning för infiltrationsvatten

# 1. Orientering

Ett antal kommuner inom Örebro län söker strategiskt lösningar för sin framtida vattenförsörjning. Många av kommunerna saknar idag möjlighet till reservvattenförsörjning, dvs. alternativ vid störningar i de ordinarie anläggningarna eller vattentäkterna. Kommunerna och Länsstyrelsen i Örebro län har uppmärksammat möjligheten till en eventuell gemensam framtida vattenförsörjning baserad på råvatten från Vättern och tagit fram ett programförslag avseende en förstudie i tre steg.

Norconsult AB har på uppdrag av kommunerna Askersund, Hallsberg, Kumla, Laxå, Lekeberg, Lindesberg, Nora och Örebro, med Länsstyrelsen i Örebro län som samordnare, utarbetat denna förstudie om regional vattenförsörjning från Vättern. Förstudien utgör steg 2 och 3 i programförslaget. Steg 1, som avsåg en inventering av kända dokument och kunskaper, har tidigare genomförts av Sweco och finns redovisad i en rapport daterad 2009-11-23.

Förstudien förväntas klarlägga följande huvudfrågor:

- Alternativa kvalitetsnivåer på distribuerat vatten från Vättern.
- Aktuella reningsmetoder
- Risker/säkerhet/reservvattenförsörjning
- Kostnader/påverkan på VA-taxan

Arbetet med förstudien har inom Norconsult bedrivits principiellt så att projektledning och ansvarig handläggare för respektive kompetensområde träffats regelbundet för att planera arbetet med övrig personal, tolka delresultat, ge fortsatta direktiv och korrigeringar. Efter möten med beställarens arbetsgrupp har vid behov skett anpassningar och justeringar av arbetsinriktningen.

Förstudien har kompletterats med fördjupningar i två omgångar. Resultaten av fördjupningarna har inarbetats i sluthandlingen.

## 2. Intressenter

Följande kommuner och konstellationer är direkta intressenter i förstudien:

Askersunds kommun, Bergslagens kommunalteknik, BKT (representerar Hällefors, Lindesbergs, Ljusnarsbergs och Nora kommuner), Hallsbergs kommun, Kumla kommun, Laxå kommun, Lekebergs kommun och Örebro kommun. För Laxå och BKT är uppdraget begränsat till att söka lämplig anslutningspunkt vid ett genomförande av projektet.

## 3. Underlag

Förstudien är i huvudsak grundad på känt underlagsmaterial. Detta har sammanställts i bifogad förteckning Referenser och underlag. De viktigaste källorna är:

- Vatten från Vättern, Inventering av underlagsmaterial avseende regional dricksvattenförsörjning, Sweco 2009-11-23.
- Vattenskyddsområde Vättern, Tyréns 2008-11-17.
- Grundvattenförekomster i Örebro och Kumla samt delar av angränsande kommuner, SGU 2009.
- Vätternvårdsförbundets tidigare Kommittén för Vätterns vattenvårds publikationer.
- Information, vattenanalyser, drifterfarenheter mm från de kommuner som idag utnyttjar Vättern som vattentäkt.
- Tillstånd till vattenverksamhet/vattendomar i Vättern.
- Underlag från deltagande kommuner, översiktsplaner, bef. och planerad vattenförsörjning.
- Digitalt kartunderlag från Länsstyrelsen.

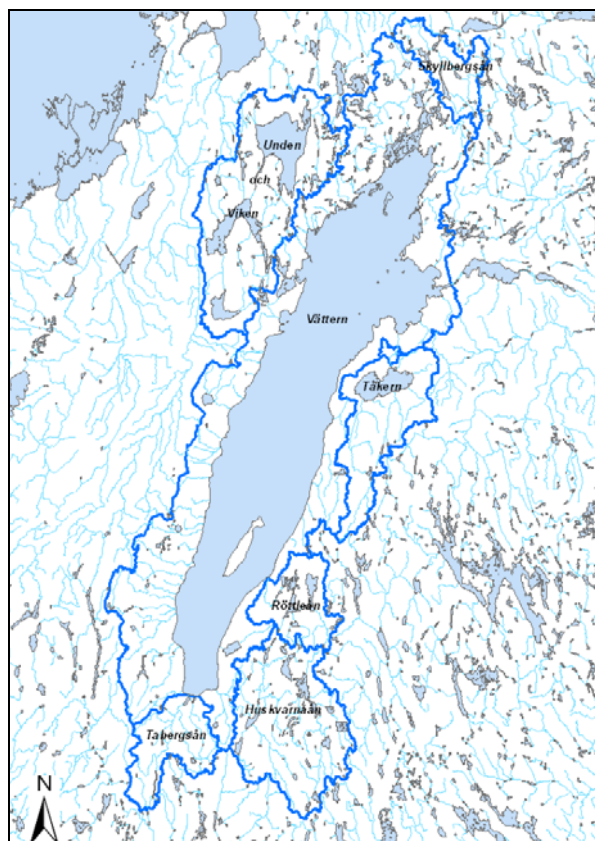
Underlag och källor som är specifikt relaterade till respektive avsnitt är angivna där.

## 4. Avdelning 1 – Gemensamma anläggningar

### 4.1 Grundläggande uppgifter

#### 4.1.1 Sjön Vättern

Vättern, Sveriges näst största sjö, ligger i en förkastningssänka i jordskorpan. Sjön är långsträckt i nord-sydlig riktning med branta strandlinjer och stora djup. Avrinningsområdet uppgår till ca 6400 km<sup>2</sup>, vilket i förhållande till sjöytan, ca 1900 km<sup>2</sup> är relativt litet. Detta beror på att sjön ligger högt i terrängen jämfört med de omgivande Östgöta- och Västgötaslättarna. Den så kallade sjöprocenten uppgår till hela ca 35 %.



Figur 1. Avrinningsområdet vid utloppet i Motala. (SMHI Väder och Vatten 1/2001)

De karakteristiska vattenföringarna är (1940-2000, SMHI)

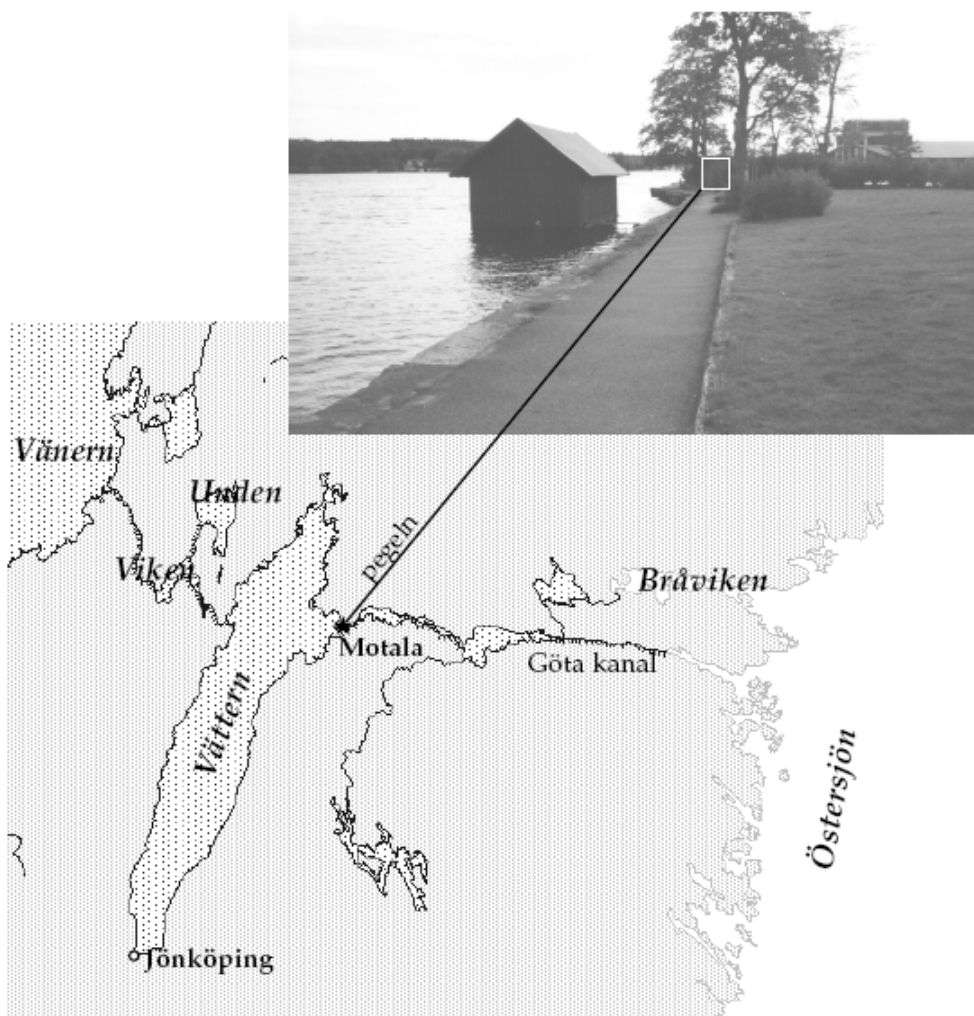
Högsta vattenföring m<sup>3</sup>/s 110

Årsmedelvattenföring m<sup>3</sup>/s 38

Lägst vattenföring m<sup>3</sup>/s 0,4

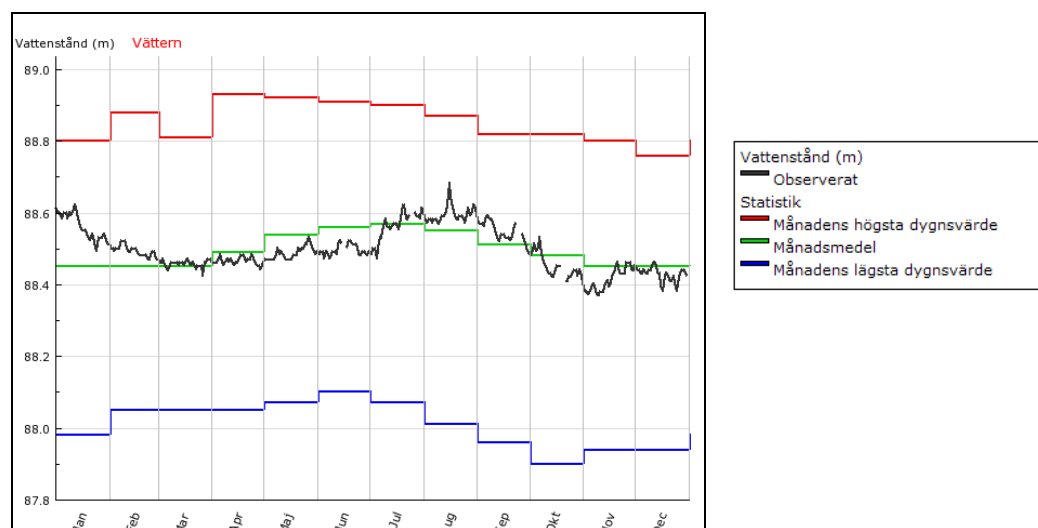
Vättern rinner via Motala ström ut i Bråviken i Östersjön. Genom Vättern mellan Karlsborg och Motala går också farleden Göta kanal.

Vätterns vattenstånd har uppmätts varje dag i Motala sedan 1858. Kontinuerliga mätningar har även gjorts i Jönköping sedan 1901. I slutet av 1930-talet byggdes sjön ut för vattenreglering. Sedan 1940 anses regleringsförhållandena vara oförändrade och därför grundar sig SMHIs statistik på vattennivåerna i Vättern från och med detta år.



Figur 2. Pegelstation i Motala. (Från SMHI Väder och Vatten 1/2001)

Normalt varierar Vätterns vattenstånd relativt litet. Enligt vattendom från 1940-07-31 får vatten i Vättern innehållas vid vattenstånd under +88,70 m. Vid vattenstånd på eller under +88,30 m skall den innehållna vattenmängden vara högst 160 Mm<sup>3</sup>. Medelvattenståndet uppges till + 88,50 m.



Figur 3. Vattenstånd Vättern, Motala 2009. Från SMHI.

Utloppet vid Motala, har en snabbare landhöjning (ca 2.7 mm/år) än Jönköping vid Vätterns sydspets (ca 1.3 mm/år). Sjöns strandlinje vid utloppet påverkas inte av landhöjningen, men däremot sker en tippning av sjön mot söder.

Det medför att Vätterns nivå vid Jönköping stiger ungefär 1.4 mm per år (skillnaden i landhöjning mellan Motala och Jönköping). Detta har medfört att Jönköpings kommun allt oftare får problem med översvämmade vägar och fyllda dagvattensystem under högflödessituationer. Med anledning av problemen funderar Jönköpings kommun på att begära en omprövning av gällande vattendom för Vättern.

Vätterns maxdjup är 128 m och medeldjupet 40 m. Vattnets utbytestid i sjön är beräknad till ca 60 år, vilket är mycket jämfört med de flesta sjöar.

Storleken och bottenprofilen hos en sjö har stor betydelse för vattentemperaturen och dess variationer. Vättern är belägen i en stor sprickdal i nord-sydlig riktning, där den östra stranden följer en förkastning och är brant, medan den västra stranden är mer långsluttande. Tre djupbäcken med större djup än 90 m kan urskiljas, ett mindre längst i norr, ett större utmed östra stranden mittför Vadstena-Ödeshög samt ett större bäcken utmed östra stranden från Gränna till Jönköping.



Vättern är således en mycket djup sjö, och frånvaron av grunda trösklar underlättar uppkomsten av starka vattenströmmar, vilket den också är känd för. Strömmarna uppkommer särskilt under och efter stark blåst vid vindriktning i sjöns längdriktning.

Ett intressant fenomen i Vättern är interna Kelvinvågor. Fenomenet, som förekommer sommartid vid temperaturskiktning, finns beskrivet i Vätternvårdsförbundets rapport 41 från 1996 (Cecilia Ambjörn SMHI), samt i rapport 63 Seatrack Vättern (SMHI).

Vågorna berör de kustnära områdena och är betydelsefulla för lokalisering av vattenintag med hänsyn till temperatur och vattenkvalitetsförändringar.

Det är språngskiktets, termoklinens rörelse, som utgör Kelvinvågen. Kelvinvågen initieras av att vid t ex sydlig vind ytvattnet pressas norrut. Språngskiktet stiger då i södra Vättern och kallt bottenvatten kommer upp där. Samtidigt sjunker språngskiktet i norra Vättern. Detta får till följd att på de djup, där det i norr tidigare fanns kallare vatten temperaturen stiger. Detta kan ske relativt snabbt. Då det slutat blåsa lutar språngskiktets nivå från den ena änden av Vättern till den andra. Eftersom jämviktstillståndet är en horisontell gränssyta uppstår ett flöde motriktat det som förorsakats av vinden. På så vis uppstår Kelvinvågen. Pga. jordrotationen får vågen en motursrotation (Corioliseffekten). Vågen kan snabbt brytas ned igen genom vindförändringar.

Kelvinvågen kan uppträda från stranden till ca 2-6 km ut i Vättern. Den kan gå mer än ett varv. Tiden för ett varv är ca 6-8 dygn. Amplituden uppges till ca 20 m.

Stående ytvågor kan också förekomma i Vättern s.k. seicher. Högt vattenstånd i ena änden av Vättern ger upphov till lågt i andra änden och vice versa. Svängningsperioden är ca 3 timmar och hastigheterna är lägre än 1 cm/s enligt uppgift och påverkar inte strömningsförhållandena i Vättern.

Strömförhållandena i Vättern är komplicerade i södra Vättern med motgående strömmar på olika djup, i norra Vättern är strömningsförhållandena enklare (Lindell). För sjön finns en resulterande ström i moturs riktning.

Temperaturförhållandena i Vättern beskrivs under rubriken Råvattenkvalitet.



## 4.1.2 Nuvarande vattenförbrukning

Uppgifter om aktuella kommuners nuvarande folkmängd, antal anslutna samt levererad vattenmängd har sammanställts i tabell 1 nedan. Uppgifterna avser år 2008 och är grundade på uppgifter från rapporten ”Vatten från Vättern” med vissa korrigeringar. Beräkningar har gjorts av specifik förbrukning och årsmedelflöde. Kumla och Hallsberg redovisas tillsammans eftersom man har gemensam vattenförsörjning från Blacksta vattenverk i Kumla.

Tabell 1. Befintliga förhållanden, folkmängd, antal anslutna och levererad vattenmängd.

Kommun	Folkmängd, personer, 2008	Antal anslutna personer 2008	Levererat vatten 2008 Mm <sup>3</sup>	Specifik förbrukning (produktion) l/pd	Årsmedelflöde l/s
Örebro	132 277	114 441	12,1	291	384
Kumla och Hallsberg*	20 300 15 261	16 370 12 100	2,9	278	92
Askersund	11 404	7 862	0,9	314	29
Nora	10 454	7 579	0,8	290	25
Lindesberg	23 099	15 000	1,6	292	52
Laxå	5 941	4 562	0,5	310	16
Lekeberg	7 097	2950	0,3	280	9
<b>Summa</b>	<b>225 531</b>	<b>180 864</b>	<b>19,1</b>	<b>290</b>	<b>607</b>

\*Hallsberg försörjes från Kumlas vattenverk Blacksta

Beräkningarna är grundade på uppgifter från rapporten ”Vatten från Vättern”, SWECO 2009-11-23 samt från Svenskt Vatten/VASS statistik för 2008. Vissa justeringar är gjorda.

Av tabellen framgår att den specifika förbrukningen, beräknad på levererad vattenmängd i medeltal, för kommunerna uppgår till 290 l/pd. Det beräknade årsmedelflödet har beräknats till 607 l/s, varav Örebro ca 384 l/s eller ca 60 %. Årsmedelflödet motsvarar en vattenmängd av ca 19 Mm<sup>3</sup>/år.

### 4.1.3 Prognos över vattenbehov

Med utgångspunkt från befintligt vattenbehov och prognos över befolkningsutvecklingen i aktuella kommuner har en prognos över vattenbehovet för horisontåret 2050 upprättats, se tabell 2.

Tabell 2. Prognostiserad folkmängd, antal anslutna och vattenbehov för horisontåret 2050. Folkmängdsuppgifterna är från rapporten "Vatten från Vättern", SWECO 2009-11-23 med vissa justeringar efter synpunkter från aktuella kommuner.

Kommun	Folk-mängd personer, år 2008	Folk-mängd personer, år 2050	Antal anslutna, personer, år 2008	Antal anslutna personer år 2050	Specifikt vatten-behov l/pd år 2050	Vatten-behov m <sup>3</sup> /d, medel år 2050	Vatten-behov l/s, årsmedel år 2050
Örebro	132 277	165 877	114 441	150 000	340	51 000	590
Kumla	20 300	26000	16 370	23000	300	6900	80
Hallsberg	15 261	17000	12 100	15000	300	4500	52
Askersund	11 404	14000	7 862	11000	300	3300	38
Nora	10 454	10 795	7 579	8 000	300	2 400	28
Lindesberg	23 099	23 099	15 000	15 000	300	4 500	52
Laxå	5 941	5 941	4 562	4 500	300	1 400	16
Lekeberg	7 097	7531	2 950	3 500	300	1 100	13
<b>Summa</b>	<b>225 531</b>	<b>270 243</b>	<b>180 864</b>	<b>230 000</b>	<b>327</b>	<b>75100</b>	<b>869</b>

Den specifika förbrukningen för levererad vattenmängd har för Örebro förutsatts öka något till 340 l/pd, medan övriga kommuner antas ligga kvar på nuvarande nivå med ca 300 l/pd. Förutsatt ökning för Örebro kan motiveras av stadens karaktär som residsstad med ökat behov av servicefunktioner och större andel verksamheter.

Som framgår av tabellen beräknas antal anslutna i aktuella kommuner öka från ca 180.000 personer till ca 230.000 personer och medelförbrukningen öka till 869 l/s (från 607 l/s år 2008). Om det specifika behovet istället skulle minska till 250 l/pd skulle framtida vattenbehovet reduceras till 665 l/s.

Här föreslås de preliminära dimensioneringar och kostnadsbedömningar, som görs i förstudien, grundas på ett medelvattenbehov av **869 l/s** eller **75000 m<sup>3</sup>/d**, vilket motsvarar ett årsbehov av ca **27,4 Mm<sup>3</sup>**.

För maxdygn föreslås vattenbehovet avrundas till **1000 l/s** eller **86400 m<sup>3</sup>/d**, vilket inkluderar en maxdygnsfaktor om ca 1,2. För alternativ med konstgjort grundvatten föreslås ett påslag om 10 %.

#### 4.1.4 Tillstånd till vattenverksamhet/vattendomar

För att få reda på vilka tillstånd till vattenverksamhet tidigare vattendomar som finns för vattenuttag från Vättern har Miljödomstolen i Växjö och Riksarkivet i Vadstena besökts för genomgång av aktuella akter och domar. Domar före 1972 finns arkiverade på Riksarkivet. Aktuella tillstånd/domar framgår av tabell 3.

Tabell 3. Vattendomar/Tillstånd till vattenverksamhet för vattenuttag ur Vättern

Kommun/Anläggning	Tillstånd	Tillåtet uttag	Utnyttjad kapacitet 2007
Askersund Harge vattenverk	1974-10-10	4.500 m <sup>3</sup> /d (medel)= =1,64 Mm <sup>3</sup> /år= 52 l/s	Ca 29 l/s
Askersund Olshammar	2004-09-08	Sjöförlagd vatten- ledning till Olshammar	
Motala	1970-03-16	7,5 Mm <sup>3</sup> /år= 238 l/s*	Ca 104 l/s*
Vadstena	1959-05-23	1,35 Mm <sup>3</sup> /år= 43 l/s	Ca 20 l/s
Ödeshög	1968-12-05	1,0 Mm <sup>3</sup> /år= 32 l/s	Ca 15 l/s
Jönköping/Huskvarna Brunstorp	1970-11-26	7,1 Mm <sup>3</sup> /år= 225 l/s	
Jönköping/Huskvarna Häggeberg	1956-06-12	8,5 Mm <sup>3</sup> /år= 270 l/s	Totalt ca 362 l/s
Skaraborgs vattenverks- förbund	1956-11-10 1961-12-08	13,5 Mm <sup>3</sup> /år= 429 l/s*	Ca 265 l/s*
Hjo	1983-12-19	2935 m <sup>3</sup> /d(medel)= 1,1 Mm <sup>3</sup> /år= 35 l/s	Ca 18 l/s
Hjo	1999-03-08	Förlängning intagsledning	
Karlsborg	1991-10-10	3600 m <sup>3</sup> /d (medel)= 1,3 Mm <sup>3</sup> /år= 41 l/s	Ca 20 l/s
	<i>Summa</i>	<i>1365 l/s</i>	<i>833 l/s</i>
Munksjö AB Olshammar	1970-06-05	1500 l/s	Ca 380 l/s
Munksjö AB Jönköping		Ca 1500 l/s inkl. tillförsel Munksjön	Ca 500 l/s
<b>Summa</b>		<b>4365 l/s</b>	<b>Ca 1713 l/s</b>

\*Uttaget återföres ej till Vättern.

Som framgår av tabellen finns tillståndsgivna uttag om ca 4400 l/s, varav för kommunal vattenförsörjning ca 1400 l/s. Av de tillåtna uttagen utnyttjas ca 1700 l/s, varav för kommunal vattenförsörjning ca 833 l/s. Det framtida vattenbehovet för aktuella kommuner beräknat i tabell 2 ovan är därvid i samma storleksordning som nuvarande uttag ur Vättern för kommunal vattenförsörjning.

De största uttagen för kommunal vattenförsörjning har Jönköping med totalt ca 360 l/s till Häggebergs och Brunstorphs vattenverk samt Skaraborgs vattenverksförbund med ca 260 l/s till Borgunda vattenverk. Vattenuttagen till Borgunda och

Motala vattenverk återföres ej till Vättern utan avleds via reningsverk till annat avrinningsområde.

Utöver i tabell 3 angivna tillstånd/vattendomar finns också ett relativt stort antal tillstånd till uttag för energiändamål (fjärrkyla etc.). Detta vatten återföres dock till Vättern.

För reglering av Vättern för kraftändamål finns flera vattendomar bl.a. från 1940-08-05.

#### 4.1.5 Vattentillgång/vattenbehov

Vättern är reglerad för kraftändamål men ej för de uttag som sker för vattenförsörjning. Anledningen till detta är sannolikt att man betraktat de aktuella uttagen som små i förhållande till den vattentillgång som finns i Vättern och att större delen av uttagen återföres till Vättern.

Det framräknade vattenbehovet för aktuella kommuner om ca 870 l/s eller ca 27 Mm<sup>3</sup> är av samma storleksordning som nuvarande uttag ur Vättern för kommunal vattenförsörjning, ca 830 l/s enligt tabell 3 ovan, men kommer sannolikt att till stor del avledas till annat avrinningsområde. För att bedöma relationen till vattentillgången och inverkan på vattennivåerna i Vättern har följande betraktelse gjorts.

Medelvattentillgången i Vättern är ca 1200 Mm<sup>3</sup>/år ( $Mq = 38 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Uttaget om ca 27 Mm<sup>3</sup>/år motsvarar ca 2 % av medelvattentillgången i Vättern. Om man antar att tillrinningen till Vättern är 0 under ett torrår motsvarar uttaget 27 Mm<sup>3</sup> en avsänkning av Vätterns nivå om  $27/1900 = 0,014$  m eller 1,4 cm. Beträktelsen visar att uttagets påverkan på regleringsmagasinet kan betraktas som försumbart.

#### 4.1.6 Nationella och regionala intressen

En inventering har gjorts vilka nationella och regionala intressen, som kan finnas inom aktuellt område och som skulle kunna beröras om projektet med regional vattenförsörjning från Vättern genomföres.

#### 4.1.6.1 Utpekade riksintressen för natur- och kulturmiljö, friluftsliv, natur- och kulturmiljöreservat samt Natura 2000- och naturvårdsområden.

I tabell 4 nedan redovisas en sammanfattning av de större intressena vad avser natur- och kulturmiljö, friluftsliv, som är utpekade som riksintressen. Dessutom redovisas natur- och kulturmiljöreservat, Natura 2000-områden och naturvårdsområden. I bilaga 1 finns en mer utförlig redovisning av aktuella områden samt tillhörande kartor.

I tabell 5 finns en sammanställning på hur strandskydd, EU:s ramdirektiv för vatten samt andra naturresurser såsom yrkesfiske, vattentäkt mm påverkas av planerat projekt.

Sammanfattningsvis kan sägas att Natura 2000-områden bör undvikas liksom naturreservat. Till största delen är detta möjligt, vilket dock inte är möjligt i Vättern. Intrång i riksintressen kommer att ske. För det fortsatta arbetet är det viktigt att tidigt få en dialog med Länsstyrelsen om hur intrång i olika skyddade områden kan undvikas eller mildras. Strandskyddet i Vättern kommer att beröras, vilket också ska samrådas med Länsstyrelsen om. Hur fisket påverkas, främst de grunda vikarna bör utredas vidare. EU:s ramdirektiv för vatten bedöms inte påverkas negativt av projektet.

Nästa steg är att titta mer detaljerat i en fastställd ledningskorridor och då kommer t.ex även nyckelbiotoper, sumpskog, ängs- och betesmark samt fornlämningar mm att redovisas.

En översiktlig jämförelse mellan planerade ledningskorridorer och befintliga översiktplaner har gjorts, se även avsnitt 4.1.7, Kommunala planer. I Kumla kommun kan konflikter uppstå vid det östra alternativet och passagen genom vattenskyddsområde vid Sannahed och kulturmiljöområde norr därom samt ett planerat utbyggnadsområde. Passage genom Örebro kommer att påverka befintlig bebyggelse och infrastruktur. Planerad ledningskorridor ligger i kanten av samt korsar ett järnvägsreservat och eventuellt ett friluftsområde. I övrigt är det inga större konflikter med andra planerade intressen. Jämförelsen är dock relativt grov och mer detaljerade studier behöver göras, särskilt för Örebro.

Det bör särskilt nämnas att det pågår ett arbete på Länsstyrelsen i Örebro med att bilda ett nytt naturreservat, Klåveudden på Hargehalvön, som kan beröras av aktuellt projekt, se bilaga 1. Syftet med reservatet blir att bevara naturskogen samt att gynna friluftslivet.

#### 4.1.6.2 Riksintressanta fyndigheter av ämnen och material

Av miljöbalkens tredje kapitel 7§ andra stycket framgår att områden som innehåller fyndigheter av ämnen eller material som är av riksintresse skall skyddas mot åtgärder som påtagligt kan försvåra utvinningen av dessa.

Det som avses i lagrummet är främst fyndigheter av sådana ämnen eller material som är eller bedöms kunna bli av stor betydelse, bland annat för landets försörjningsberedskap. Inom sådana områden får kommunerna och de statliga myndigheterna inte planera för eller lämna tillstånd till verksamheter som kan förhindra eller påtagligt försvåra ett utnyttjande av resurserna.

De tunnelalternativ som skisserats under avsnitt 4.5 går med sina sträckningar genom riksintresset för Zinkgruvan (zinkblände, blyglans och silver) samt i närheten av riksintresset Brännlyckan (marmor av Kolmårdstyp). Riksintresset framgår närmare under avsnitt 4.10, ”Tunnel, Fördjupad inventering och bedömning”, där också undersökningstillstånd och bearbetningskoncessioner redovisas.

Tabell 4. Sammanställning av värdefulla områden – natur- och kulturmiljö samt friluftsliv.

Område	Fysiskt intrång	Närområdet (< 1 km)	Påverkan	Tillstånd mm
Norra Vättern N2000	Ja		Anläggnings- och driftsfasen. Påverkan på utpekade habitat och arter måste studeras. Eventuellt kan kompensationsåtgärder krävas.	Miljö tillstånd kap 7.28A, tillstånd bara om det inte skadar utpekade livsmiljöer eller arter.
Norra Vättern RI Natur	Ja		Anläggnings- och driftsfasen. Viktigt att studera vattennivån, påverkan under lågvattenperioder. Hänsyn tas till utpekade arter och miljöer.	Samråd krävs med Lst. Lst kan överklaga kommunens planer.
Norra Vätterns skärgård N2000	Nej	Nej	Troligen ingen påverkan. Men måste utredas mer.	
Norra Vätterns skärgård RI Natur	Nej	Nej	Troligen ingen påverkan.	
Norra Vätterns skärgård Naturreservat	Nej	Nej	Troligen ingen påverkan.	
Vättern RI Rörligt friluftsliv	Ja		Anläggningsfasen. Troligen ingen större negativ konsekvens.	Samråd krävs med Lst. Lst kan överklaga kommunens planer.
Tiveden RI Friluftsliv	Ja		Anläggningsfasen. Troligen ingen större negativ konsekvens.	Samråd krävs med Lst. Lst kan överklaga kommunens planer.



Område	Fysiskt intrång	Närområdet (< 1 km)	Påverkan	Tillstånd mm
Harge Uddar N2000	Nej	Ja	Troligen ingen påverkan, men detta måste studeras. Ska kunna visa att utpekade habitat och arter inte påverkas.	
Harge Uddar Naturreservat	Nej	Ja	Troligen ingen påverkan.	
Klåveudden Ev Naturreservat	Ja		Om reservatet bildas kommer planerad intagsledning att dras genom reservatet, vilket innebär negativa konsekvenser.	Samråd och tillstånd krävs hos Länsstyrelsen. Kan reservatet undvikas är det en fördel.
Naturvårdsområde 82:40	Ja		Inga särskilda bestämmelser eller skötselplaner finns. Vid ev bildande av naturreservat vid Klåveudden kommer naturvårdsrådet att ingå i reservatet.	
Åmmeberg RI Kultur	Ja		Anläggningsfasen. Byggnader och andra utpekade objekt bör undvikas, i så fall troligen liten negativ konsekvens.	Samråd krävs med Lst. Lst kan överklaga kommunens planer.
Vena Gruvfält RI Kultur	Ja		Utpekade objekt bör undvikas. Stort område, troligen kan passager hittas som ger små negativa konsekvenser.	Samråd krävs med Lst. Lst kan överklaga kommunens planer.
Multna RI Natur	Nej	Ja	Området bör kunna undvikas.	
Dampetorp RI Natur	Nej	Ja	Området bör kunna undvikas.	
Prinskullen N 2000	Nej	Ja	Området bör kunna undvikas. Troligen ingen påverkan. Men måste utredas mer.	

Område	Fysiskt intrång	Närområdet (< 1 km)	Påverkan	Tillstånd mm
Prinskullen Naturreservat	Nej	Ja	Området bör kunna undvikas.	
Edsö- Stjärnsund- Askersund RI Kultur	Ja		Anläggningsfasen. Stort område, svårt att undvika. Byggnader och utpekade miljöer bör undvikas, i så fall troligen små negativa konsekvenser.	Samråd krävs med Lst. Lst kan överklaga kommunens planer.
Snavlunda RI Natur	Nej	Ja	Området bör kunna undvikas.	
Svinnersta RI Kultur	Nej	Ja	Området bör kunna undvikas.	
Gålsjöfältet RI Natur	Utred påverkan vid ev tunnelalternativ.			
Lerbäcksmön RI Natur	Ja		Anläggningsfasen. Hänsyn tas till utpekade arter och miljöer.	Samråd krävs med Lst. Lst kan överklaga kommunens planer.
Skylberg RI Kultur	Nej	Ja	Området bör kunna undvikas.	
Lerbäck RI Kultur	Ja		Anläggningsfasen. Se över om området kan undvikas. Särskilt viktigt om en anläggning ska placeras här. Då kommer påverkan även att omfatta driftsfasen och risken finna för större negativa konsekvenser.	Samråd krävs med Lst. Lst kan överklaga kommunens planer.
Kattegulls- berget Naturreservat	Nej	Ja	Området bör kunna undvikas.	

Område	Fysiskt intrång	Närområdet (< 1 km)	Påverkan	Tillstånd mm
Tisarförkastningen RI Natur	Nej	Ja	Bör kunna undvikas. Ska uttag ske ur sjön måste detta studeras vidare.	
Vissbodamon RI Natur	Ja		Bör kunna undvikas.	Samråd krävs med Lst. Lst kan överklaga kommunens planer.
Björka lertag N 2000	Nej	Ja	Bör kunna undvikas.	
Björka lertag Naturreservat	Nej	Ja	Bör kunna undvikas.	
Hjortsberga RI Kultur	Nej	Ja	Bör kunna undvikas.	Samråd krävs med Lst. Lst kan överklaga kommunens planer
Rösavi RI Kultur	Nej	Ja	Bör kunna undvikas.	Samråd krävs med Lst. Lst kan överklaga kommunens planer.
Kumlaby RI Kultur	Ja		Anläggningsfasen. Se över om detta kan undvikas. I annat fall undvik byggnader och andra utpekade miljöer i området så att påverkan blir så liten som möjligt.	Samråd krävs med Lst. Lst kan överklaga kommunens planer.
Hardemo RI Kultur	Nej	Ja	Bör kunna undvikas.	Samråd krävs med Lst. Lst kan överklaga kommunens planer
Drumlinoområdet RI Kultur	Ja		Stort område, svårt att undvika i anläggningsfasen. Anpassning kan krävas.	Samråd krävs med Lst. Lst kan överklaga kommunens planer
Drumlinoområdet RI Natur	Ja		Kan möjligen undvikas. Studera mer nordlig sträckning.	Samråd krävs med Lst. Lst kan överklaga kommunens planer

Område	Fysiskt intrång	Närområdet (< 1 km)	Påverkan	Tillstånd mm
Karlsund RI Kultur	Ja		Anläggningsfasen. Se över om detta kan undvikas. I annat fall undvik byggnader och andra utpekade miljöer i området så att påverkan blir så liten som möjligt.	Samråd krävs med Lst. Lst kan överklaga kommunens planer.
Karlsund Kulturmiljöreservat	Ja		Se ovan	Samråd krävs med Lst. Lst kan överklaga kommunens planer.
Tysslingen N 2000	Nej	Ja	Troligen ingen påverkan, men detta måste studeras. Ska kunna visa att utpekade habitat och arter inte påverkas.	
Tysslingen RI Natur	Nej	Ja	Området bör kunna undvikas.	
Tysslingen Naturreservat	Nej	Ja	Området bör kunna undvikas.	
Järleån RI Natur	Ja		Anläggningsfasen. Se över om området kan undvikas. I annat fall undvik arbete i vatten. Hänsyn till utpekade miljöer och arter.	Samråd krävs med Lst. Lst kan överklaga kommunens planer.
Skärbodabergen Naturreservat	Nej	Ja	Bör kunna undvikas.	
Kvarnbäcken-Lärkesån N 2000	Ja		Anläggningsfasen. Påverkan på utpekade habitat och arter måste studeras. Eventuellt kan kompensationsåtgärder krävas.	Miljö tillstånd kap 7.28A, tillstånd bara om det inte skadar utpekade livsmiljöer eller arter.
Kvarnbäcken-Lärkesån Naturreservat	Ja		Bör kunna undvikas.	

Område	Fysiskt intrång	Närområdet (< 1 km)	Påverkan	Tillstånd mm
Pershyttan RI Kultur	Nej	Ja	Anläggningsfasen. Se över om detta kan undvikas. I annat fall undvik byggnader och andra utpekade miljöer i området så att påverkan blir så liten som möjligt.	Samråd krävs med Lst. Lst kan överklaga kommunens planer.
Pershyttan Kulturmiljöservat	Nej	Ja	Se ovan.	Tillstånd krävs eller dispens, Lst handlägger.

Tabell 5. Naturresurser

	Fysiskt intrång	Närområdet (< 1 km)	Påverkan	Tillstånd mm
Ramdirektiv vatten	Ja		Under anläggningsfasen påverkas vattenkvaliteten lokalt och temporärt. Bedöms ej påverka MKN för vattenområdet.	
Strandskydd	Ja		100 m vid intaget, på land och i vatten. Påverkas.	Dispens måste sökas hos Lst.
Naturresurs vatten	Ja		Bedöms ej påverka övrigt uttag av vatten för dricksvattenförsörjning i Vättern.	Miljödom krävs för uttaget.
Naturresurs ämnen	Nej		Verksamheter i zinkgruvan bedöms ej påverkas.	
Naturresurs fiske	Ja		Vattennivåer vid intaget, särskilt vid lågvatten behöver utredas.	Samråd med Lst, ingår även i ansökan om miljötillstånd.
Värdefulla ämnen eller material	Utred påverkan vid ev tunnelalternativ.		Motstående intressen genom koncessioner	Samråd med Lst, ingår även i ansökan om miljötillstånd.

#### 4.1.6.3 Planerad utbyggnad av större infrastrukturprojekt i aktuellt område

I aktuellt område finns planer på utbyggnad av följande större infrastrukturprojekt som måste tas hänsyn till i den fortsatta planeringen:

- Godsstråket genom Bergslagen, Hallsberg-Degerön. En Förstudie är gjord 2004 för utbyggnad till dubbelspår. 7 utredningsalternativ belyses med olika korridorer. Det bedömes inte utgöra några större svårigheter att anpassa de ledningskorridorer som blir aktuella till den bankorridor som fastläggs.
- Spår 106 och förbigångsspår Hallsberg. I Hallsberg planerar Trafikverket för ett nytt spår 106 med tillhörande förbigångsspår genom Hallsbergs rangerbangård. Utbyggnaden bedöms inte påverka tänkta ledningskorridorer, men ligger inom skyddsområdet för befintlig grundvattentäkt.
- Ny postterminal. Den planerade postterminalen väster om Hallsbergs tätort bedöms inte påverka aktuella ledningskorridorer.
- Riksväg 50, Askersund-Åsbro. En Förstudie är under utarbetande för utbyggnad av vägsträckan till 1+2 väg. I huvudsak väntas befintlig vägsträckning ligga kvar med vissa uträtningar av kurvor. Detta bedömes inte försvåra möjligheten att finna lämpliga ledningskorridorer för aktuellt projekt.
- Sydlänken, Svenska kraftnäts planerade överföringsförbindelse Hallsberg-Hörby. Förslaget presenteras i en Förstudie från oktober 2006. Två alternativa tekniklösningar redovisas en med 400 kV växelströmsledning(luftledning) och en med 300 kV likströmskabel(markkabel). För båda alternativen redovisas olika stråk. Det bedömes inte som någon större svårighet att anpassa aktuella ledningskorridorer till föreslagna stråk.
- I Örebro har diskuterats ett reservat för naturgasledning. Enligt uppgift finns dock inte något sådant reservat för närvarande.

## 4.1.7 Kommunala planer

En översiktlig jämförelse mellan planerade ledningskorridorer och befintliga översiktplaner har gjorts. Redan redovisade riksintressen med mera har inte kommenterats här.

Jämförelsen är relativt grov och mer detaljerade studier behöver göras, särskilt för Örebro.

### 4.1.7.1 Askersunds kommun

Föreslagen korridor kommer att korsa ett antal planerade väg och infrastrukturprojekt.

(Översiktsplan Askersund 1990) Arbeta med ny ÖP pågår.

### 4.1.7.2 Hallsbergs kommun

Passerar områden utpekade som jord- eller skogsbruk samt område med detaljplan. Inga särskilt utpekade intressen eller nya planområden berörs. Översiktplan Hallsberg 1993) Arbeta pågår med ny ÖP.

### 4.1.7.3 Kumla kommun

Genom Kumla passerar det västra alternativet relativt obehindrat. Åbytorp med ett utpekat friluft- och naturområde är egentligen det enda som berörs enligt översiktplanen.

Det östliga alternativet går genom mer bebyggelseområden samt vattenskyddsområdet vid Sannahed. Norr om Sannahed samt i sydöstra Kumla berörs eventuellt två utpekade kulturmiljöområden. Alternativet passerar ett planerat utbyggnadsområde norr om Kumla. (Översiktsplan för Kumla. Antagen av kommunfullmäktige 1999-12-11)

#### 4.1.7.4 Lindesbergs kommun

Planerad ledningskorridor berör en kortare sträcka i södra delen av kommunen fram till Lindesberg. Här passeras mestadels skogslandskap. Söder om Lindesberg finns ett utpekade kulturmiljöintresse, Rya by som kan beröras av ledningsdragningen. (Översiktsplan Lindesberg. Antagen av kommunfullmäktige 17 april 2007).

#### 4.1.7.5 Nora kommun

Det är främst sydöstra delen av Nora kommun, fram till Pershyttan och Nora, som berörs av planerad ledningskorridor. Förutom delen närmast Pershyttan är det inga utpekade intressen som berörs, korridoren går utmed befintlig väg och museijärnväg. Närmare Pershyttan finns höga natur- och kulturmiljövärden. Se ovan. . (Översiktsplan 99, 199-11-30).

#### 4.1.7.6 Örebro kommun

Passage genom Örebro kommer att påverka befintlig bebyggelse och infrastruktur. Planerad ledningskorridor ligger i kanten av samt korsar ett järnvägsreservat. Eventuellt berörs ett utvecklingsområde för rekreation och friluftsliv i västra utkanten av Örebro stad. (Översiktsplan Örebro. Antagandehandling 2010-02-12).



## 4.2 Projektets miljömål

Följande miljömål gäller i projektet. Vissa används bäst i planeringskedet, andra hör bättre hemma i projekteringsfasen. Nedan redovisas alla miljömål samt kommentarer om hur de uppfylls eller bör jobbas vidare med.

Tabell 6. Miljömål

Miljömål	Risker med projektet	Trolig påverkan	Jobba vidare
Påverkan på berörda ekosystem ska minimeras.	Påverkas främst av temporärt fysiskt intrång i och med ledningsdragning och byggnader. Uttag av vatten skulle kunna påverka ekosystemet i Vättern, i så fall även i driftsfasen.	Själva ledningskorridoren är begränsad och intrånget får anses som litet. Många utpekade områden kan undvikas med bra planering.	De mest värdefulla områdena undviks i möjligaste mån. Byggnader och vägar bör undvikas i utpekade områden. Uttag ur Vättern bör studeras vidare med avseende på vattenekologin i grunda områden.
Påverkan på andra intressen, ex. Natura 2000, ska särskilt beaktas.	Med nuvarande ledningskorridor är det inga N 2000-områden, förutom Vättern, som berörs direkt med intrång. Andra större intressen påverkas, tex riksintressen, Naturresevat, kulturmiljöreservat etc.	Uttag av vatten i Vättern kan påverka N 2000-området Norra Vättern.	Påverkan på N 2000-området Norra Vättern måste studeras vidare. Riskintressen och andra värdefulla områden ska undvikas så långt det är möjligt.
Påverkan på naturmiljön ska om möjligt vara neutral. Detta kan exempelvis visas med en livscykelanalys och sammanställning av omsatta naturresurser.	Just nu är projektet i en planeringsfas där det främst handlar om att hitta lämpliga ledningskorridorer som ger minsta intrång i värdefulla miljöer.		

Miljömål	Risker med projektet	Trolig påverkan	Jobba vidare
Målsättningen är en långsiktigt miljömässigt hållbar vattenförsörjning.		Ett mål med hela projektet är en bättre och mer hållbar vattenförsörjning för berörda kommuner inom Örebro län. Den gemensamma vattenförsörjningen med ett utnyttjande av det mycket bra råvattnet från Vättern ger goda förutsättningar för det. Sämre råvattentäkter kan slopas, kemikalieförbrukning en kan reduceras och säkerheten i dricksvattenproduktionen kan höjas.	
Bästa råvaru- och energihushållning ska eftersträvas.		Genom att använda Vättern och dess högkvalitativa råvatten utnyttjas Vättern som naturresurs mycket bra. Detta får givetvis inte ske på bekostnad av andra utpekade natur och kulturmiljöer mm inom länet.	
Emissionsnivå i avseende på buller samt flytande, fasta och gasformiga föroreningar ska hållas låg.	Är mer än fråga för projektering och utformning av vattenverken. Kommer i ett senare skede.	Det finns teknik för att begränsa buller från verken.	En fråga för projekteringsfasen.

<b>Miljömål</b>	<b>Risker med projektet</b>	<b>Trolig påverkan</b>	<b>Jobba vidare</b>
Ett gott skydd och en god beredskap mot miljöolyckor ska upprätthållas.	Är också en fråga för projektering och utformning av vattenverken. Kommer i ett senare skede.		En fråga för projekteringsfasen.
Avfallsmängden ska minimeras.	Vattenrening ger inte upphov till mycket avfall. Det som finns ska omhändertas på lämpligt sätt, det är också en fråga för projekteringen. Kommer i ett senare skede.		En fråga för projekteringsfasen.
Miljömässighet vid val av produkter	Är också en fråga för projektering och utformning av vattenverken. Kommer i ett senare skede.		En fråga för projekteringsfasen.



## 4.3 Råvattnet och intaget

### 4.3.1 Råvattenkvalitet

#### 4.3.1.1 Metod - Bedömning av råvattenkvalitet

Det är viktigt att vid produktion av dricksvatten känna till råvattnets kvalitet för att anpassa och optimera beredningsprocessen vid vattenverket för att reningen ska bli så enkel och effektiv som möjligt.

Vätterns vatten som ett råvatten till dricksvattenförsörjning bedöms nedan utifrån fysikalisk-kemiska, bakteriologiska och biologiska parametrar. Detta görs genom att jämföra med de råd och riktvärden som finns i *Vägledningen till Dricksvattenföreskrifterna* (SLV, 2006), i *Råvattenkontroll – krav på råvattenkvalitet* (Svenskt vatten, 2008-12-08) samt i *Bedömningsgrunder för miljökvalitet - Sjöar och vattendrag* som Naturvårdsverket har tagit fram (NV 4913), där ytvatten delas in i fem klasser av kvalitet.

Provtagning av Vätterns vatten sker på ett flertal ställen, se karta bilaga 2. Alla vattenverk runt Vättern med råvatten från sjön tar råvattenanalyser i någon utsträckning. Data har erhållits i varierande mängd från de olika verken enligt tabell 7 nedan. Medelvärden har beräknats för analysresultaten och använts i nedanstående sammanställning.

Tabell 7. Vattenverk från vilka analysresultat sammanställts

Vattenverk	Analysperiod och antal analyser/analysfrekvens	Intagsdjup
Harge, Askersund	2002-2009 (52 provtagningar, samt loggning av temp 2001)	30 m
Borgunda, Skaraborgsvatten	2005-2009 (utökad provtagning en ggr/år, samt loggning av temp 2009-2010)	16 m
Råssnäs, Motala	2007-maj 2010 (15 provtagningar)	10 m
Häggeberg, Jönköping	2010 (en utökad analys, 12 mikrobiol.analyser)	20 m
Ödeshögs vattenverk	maj 2009-aug 2010 (64 provtagningar)	25 m

Vätterns vattenvårdsförbund bedriver miljöövervakning sedan ca 1971 vid två provtagningspunkter i Vättern, Jungfrun i norra delen i höjd med Motala och Edeskvärna, söder om Visingsö. Datavärddar för dessa analyser är Institutionen för Miljöanalys på SLU i Uppsala, där data har erhållits för åren 1973-2008. Vätternsvårdsförbundet sammanställer även resultaten i årsskrifter vilka har använts här. Motala Ströms Vattenvårdsförbund bedriver också miljöövervakning i ett flertal punkter, där en ligger i Motalaviken i Vättern (samma som intagspunkten för råvatten till Råsnäs vattenverk). Sammanställningarna från vattenvårdsförbunden har använts för att få en uppfattning om längre trender för vissa av parametrarna. Samordnad recipientkontroll för Norra Vätterns tillrinningsområde är ytterligare en källa som har använts.

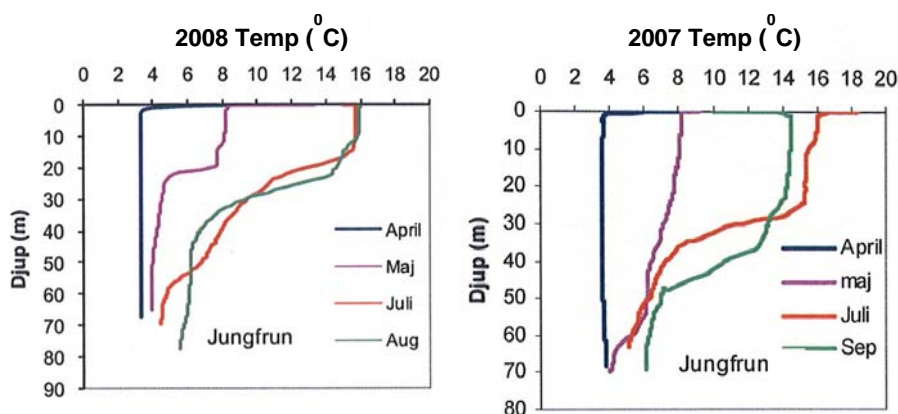
#### 4.3.1.2 Fysikaliska parametrar

Jämförelse mellan riktvärden för råvatten och medelvärden av analyser på råvatten till Harge, Råsnäs och Borgunda vattenverk visas i tabell 8.

Tabell 8. Fysikaliska parametrar, (<sup>x</sup> – något värde över)

	Riktvärde	Harge VV	Råsnäs VV	Borgunda VV
Temperatur, °C	<12	Se figur 5 och 6		
Turbiditet, FNU	-	0,47	0,4	0,39
Färgtal, mg Pt/l	<100	<5	<5	<5 <sup>x</sup>
Lukt/art		Ingen	Ingen -svag	Ingen
Konduktivitet, mS/m	-	14	14,3	14
Redoxpotential, mV	-			

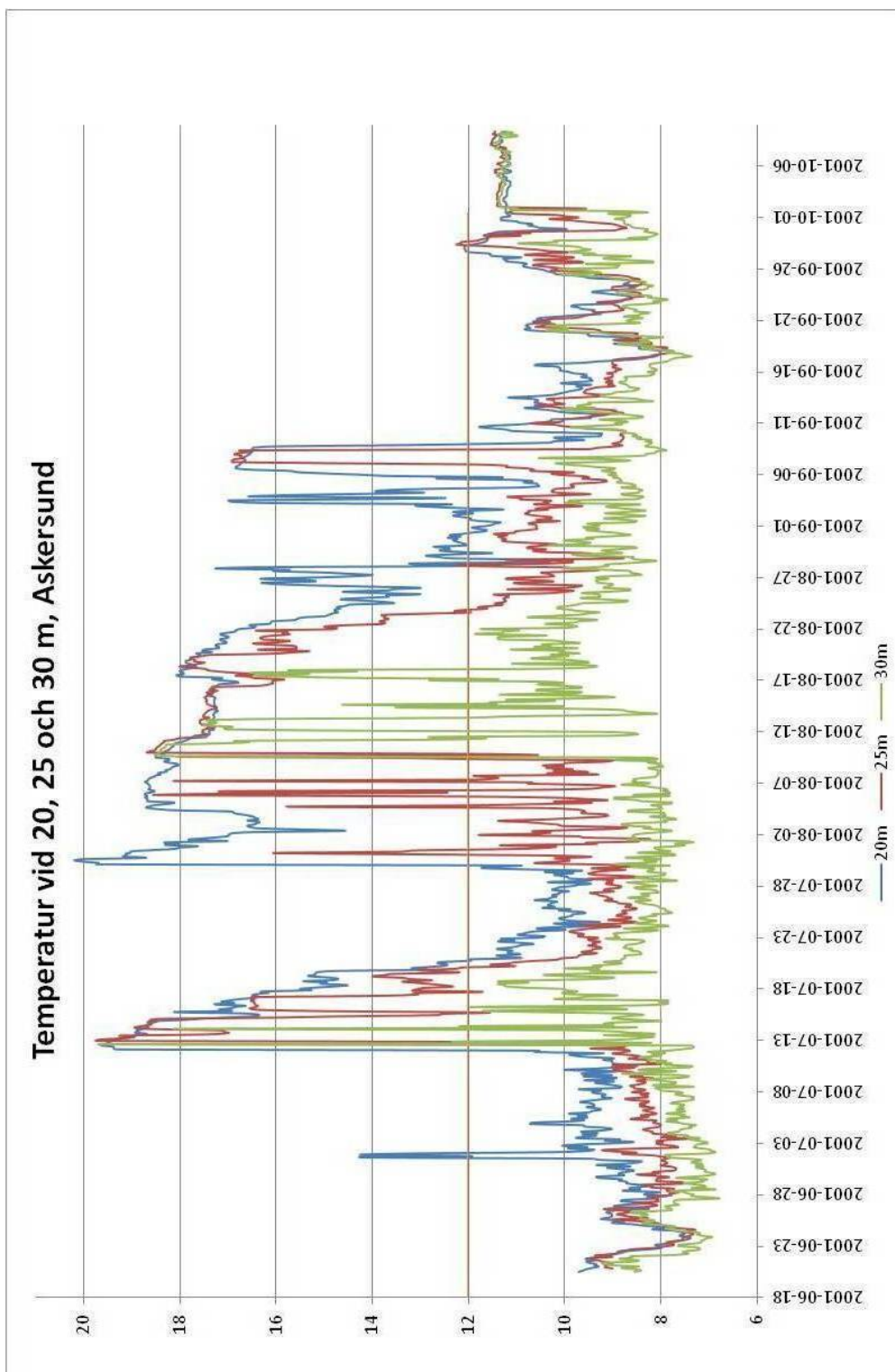
*Temperaturen* vid Jungfrun har tagits på djup ned till ca 80 m. Temperaturprofilerna från maj-aug 2008 och 2007, se figur 4, visar på att ett intag av råvatten bör ske vid ca 35-45 m djup för att komma under språngskiktet som bildas sommardag.



Figur 4. Temperaturprofiler Jungfrun 2008 och 2007 (Vätternvårdsförbundet 2010, Vätternvårdsförbundet 2009)

Temperaturprofilerna ovan bygger på endast en provtagning varje månad. Flera av kommunerna och vattenverken runt Vättern upplever att temperaturen kan fluktuera mycket i råvattnet och även att pikar i turbiditet kan uppstå.

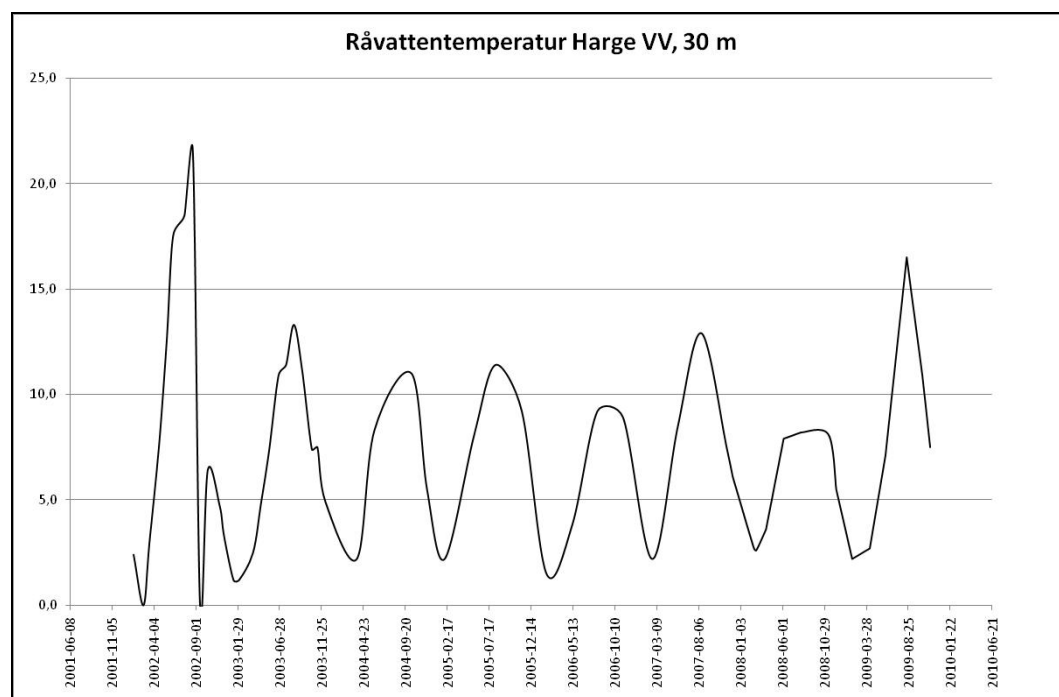
Under en period år 2001 då en ny intagspunkt skulle undersökas för Harge vattenverk, loggades temperatur mellan 20-30 m var tredje timma på ett flertal djup. Resultatet redovisas i diagram, figur 5. Av diagrammet framgår att temperaturen på 20, 25 och 30 m djup fluktuerar kraftigt och att den under sommarmånaderna kan vara upp mot 20° C. De snabba temperatursvängningarna kan bero på fenomenet kallat Intern Kelvinvåg (se VVF Rapport 41, 1996 samt VVF Rapport 63, 2001 för bakgrundsteori). En annan förklaring är en mer normal förflyttning av temperatursprångskiktet, men en variation i temperatur mellan ca 8°-18° sker enligt denna mätning vid Askersund på mindre än tre timmar.



Figur 5. Temperaturmätningar vid Askersund i samband med undersökningar för förlängning av intagsledning



Temperatur på råvattnet ligger för Harge vattenverk över rekommenderade 12 grader i stort sett varje sommar (intaget är på 29 m djup), se figur 6.

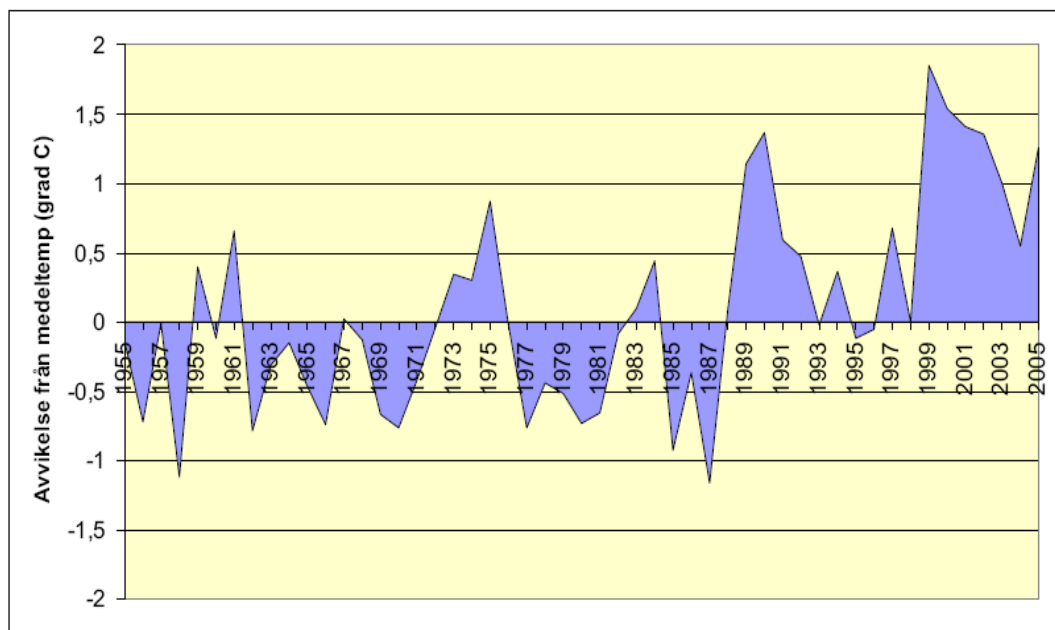


Figur 6. Temperatur på råvatten vid Harge vattenverk. (Obs att diagrammet är baserat på endast ca 2 provtagningar/sommar.)

Vid undersökningar om nytt råvattenintag vid Hjällö till Borgunda vattenverk gjordes en liknande undersökning 2009-2010 med temperatur och turbiditetsmätningar varje timma på djup mellan ca 18 och 27 m. Variationer i temperaturen finns även här men är inte lika kraftiga. Enligt personal på vattenverket (Palmborg, 2010-10-03) upplever de turbiditetsstötter ett par gånger per månad (även vid den nya intagspunkten som utreds) och under sommartid även temperatursvängningar på upp till 18 grader. Dessa uppkommer vid östlig vind då ytvatten trycks in mot strandkanten.

Ödeshögs vattenintag till vattenverket i Orsnäs ligger på 24 m och 50 m ut från land (Ödeshög, 2010-08-25). Temperaturen på intaget råvatten är ofta över 12° C under sommartid och kan variera kraftigt under kort tid (Conradsson, 2010-08-25). Detta beror troligtvis på det förhållandevis korta avståndet till strandkanten och vid sydvästliga vindar stiger temperaturen då ytvatten pressas ner djupare.

Trenden för ytvattentemperaturen i Vättern är ökande. Det finns underlag som visar att såväl medeltemperaturen som högsta temperatur per år ökar i Vättern, se figur 7.



Figur 7. Avvikelse från årsmedeltemperaturen (1939-2005) i Vätterns ytvatten (0,5 m) (VVF, 2006)

*Färgtalet* vid de tre vattenverken har legat konstant under detektionsgränsen på <5 mg Pt/l och ligger långt under riktvärdet för råvatten. Uppskattningar av färgtalet vid Jungfrun kan göras utifrån de analyser som gjorts sedan 1979 genom att konvertera Absorbans 420 nm och resultatet blir då ca 3,6 mg Pt/l i medelvärde (SLU, 2010). Klassificeringen enligt NV blir ”Ej eller obetydligt färgat”. Färgtalet visar på en minskande trend sedan år 1979 då provtagning startade för färg. Låga färgtal är tecken på låga halter av humus, järn eller mangan.

*Lukt/art* för de tre råvattnen är Ingen, eller i något fall för Motala, Svag – ”unken, sjöliknande” vilket förmodligen beror på att intagsdjupet ligger något grundare än de andra, ca 10 m.

*Konduktivitet*, ledningsförmågan, ger information om lösta salter i vattnet, och *redoxpotential* indikerar vattnets oxiderande förmåga, för dessa parametrar finns inget riktvärde för råvatten. För dricksvatten får konduktiviteten ej överstiga 250 mS/m för tjänligt med anmärkning. Redoxpotentialen ska främst användas som kontrollparameter i samma råvattentäkt för att märka skillnader över tid och bör inte jämföras mellan olika vattentäkter. Redoxpotential har inte analyserats i den normala provtagningen vid vattenverken.

### 4.3.1.3 Kemiska parametrar

Kemiska parametrar finns redovisade i tabell 9 nedan.

pH, alkalinitet och hårdhetskänsliga joner i råvattnet måste framför allt avstämmas till lämpliga nivåer, detta är inget som ska avlägsnas eller ses som en förorening, men däremot påverkar beredningsprocessen för att få ett stabilt utgående dricksvatten. *pH* varierar för de tre råvattnen mellan 7,5-7,9 och ligger inom riktvärdets gränser. Vid Jungfrun har pH värdet bedömts till klassen ”Höga” enligt NV bedömningsgrunder och trenden är ökande.

*Alkaliniteten* vid intagen ligger på 33-35 mg HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l och medelvärde vid Jungfrun är 0,5 mekv/l (ca 32 mg HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l), vilket innebär mycket god buffertkapacitet och liten försurningsrisk. Trenden är ökande. *Kalcium-* och *Magnesiumhalterna* ligger i nivå med dricksvatten.

Detta gäller även NOM, naturligt organiskt material, som mäts som *kemisk syreförbrukning* (COD<sub>Mn</sub>) och *totalt organiskt kol* (TOC). Båda dessa parametrar är låga i Vättern och trenden är oförändrad sedan 1970-talet.

*Näringsämnen* analyseras inom miljöövervakningen. Totalfosforhalterna är ca 0,004 mg/l och trenden är minskande sedan 1970-talet. Totalkvävehalterna har däremot ökat från ca 0,6 mg/l och ligger nu på 0,8 mg/l sedan mätningarna började. Kvävet hamnar därmed i klassen Högt enl. NV bedömningsgrunder. Höga halter av kvävesystemets komponenter (ammonium, nitrit och nitratjoner), liksom fosfatjoner kan indikera avlopps eller jordbrukspåverkan (Svenskt Vatten, 2008-12-08). När kvoten totalfosfor/totalkväve (N/P-kvot) ligger högt är kvävet i överskott och fosfor är begränsande näringsämnet och reglerar produktionen. N/P-kvoten visar potentialen för kvävefixering och för massutveckling av kvävefixerande cyanobakterier (”blå-gröna alger”), vilken i Vättern är låg. Risken för att kväve skall förekomma som giftig nitrit är liten pga. mycket god syretillgång (Tyréns 2008-11-17).

*Klorid-, sulfat-, natriumjoner* kan ge smakstörningar och *flouridjonkoncentrationer* ska hållas låga av hälsomässiga skäl. Dessa ligger väl under riktvärdena. Detsamma gäller för *järn* och *mangan*.

Syrgas har analyserats vid Jungfrun och Edeskvärna inom miljöövervakningsprogrammet. Syretillgången är god i Vättern och de senaste åren har det lägsta värdet på 70 m djup endast varit nere i 8,5 mg/l som lägst. Medelvärden på 50 m och 70 m djup är 11,9 mg/l resp. 12 mg/l vid Jungfrun och 12,1 och 12,3 mg/l vid 50 m resp. 110 m djup vid Edeskvärna. Därmed hamnar Vättern i klassen Hög map. syrgas enligt NV bedömningsgrunder.

Tabell 9. Kemiska parametrar, <sup>x</sup> Enstaka värden över, - Inga analyser har utförts

Parameter (mg/l om inget annat anges)	Riktvärde	Harge	Råsnäs	Borgunda
pH	5,5 - 9	7,7	7,7	7,8
Alkalinitet, mg/l HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		-	34	33
COD <sub>Mn</sub> , mg O <sub>2</sub> /l	<10	-	1,7	1,8
TOC mg C/l		-	-	-
Kalcium (Ca)	<100	-	16	14
Magnesium (Mg)	<30	2,5	2,4	2,3
Aluminium (Al)	<0,1	<0,02	<0,02	<0,01
Mangan (Mn)	<0,3	<0,02	<0,02	<0,01
Järn (Fe)	<1	<0,05	<0,05	<0,05
Fluorid (F)	<1,5	-	-	<0,2
Sulfat (SO <sub>4</sub> )	<100	-	-	19
Klorid (Cl)	<100	-	-	10
Kalium (K)	<12	-	-	1,5
Natrium (Na)	<100	-	8,0	7,0
Ammonium-kväve, mg NH <sub>4</sub> -N/l	<0,05	<0,01	<0,01 <sup>x</sup>	0,02
Ammonium, mg NH <sub>4</sub> /l	<0,06	<0,02	<0,02 <sup>x</sup>	
Fosfat-fosfor, mg PO <sub>4</sub> -P/l	<0,05	-	-	-
Fosfat, mg PO <sub>4</sub> /l	<0,15	-	-	-
Nitrat-kväve, mg/l N	<5	-	-	0,53
Nitrat, mg NO <sub>3</sub> /l	<22	-	-	2,3
Nitrit-kväve, mg/l N	<0,005	<0,001 <sup>x</sup>	0,002	0,002
Nitrit, mg/l NO <sub>2</sub>	<0,02	0,003	0,007	0,007
	<b>Jungfrun 50 m</b>	<b>Jungfrun 70 m</b>	<b>Edeskv. 50 m</b>	<b>Edeskv. 110 m</b>
Syrgas mg/l	11,9	12	12,1	12,3

#### 4.3.1.4 Föroreningar

Föroreningar kan delas upp i organiska och oorganiska. Den första kategorin innehåller bland annat bekämpningsmedel, organiska lösningsmedel och andra miljögifter, medan den andra kategorin domineras av förorenande metaller.

I tabell 10 nedan finns sammanställt utökade analyser på råvatten vid Borgunda och Hägeberg vattenverk. Av de oorganiska miljögifter som analyserats, främst metaller, är vissa detekterade, men då under riktvärdena. De organiska miljögifter som analyserats ligger under detektionsgränserna för aktuella metoder som oftast är samma som riktvärde på råvatten eller ligger under.

Tabell 10. Sammanställning av råvattenanalyser Borgunda och Hägebergs vattenverk

Parameter	Enhet	Riktvärde	Borgunda	Hägeberg <sup>1</sup>
Antimon	mg/l	<0,005	<0,001	0,00017
Arsenik	mg/l	<0,01	<0,0002 <sup>x</sup>	0,00016
Barium	mg/l	<1	0,013	-
Bly	mg/l	<0,01	0,00045	0,000085
Kadmium	mg/l	<0,001	<0,00002	<0,00001
Krom	mg/l	<0,05	<0,0002	0,000063
Koppar	mg/l	<0,05	0,003	<0,01
Kviksilver	mg/l	<0,001	<0,0001	<0,0001
Nickel	mg/l	<0,02	0,00086	0,00051
Silver	mg/l	<0,01	<0,0001	-
Uran	mg/l	<0,015	-	-
Zink	mg/l	<1,0	0,0066	-
Bor	mg/l	<1	-	<0,3
Cyanid	mg/l	<0,05	<0,001	<0,01
Radon	Bq/l	<1000	-	-
Selen	mg/l	<0,01	-	<0,003
Bekämpningsmedel, enskilda/totalt	µg/l	0,1/0,5	<0,01	<0,05
Bensen	µg/l	<1	<0,5	<0,5
Bens(a)pyren	µg/l	<0,01	<0,005	<0,005
1,2-dikloreten	µg/l	<3	<1,5	<1,5
Fenoler	µg/l	<5	<5	-
Polycykliska aromatiska kolväten PAH 16	µg/l	<0,1	<0,1	<0,04
Tetrakloreten och trikloreten	µg/l	<10	-	<3
Ytaktiva ämnen, anjoniska	µg/l	<200	<6	-

<sup>1</sup>Hägebergs vattenverk, Jönköping, Stickprov 2010-03-09

Metallförekomster har undersökts i norra Vätterns tillrinningsområde och visar på att hela området är metallbelastat av framförallt zink och bly. Det finns flera källor i området men de mest betydande är Rosthyttan (ett sandmagasin där anrikning av malm har skett i Åmmeberg), en deponi vid Salaåns utflöde, samt tillförsel via Salaån, Åmmelångens avflöde, samt Alsens utlopp.

Provtagningspunkter för miljöövervakning närmast en potentiell intagspunkt är Stora Hammarsundet och Kärrafjärdens utlopp. Vid dessa lokaler är Höga halter (enl. NV bedömningsgrunder) av zink och bly uppmätta. Transporten ut i Vättern är betydande med ca 12,5 ton zink/år och 0,4 ton bly/år (1994-2009) (Medins Biologi, 2010).

Trots detta är halterna av både bly och zink ute i Vätterns vatten uppmätta till Mycket låga halter och långt under riktvärden för råvatten (Medins Biologi, 2010). Koncentrationen av zink och bly vid provtagningspunkten Jungfrun har i medeltal varit 4,7 µg/l resp. 0,17 µg/l (2004-2009). Riktvärdet för metallerna är <1,0 mg/l för zink och <0,01 mg/l för bly. Värt att notera är att bottenvattnet vid Jungfrun, taget vid ca 70 m djup, innehåller något mer bly än ytvattnet. Medeltalet för bottenvattnet är 0,29 µg/l och ytvattnet 0,06 µg/l (SLU, 2010). Detta beror på att bly har en betydligt större affinitet till organiskt material och därmed sediment än vad zink har. Eftersom syretillgången är god bedöms det som mycket liten sannolikhet att metaller skulle övergå i löst fas pga. reducerande förhållanden vid syrefria bottenar.

Metallhalterna i Vätterns sediment undersöktes sommaren 2004 på tre lokaler. Klassningen hamnar för de tre lokalerna för fyra metaller i klass 3 (Måttligt höga halter enligt de gamla bedömningsgrunderna) och för fyra metaller i klass 2 (Låga halter). Att klassningen av metaller är högre i sediment än i vattenfasen beror på vattnets långa uppehållstid vilket i sin tur medför en effektiv sedimentering. Vättern utgör en klassisk s.k. ”fälla” för olika ämnen dvs. ämnena sedimenterar ur vattenfasen. Därmed kan slutsatsen dras att metallpåverkan på biota i vattenfasen troligen är låg medan risken för metallpåverkan på organismer är större för dem som lever i/nära botten (Vätternvårdsförbundet, 2005, rapport 88).

Sammanfattningsvis konstateras i undersökningar av fisk och kräftor i Vättern att organiska miljögifter och kvicksilver fortfarande är ett problem trots en i många fall positiv utveckling över tid (Vätternvårdsförbundet, 2009). För dricksvattenproduktion ses detta dock som ett mindre problem eftersom detta är ämnen som anrikas i organismer och ej till stor del finns i den fria vattenmassan.

### 4.3.1.5 Mikrobiologiska parametrar

En av de viktigaste uppgifterna för produktionen av ett säkert dricksvatten är att avlägsna eventuella sjukdomsframkallande mikroorganismer. Genom att känna till råvattnets innehåll av mikroorganismer kan bärriärbehovet vid dricksvattenproduktionen bedömas. Detta görs genom övervakning av ett antal indikatororganismer som representerar de sjukdomsframkallande mikroorganismerna men överlever bättre och längre än dessa, är ofarliga och är lätta att odla och identifiera. Riktvärdena för dessa indikatororganismer i råvatten är baserade på erfarenhet och överväganden kring rimlighet och inte kvantitativ riskanalys (Svenskt vatten, 2008-12-08).

Genom noggrann uppföljning erhålls sedan ingångsvärden för att bedöma barriärernas funktion.

Tabell 11. Medelvärden av mikrobiologiska råvattenanalyser.

	Riktvärde (cfu/100 ml)	Harge	Råsnäs	Borgunda	Ödeshög <sup>2</sup>	Häggeberg <sup>3</sup>
Koliforma bakterier	<5000	23 (max 240)	9 (max 34)	9 <sup>1</sup> (max 200)	9 (max >100)	2 (max 10)
E.coli	<500	<1 (max 11)	<1 (max 7)	<1 <sup>x</sup> (max 4)	3 (max >40)	<1 (max 5)
Enterokocker	<500			<1		<1 <sup>4</sup>
Clostridium perfringens	y			<1 <sup>x</sup>		<1 <sup>4</sup>
Kolifager	y					
Antal mikroorganismer 22°C, 3d (cfu/ml)	y	170	250 (max 1900)	45 <sup>1</sup> (max 690)	61 (max 430)	77 (max 360)
Antal långsamväxande bakterier, 7d (cfu/ml)	y			71 <sup>1</sup> (max 700)	112 (max 450)	10 <sup>4</sup>
Calicivirus						
Campylobakter						
Salmonella				ej påvisad		
Giardia, Cryptosporidium						

<sup>y</sup> Var uppmärksam på förändringar, <sup>x</sup> Enstaka värden över

<sup>1</sup> Medelvärden av mikrobiologisk provtagning 2 ggr/mån 2008-2010

<sup>2</sup> Medelvärden av mikrobiologisk provtagning 4 ggr/mån maj 2009-aug 2010

<sup>3</sup> Medelvärden av mikrobiologisk provtagning 2 ggr/mån sept 2009-mars 2010

<sup>4</sup> Stickprov 2010-03-09

Som framgår av tabell 11 är det mikrobiologiska innehållet i råvatten till de olika vattenverken generellt låga och alla medel- och maxvärden ligger under riktvärden. Vid några av vattenverken (Borgunda och Ödeshög) har enstaka provtagningar visat på högre halter. Dessa bedöms som lokala punktutsläpp.

#### 4.3.1.6 Övriga biologiska parametrar

Generellt är totalvolymen av växt- och djurplankton liten och artsammansättningen normal i Vättern (Årsskrift 2009 VVF). Som nämnts tidigare är kväve/fosforkvoten hög och det råder kväveöverskott i Vättern. Det finns därmed ingen större risk för att kvävefixerande cyanobakterier ("blå-gröna alger") ska bilda massförekomster. Vad en obalans i N/P-kvoten, där ett kväveöverskott föreligger, får för konsekvenser är osäkert. Dock finns belägg för att förändringar av växtplankton kan ske inom gruppen kiselalger mot mer "fastsittande och kletiga" former när N/P-kvoten ökar.

Kiselalger har varit ett visst problem vid Hägebergs vattenverk under vårtid då algerna blommar och har satt igen skivsilarna och dessa har varit tvungna att spolas oftare. En del av algerna har även tagit sig igenom till långsamfiltren där fastläggning har skett. Någon höstblomning i Vättern förekommer inte.

Klorofyllhalten, som återspeglar algers påverkan av övergödning, har vid Råsnäs vattenverk varit låg till måttligt låg de senaste 40 åren av recipientkontrollen av Motalaströms vattenvårdsförbund (MSVVF 2010-07-02).

#### 4.3.1.7 Klimatförändring – påverkan på vattenkvaliteten

Enligt forskares beräkningar står vi inför stora klimatförändringar. Beräkningar av hur klimatet troligen utvecklar sig har gjorts med olika datormodeller. Resultaten i siffror varierar mellan olika modeller, men trenderna är likartade.

Sett över hela perioden, 1961-1990 jämfört med 2071-2100, ökar Sveriges årsmedeltemperatur med mellan 2,5 och 4,5 °C. Vintertemperaturerna beräknas öka med 2,8 och 5,5°C. För sommartemperaturen beräknas medianvärdet öka med 3-4°C. Temperaturhöjningen väntas bli större i vatten än i luft, vilket kan komma att påverka råvattenkvaliteten. Nederbörden som faller över Sverige förväntas öka under det närmaste seklet med mellan knappt 10 och drygt 20 %. Nederbördsökningen är störst under vintern (SMHI 1, 2010-07-02). Till viss del kan man redan idag se resultat av klimatförändringar. För Sveriges del har under de senaste trettio



åren en uppseendeväckande mängd översvänningsproblem uppstått. Dessutom har tillrinningarna till sjöar och vattendrag, med vissa undantag, legat högt sedan mitten av 1980-talet. Dessa företeelser beror på mildare vintrar och en tendens till mer nederbörd (SMHI 2, 2010-07-02).

Konsekvenserna av klimatförändringarna för dricksvattenförsörjningen kan bli avsevärda. Kvaliteten på råvattnet i vattentäkterna kommer sannolikt att försämrats med ökade humushalter och ökad förorening av mikroorganismer. Risken för avbrott och förorening av dricksvattnet ökar med ökade risker för översvämningar, ras och skred (SOU 2007:60 kap 4.2.5). Framtida klimatförändringar kan göra att mängden organiskt material i råvattnet förändras, troligen ökar innehållet och även egenskaperna kan bli annorlunda vilket kan göra det svårare att avskilja i en beredningsprocess (Svenskt Vatten, 2008-12-08).

Hur en temperaturförändring kan påverka vattenkvaliteten i Vättern har studerats genom att jämföra ett antal parametrar efter vintrar med och utan isläggning på Vättern. Vid jämförelse av vattenkvalitet och växtplanktonutveckling efter isfria vintrar och vintrar då isen lagt sig på Vättern kan konstateras att temperaturen är högre i vattenmassan under våren, nitratkvävehalterna högre under vår och sommar samt att kiselalgen *Aulacoseira* fanns i större mängd i maj under de isfria åren (Westöö, 2004).

Det kan dock diskuteras om dessa förändringar av råvattenkvalitet kommer att påverka vattenförsörjning från Vättern inom dess livslängd på ca 50-100 år. Den allmänna temperaturökningen resulterar förmodligen i ökad medeltemperatur i Vättern, vilket måste beaktas vid placering av ett potentiellt intag.

SMHI rapport 2010-53 Vattenstånd i Vättern i ett ändrat klimat har beräknat vattenståndsutvecklingen i Vättern utifrån 16 klimatscenarier och en modell som satts upp och kalibrerats mot historiska klimatdata. Resultaten pekar på en sänkning av det naturliga vattenståndet för det stora antalet av de 16 scenarierna. Den genomsnittliga sänkningen ligger i samma storleksordning som höjningen av vattenytan p.g.a. landhöjningsskillnaden mellan Motala och Jönköping.

#### 4.3.1.8 Sammanfattning och kunskapsluckor

Vattenkvaliteten och förutsättningarna för att producera ett dricksvatten på råvatten från Vättern är goda. Ingen av parametrarna som ingår i Svenskt Vattens rekommendationer och riktvärden för råvatten överskrids vid de provtagningspunkter som studerats i denna rapport, utan ligger långt under. Samtliga parametrar ligger även i den för dricksvatten mest fördelaktiga klassen enligt Naturvårdsverkets (NV) bedömningsgrunder (Tyréns, 2008). Vissa av parametrarna ligger i området för en färdig dricksvattenkvalitet.

Däremot är det flera av parametrarna som måste studeras närmare för att få en optimal placering av intaget av råvatten, framför allt med avseende på fenomenet Intern Kelvinvåg som kan uppkomma i Vättern. Dessa är temperatur, organiskt material och turbiditet, för att få en uppfattning om vilka djup ytvatten kan ta sig ner på och vilka djup språngskiktet ligger på generellt under sommartid vid en potentiell intagspunkt.

Mikrobiologisk vattenkvalitet kan variera kraftigt i både tid och rum, lokala variationer kan vara stora och det är därför viktigt att en omfattande provtagning sker för att kunna beskriva kvaliteten på ett rättvist sätt. En utförligare mikrobiologisk undersökning där både indikatororganismer och sjukdomsframkallande mikroorganismer ingår bör genomföras vid en potentiell intagspunkt. Dessutom bör metallanalyser (framför allt zink och bly) ingå samt provtagning på sediment.

#### 4.3.2 Intaget

Intagsdjup och intagsledningens längd för några av de större vattenverken runt Vättern framgår av tabell 12 (tabellen har utgått).

Tabell 12. Intagsdjup och intagsledningars längd för några vattenverk runt Vättern.

Tabellen har utgått.

Flera av de i tabellen redovisade vattenverken har förlängt eller planerar att förlänga sina intagsledningar för att erhålla en jämnare temperatur och därmed sammanhängande vattenkvalitet.

Ett vattenintag för regional vattenförsörjning från Vättern måste placeras så att en god och jämn vattenkvalitet erhålles över hela året. Den analys av temperatur- och kvalitetsvariationer, som redogöres för ovan visar att intaget bör anläggas på minst 30 m djup. Detta för att bli oberoende av de högre sommartemperaturerna och därmed eventuellt sammanhörande kvalitetsförsämringarna.

Vattenintaget måste också lokaliseras med hänsyn till de risker från föroreningskällor och utsläpp vid olyckor som kan inträffa. Därvid måste strömningsförhållanden och strömningstider beaktas.

Om variationer i temperatur och vattenkvalitet ändå sker kan intaget t ex utformas med alternativa intagsplaceringar i plan och djup. En principutformning av ett intag med två alternativa intagspunkter i plan och djup framgår av bilaga 3.

Det är vidare angeläget att nå det vattendjup som söks på ett nära avstånd från land, då de ledningsdimensioner som är aktuella innebär betydande anläggningskostnader.

Med hänsyn till ovan angivna aspekter föreslås vattenintaget placeras i den nordöstra delen av Vättern strax söder om Hargehalvön utanför Bredviken. Här kan vattendjup om ca 50-60 m erhållas med en intagslednings längd om mindre än 2000 m. Eftersom de resulterande strömmarna i denna del av Vättern går moturs bedöms risken för påverkan från det utgående vattnet från Norra Vätterns inre delar som mindre.



Figur 8. Möjlig placering av intag

Vid den närmare bestämningen av placeringen av intaget bör följande också beaktas:

- Bottenförhållanden, typ av sediment, risk för uppgrumling
- Intagssilens placering i förhållande till botten
- Behov av skydd av bottenformationer för strömmar
- Förhärskande vindriktning
- Undvikande av ackumulationsbottnar för metaller/djuphål

Längs Vätterns nordvästra sida breder en skärgård ut sig ca tre-fyra km ut från stranden och det skulle vara besvärligare att dra en intagsledning till djupare Vätternvatten där, som inte är påverkat inne i vikarna och mellan öarna. Olshammars vattenverk som hade sitt råvattenintag i skärgården på den västra sidan har lagts ner pga. av höga färgtal i viken.

Ett annat alternativ är att intaget skulle ligga söder om Sörviken och Aspa bruk. Sörviken är formad så att ett eventuellt utsläpp från processen pga. strömningarna i Vättern och Corioliseffekten driver söderut, vilket gör denna placering olämplig.

Om beslut fattas att gå vidare med projektet bör det omgående startas upp bottenundersökningar, provtagningar och vattenanalyser i aktuellt avsnitt av Vättern för att närmare bestämma lämpligt läge av intaget. Provtagningarna och vattenanalyserna bör pågå under flera års tid för att fånga upp de variationer som kan finnas över tiden.

### 4.3.3 Skyddsaspekter

#### 4.3.3.1 Riskinventering och bedömning

Ett gemensamt vattenskyddsområde med skyddsbestämmelser för de kommuner som utnyttjar Vättern som vattentäkt håller på att fastställas. I ansökan för vattenskyddsområde konstateras att de största riskerna för vattenförsörjning för Vättern generellt är (riskklass 3<sup>1</sup>):

- Trafik
- Avloppsanläggningar
- Bensinstationer
- Dagvatten
- Lantbruk

<sup>1</sup> **Klass 3** - Stora risker. Åtgärder enligt handlingsplan vidtas. Ansvarig personal inom VA-förvaltningen larmas (Tyréns 2008)

För ett nytt intag i närheten av Harge vattenverks intag kan följande risker identifieras och bedömas som de mest betydelsefulla (riskklass 3):

- Trafik (farligt gods på väg 49 och 50)
- Avloppsreningsverk, pumpstationer och enskilda avloppslösningar
- Båttrafik, fritidsbåtar och övriga
- Lantbruk och djurhållning

En samlad karta med samtliga riskobjekt i aktuellt område framgår av bilaga 4.

En trafikolycka med farligt gods utgör den största risken för dricksvatten speciellt om den skulle inträffa nära en intagspunkt för dricksvatten- eller i anslutning till ett större vattendrag med kraftigt flöde och som mynnar nära en intagspunkt (Tyréns 2008-11-17). Vid norra Vättern går väg 49, på västra sidan, och väg 50, på östra sidan, och båda är rekommenderade primärleder för farligt gods. De objekt som har identifierats vid konsekvensklassificeringarna av Vägverket i närheten av ett nytt intag är Hammarsundet, Hultsjöån, Gärdhyttansbäcken, Brattebrobäcken, Hilleviksbäcken och Kvarnsjöbäcken. För dessa objekt skulle ett utsläpp kunna nå ett intag på ca två-tre timmar beroende på vindriktning och styrka.

På ett par ställen runt sjön finns även avloppsanläggningar där en olycka i form av bräddning direkt ut i Vättern eller läckande tryckavloppsledning kan utgöra en risk. Även enskilda anläggningar kan innebära en negativ påverkan om det är beläget nära ett intag. Två avloppspumpstationer är belägna i närheten av Harge, samt ett avloppsreningsverk i Hammar dimensionerat för 5000 pe. Detta planeras att byggas ut inom ca 5-10 år till ca 12000 pe genom att det befintliga avloppsreningsverket för Askersunds centralort omlokaliseras till Hammar.

Dessutom förekommer enskilda avlopp till både permanentboende och fritidshus i t.ex. Bastedalen och Forsanäset som är undermåliga (ref Underlag vattenförsörjningsplan Sinan). Det är uppskattat att dessa är ca 200 st till antalet (Tyréns, 2008, bil G1). Från dessa är det ca 2-4 km till ett potentiellt intag.

Även fritidsbåtar i Hargeviken bedöms utgöra risk för det befintliga intaget (Tyréns 2008-11-17). Dessa kan påverka vattenkvaliteten med både tömning av septictankar och utsläpp av petroleumprodukter.

Lantbruk och djurhållning i närheten av råvattenintag kan öka risken för bekämpningsmedel och mikrobiologisk påverkan på vattenkvaliteten. Det saknas dock information i det befintliga materialet om det på landområdet i närheten av Harge bedrivs lantbruk och djurhållning/standbete och i vilken form i så fall. Några gödselanläggningar utan bottenplatta har påträffats. Dessa utgör en stor risk i närheten till ett vattenintag (Tyréns 2008-11-17).

#### 4.3.3.2 Tillståndspliktiga anläggningar

Munksjö Aspa bruk (sågverk) tillverkar blekt och oblekt sulfatpappersmassa och ligger på en halvö strax öster om Olshammars samhälle vid Vätterns norra del. Fabriksvattnet tas som ytvatten från Vättern ca 1 km öster om fabriken. Vattenrecipienten är Vättern där anläggningens processavlopp utmynnar i Sörviken. Driftstörningar och utsläpp (år 2007) bestod av läckage av ca 12 l olja och 5 ton klorat, samt 25 ton mesaslurry till Sörviken.

Zinkgruvan ägs idag av Lundin Mining Corporation och har ca 300 anställda. Mineralutvinningen är främst koncentrerad på zink, koppar, bly och silver. Gruvan är i dagsläget omkring 1100 meter djup och består även av en behandlingsanläggning och omhändertagande av slaggprodukter. Malmproduktionen är ca 1miljon ton per år (2008).

Övriga tillståndspliktiga anläggningar i närheten till norra Vättern är Hasopor Hammar AB tillverkar lättfylldsmaterial (skumglas), Hammar avloppsreningsverk (se ovan), Askersund samt Västanviks avloppsreningsverk, samt ett lantbruksföretag Stjernsundsgård, som bedriver jordbruk, kött och äggproduktion.

#### 4.3.3.3 Förorenade områden

I det regionala programmet för efterbehandling av förorenade områden i Örebro län är två objekt Mifo 2 undersökta och hamnat i riskklass 1 och ligger på tio-i-topplistan på prioriterade områden. Dessa är Rosthyttan i Åmmeberg och Aspa såg. Rosthyttan är ett område där anrikning av malm har bedrivits och stora mängder metaller läcker ut till Kärrafjärden som är en del av norra Vättern (se vidare kapitel Råvattenkvalitet). Aspa såg är ett område där impregnering och doppning pågått och ligger invid Vättern.

I en metallbalans för Kärrafjärden (norra Vättern) framkom att en ”okänd” källa bidrar med ett mycket stort årligt zinktillskott. Ett nu identifierat sandmagasin vid Rosthyttan i Åmmeberg visade sig bidra med kvantiteter som till stor del kan förklara detta tillskott. Efterbehandling av detta område bör sannolikt medföra en minskad belastning på Kärrafjärden och därmed även Vätterns totala vattenvolym. Zinkgruvan Mining AB genomförde under 2006 en försöksåtgärd på ett delområde av sandmagasinet. Åtgärden innebar täckning med kalkkross, sand och morän i syfte att minska genomströmningen och höja pH-värdet och på så sätt minska utläckage av metaller. Försöket utvärderades under 2007 och visade sig inte ge något resultat över huvud taget. Sandmagasinet håller nu på att undersökas av bolaget för att hitta en lämpligare åtgärd. Eftersom detta område troligen är den enskilt största punktkällan avseende zinkläckaget till norra Vättern bedöms fortsatta insatser vara mycket viktiga (Lst Örebro län, 2009).

#### 4.3.3.4 Militära dumpningsområden och övningsområden/riskområden

Försvaret har haft aktivitet i anslutning till Vättern under mycket lång tid. Skjutverksamhet har pågått från början av 1900-talet. På 1920-talet startade skjutverksamheten vid Hästholmen och Karlsborg. Kulmen på den militära verksamheten var under perioden 1940 – 65. Idag finns skjutområden främst omkring Karlsborg och sprängladdad ammunition används inte längre. Parallellt med utnyttjandet av Vättern som militärt övningsområde förekom även dumpning av ammunition. Före 1956 fanns inga bestämmelser som inskränkte möjligheterna att dumpa på allmänt vatten, men 1966 infördes förbud mot dumpning av ammunition i Vättern. Det finns fyra kända dumpningsplatser i sjön (i närheten av Jönköping, Ödeshög, samt två vid Karlsborg), men det kan finnas fler.

Undersökningar har genomförts för att försöka utröna om metallförhöjningar förekommer i vatten och sediment inom övningsområdena för militären. Sedimenten i Karlsborgsområdet är mer metallförorenat än vad som kan betraktas som ”normalt” i ett urbaniserat område. Detta kopplas till gruvverksamheten i anslutning till norra Vättern och betydelsen av den militära verksamheten anses ringa.



#### 4.3.3.5 Skyddsanordningar och administrativt skydd

Föreslagna åtgärder för objekten i konsekvensklassificeringen gjord av Vägverket för väg 50 (rapport 78) bör, om de ej redan är genomförda, utföras om projektet med regional vattenförsörjning blir aktuellt.

Det vattenskyddsområde med föreskrifter som nu ligger under beslut behöver anpassas för den nya anläggningen med tillhörande intag mm.

##### 4.3.3.5.1 Modell för simulering av utsläpp

Seatrack Vättern är ett simuleringsprogram för spridning av ämnen i Vättern. Det finns beskrivet i Rapport 63 från Vätternvårdsförbundet, författare SMHI.

Programmet beskriver hur ett utsläpp beter sig under olika vädersituationer och olika tider på dygnet. Det kan fungera dels som ett övningsinstrument, dels som ett verktyg i en skarp situation. Det kan också användas för att i planerings-sammanhang t ex bestämma lämplig placering av vattenintag.

Med hjälp av programmet kan studeras hur olja sprids, avdunstar, löses eller strandar beroende på väder-, vind- och strömförhållanden. Programmet kan även användas för lösta och sjunkande ämnen, samt flytande föremål.

Programmet består i huvudsak av tre delar: en beräkningsdel, en del med förberäknade strömfält för specifika väder- och strömförhållanden samt en presentationsdel. Strömfälten är beräknade för 48 st vind- och skiktning-förhållanden. Sommarskiktningen beskrivs som en tvålayerskiktning som sträcker sig ned till 17 m djup med 14 grader och 5 grader därunder.

För att starta en beräkning anges utsläppsposition. Länsar kan markeras. Beräkningsparametrar anges i fyra blad. I det första bladet anges om utsläppet består av olja/bensin, lösta, sjunkande eller flytande ämnen. I det andra bladet anges startposition, klockslag, varaktighet, utsläppsdjup, densitet, mängd, beräkningstid etc. Det tredje bladet heter Väder. Här anges vattentemperatur, vindriktning, vindhastighet, skiktning och strömförhållanden. Det fjärde bladet innehåller specialinställningar t ex länsans djup och att partiklar kan fastna på land.

I presentationsdelen kan partikelsvärmen följas i tid och rum. Isolinjer visar den relativa koncentrationen för olika djupintervall. Trajektorier beskriver hur partikelsvärmens medelpunkt rör sig etc.

#### 4.3.4 Tillåtlighet

Vid genomförande av projektet kommer ansökan om tillstånd till vattenverksamhet att sökas hos miljödomstolen. Tillstånd kommer att begäras för uttaget av vatten ur Vättern, för överledande till annat avrinningsområde samt för det byggande i vatten, som blir aktuellt. Miljökonsekvensbeskrivning kommer att bifogas ansökan.

För vattenuttaget ur Vättern finns motstående intressen framförallt från de kommuner och företag som idag utnyttjar Vättern för vattenförsörjning. Det föreslagna uttaget bedömes inte påverka de befintliga uttagen.

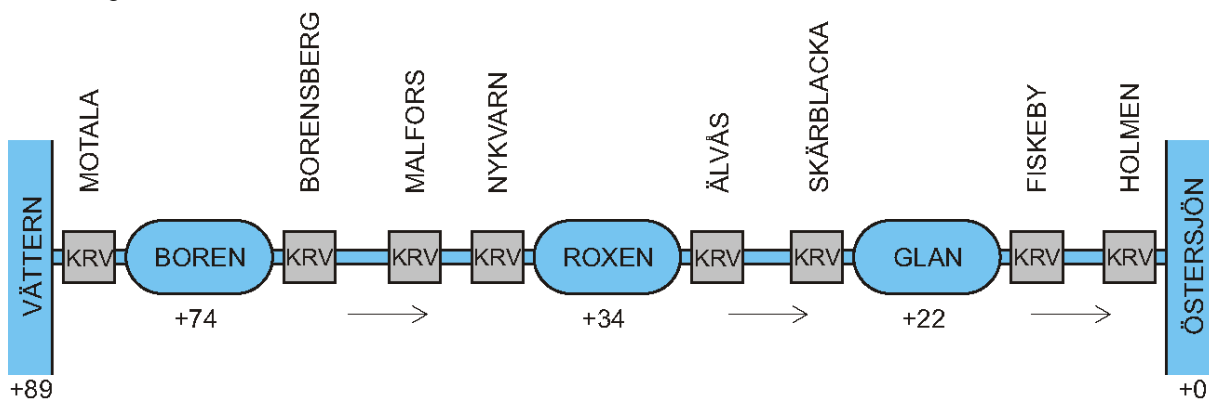
Ett flertal motstående intressen till byggandet av en bergtunnel finns, exempelvis förekomst av malmer och mineraliseringar samt andra bergartsresurser. En prövning mot riksintresset för Zinkgruvans fyndigheter måste ske, se vidare avsnitt 4.5.7,

En bergtunnel kommer även att ge upphov till påverkan på grundvattennivåer och grundvattenflöden, pga den bortledning av inläckande grundvatten som kommer att ske under både bygg- och driftskede för tunneln. Detta kan innebära skador på grundvattentäkter, energibrunnar, grundvattenberoende växtlighet samt eventuellt även uppkomst av konsolideringssättningar i mark.

En tillåtlighetsprövning av regeringen enligt Miljöbalkens 17 kapitel § 4a punkt 16 kan dessutom bli aktuell, eftersom det handlar om vattenbortledning från sjön Vättern.

För vattenbortledningen från Vätterns avrinningsområde måste också beaktas nedströms liggande kraftverk. Vättern avbördas genom Motala ström ut till Östersjön vid Norrköping. Regleringen av utflödet sker vid sjöns utlopp i Motala. Mellan Motala och Norrköping finns 8 elproducerande kraftverk:

Figur 9. Kraftverk i Motala ström.



Vattnet från det aktuella uttaget i Vättern kommer i huvudsak att släppas i andra vattensystem (Arbogaån resp. Eskilstunaån) som avrinner till Mälaren och till Östersjön via Stockholm. Detta betyder att kraftproducenterna i Motala ström går miste om motsvarande mängd vatten och förlorar i kraftproduktion.

Vättern är en mycket stor sjö i förhållande till tillrinningsområdet (35.4%). Vattenvolymen är också stor betraktat som magasin för vattenkraft. Detta möjliggör att så gott som allt vatten kan nyttjas för kraftproduktion i de övre kraftverken i Motala ström. Under perioden år 1940-2000 uppmättes en högsta avbördning från Vättern av  $110 \text{ m}^3/\text{s}$ , dvs. klart under kapaciteten om  $120 \text{ m}^3/\text{s}$  i Motala kraftverk. Längre ner i strömmen förekommer emellertid återkommande perioder då flödet överstiger verkens utbyggnadsvattenföring varvid vatten måste spillas förbi produktionsenheterna. Under dessa perioder betyder marginaluttag av vatten inget produktionsbortfall i anläggningarna. Tabell 13 visar förhållandena vid de berörda kraftverken:

Tabell 13. Berörda kraftverk i Motala ström.

Kraftverk	Ägare	A	B	C	D	E	F	G	H
		Effekt MW	Normalårs- Produktion GWh	Qutb m <sup>3</sup> /s	Fallhöjd m	Spill v/510	Nyttjande- grad %	Vattnets energivärde Wh/m <sup>3</sup>	Elcert.
Motala	Tekniska Verken, Linköping	12	35	120	15.3	0	100	35.7	N
Borensberg	"	5.5		92	6.8	0	100	15.9	
Malfors	"	21	60	95	28.3	0	100	66.0	N
Nykvarn	"	1.5	3.2	80 (92)	4.0	0 (10)	100	9.3	J
Älvås	"	1.5	10	90	2.3			3.3	J
Skärblacka	"	10.5	55	150	9.0	44	93.4	19.6	N
Fiskeby	"	3.5	18	170	2.5	52	89.8	5.2	J
Holmen*	Holmens Kraft AB	29	112	165	18	(60)*			N
Bergsbron*	"			40	11.5	6*	98.8	26.5	
Summerat								<b>182</b>	

\* Kraftverket vid Bergsbron ligger parallellt med Holmens kraftverk och träder in för det vatten som Holmens kraftverk inte förmår att utnyttja.

Förklaringar till tabellen:

- A Den maximala effekt som stationen är utbyggd för.
- B Angiven kraftproduktion för ett normalår.
- C Den maximala slukförmåga som stationen är utbyggd för.
- D Utnyttjad fallhöjd (skillnaden mellan normal vattennivå uppströms och nedströms stationen).
- E Antal veckor under de senaste 510 veckorna som vattenföringen (veckomedelflödet) i strömmen överskridit stationens slukförmåga.
- G Det utnyttjningsbara energiinnehållet i varje m<sup>3</sup> vatten som passerar stationen med hänsyn taget till hur stor del som gått till spill enligt pkt E.
- H Visar om stationen är berättigad till energicertifikat.

Vissa anläggningar är berättigade till sk. Elcertifikat, se kolumn H i tabellen ovan. Dessa ger anläggningarna en betydande extra inkomst per producerad MWh. Certifikattilldelningen är emellertid begränsade i tid. För de äldre småskaliga produktionsenheterna (<1500 kW) går certifikattiden ut vid utgången av år 2012. Övriga berättigade anläggningar, som tagits i drift efter systemets införande (år 2003) uppstår certifikat under 15 år, dock längst till och med år 2035. I det följande har ingen hänsyn tagits till elcertifikat.

Råkraftpriset varierar kraftigt under ett år och mellan olika år. Följande sammanställning, tabell 14 över årsmedelpriser för elkraft är hämtad från Norden gemensamma kraftbörs, Nord Pool Spot AS:

Tabell 14. Årsmedelpriser för råkraft, Nord Pool Spot AS

År	Dåpris (kr/MWh)	Index (KPI)	Nupris (kr/MWh)	Anm.
2006	445.38	1.065	474.33	
2007	280.13	1.042	291.90	
2008	491.55	0.998	490.57	
2009	392.81	1.014	398.31	
2010*	519.17	0	519.17	Per 2010-09-20
Genomsnittspris			<b>434.86</b>	

Avslutningsvis visar studien att 1 m<sup>3</sup> vatten vid passage genom Motala ström, mellan Vättern och Östersjön, i genomsnitt är värd  $434.86 \cdot 182 / 1000000 = \mathbf{0.079 \text{ kr}}$  (**7.9 öre**) ur elkraftsynpunkt. Aktuellt uttag har bedömts inte ha någon betydande inverka på effektberedskap etc. vid anläggningarna.



## 4.4 Processanläggningar

### 4.4.1 Befintliga vattenverk med uttag från Vättern

Vättern utnyttjas idag av ca 260.000 personer för kommunal vattenförsörjning. Många av de befintliga vattenverken har en relativt enkel behandlingsprocess, vilket kan förklaras av den goda råvattenkvaliteten. En sammanställning av behandlingsprocesserna för några av de större vattenverken med råvatten från Vättern framgår av tabell 15.

Tabell 15. Sammanställning av behandlingsprocessen för några av de större vattenverken med råvatten från Vättern

Kommun / anläggning	Ungefärligt antal anslutna	Behandlingsprocess
Askersund, Harge VV	8 000 p	Snabbfilter, klor
Motala	32 000 p	Snabbfilter, UV, kloraminer
Vadstena	5 500 p	Snabbfilter, UV, klor
Ödeshög	5 000 p	Kemisk fällning, UV
Jönköping Brunstorp	20 000 p	Långsamfilter, klor, UV
Jönköping Häggeberg	90 000 p	Mikrosilar, Långsamfilter, klor
Skaraborgs vattenverksförbund	80 000 p	Förklorering, snabbfilter, klor
Hjo	5000 p	Mikrosilar, ozon, långsamfilter, klor
Karlsborg	12000	Kemisk fällning, klordioxid

Av tabellen framgår att flera vattenverk bara har snabbfilter och desinfektion. Mer långtgående behandling har vattenverken i Jönköping och Hjo med långsamfilter samt Ödeshög och Karlsborg med kemisk fällning.

## 4.4.2 Gällande föreskrifter

Föreslagna processalternativ i denna utredning är upprättade utifrån Livsmedelsverkets föreskrifter (SLV FS 2001:30) om dricksvatten med tillhörande vägledning och krav beträffande mikrobiologiska säkerhetsbarriärer.

## 4.4.3 Säkerhetsbarriärer

Med en mikrobiologisk säkerhetsbarriär menas en anordning eller åtgärd i vattenverket som motverkar förekomst av sjukdomsframkallande virus, bakterier och parasitära protozoer i dricksvattnet.

Enligt SLV's föreskrifter om dricksvatten skall

*"Beredningen vara försedd med ett tillräckligt antal säkerhetsbarriärer mot mikrobiologisk förorening".*

Barriärverkan hos ett beredningssteg kan antingen bygga på principen avskiljning eller principen inaktivering. Ur Vägledning till SLV's föreskrifter om dricksvatten framgår det att det bör vara två olika typer av barriärer när det är 2 eller flera.

Ur tabell 16 nedan framgår principen för olika reningsprocesser:

Tabell 16. Olika behandlingsmetoders barriärverkan.

Säkerhetsbarriär	Avskiljning	Inaktivering
Kort konstgjort grundvatten	X	(X)
Långsamfilter	X	(X)
Kemisk fällning + filter	X	-
Primär desinfektion Klorering UV	- - -	X (ej Crypt el Gardia)
Membran < 0,1 um	X	-

Antalet barriärer som behövs beräknas med utgångspunkt från råvattnets mikrobiologiska kvalitet. Tabell 15 nedan kan användas som utgångspunkt vid beräkning av vad som är tillräckligt antal barriärer. Tabellen baseras på det normala antalet bakterier i råvattnet. Utifrån den kända råvattenkvaliteten i Vättern rekommenderas, enligt tabell 17, minst två mikrobiologiska säkerhetsbarriärer.



Tabell 17. Rekommenderat minsta antal mikrobiologiska barriärer

<b>Råvattentyp</b>				
<b>Parameter</b>	<b>Opåverkat grundvatten</b>	<b>Ytvattenpåverkat grundvatten</b>	<b>Ytvatten och ytvattenpåverkat grundvatten</b>	
<i>E. coli</i> eller enterokocker	Ej påvisad (i 100 ml)	Ej påvisad (i 100 ml)	1-10 (antal/100 ml)	> 10 (antal/100 ml)
Koliforma bakterier	Ej påvisad (i 100 ml)	1-10 (antal/100 ml)	10-100 (antal/100 ml)	> 100 (antal/100 ml)
Minsta antal barriärer	En eller En i beredskap (permanent vid kapacitet över 400 m <sup>3</sup> /d)	En	Två	Tre

Det är viktigt att ta reda på och sedan väga in råvattnets kortsiktliga kvalitetsvariationer, eftersom allvarliga mikrobiologiska föroreningar kan ha en kort varaktighet.

Anläggningarna bör ha en extra säkerhetsbarriär i beredskap som inte är en del i den ordinarie reningsanläggningen. Normalt innebär detta en desinfektionsutrustning som vid behov kan kopplas in med kort varsel. Syftet är att möjliggöra fortsatt distribution av ett fullgott dricksvatten när det har uppstått problem.

I praktiken är det inte möjligt att direkt på plats mäta avskiljning eller inaktivering av sjukdomsframkallande mikroorganismer i beredningen på vattenverken. Vill man kontrollera de mikrobiologiska säkerhetsbarriärernas effektivitet måste man därför använda indirekta metoder bl a analyser av indikatorbakterier. Andra exempel på indirekta metoder är mätning av turbiditet eller partiklar och sporer av naturligt förekommande bakterier.

## 4.4.4 Beredningsmetoder

### 4.4.4.1 Allmänt

Vid beredningen av dricksvattnet skall sådana metoder användas som krävs för att säkerställa att det uppfyller kraven i Livsmedelsverkets föreskrifter (SLV FS 2001:30) om dricksvatten med tillhörande vägledning. Särskild hänsyn skall tas till beskaffenheten av råvattnet och risken för kvalitetsförändringar under distribution.

Beredningsprocessen bör vara så enkel som möjligt utan att säkerheten eller vattenkvaliteten eftersätts. Detta gäller framför allt säkerheten ur mikrobiologisk synpunkt. En omfattande och komplicerad process ökar risken för driftstörningar och förorening av dricksvattnet på grund av mikrobiologisk tillväxt, överdosering eller resthalter från processkemikalier.

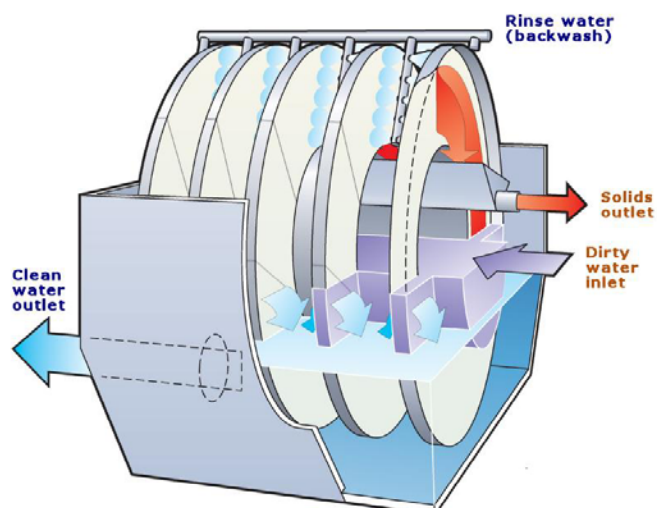
Beredningen skall vara försedd med ett tillräckligt antal säkerhetsbarriärer mot mikrobiologisk förorening.

I de fall då desinfektion ingår i beredningen eller distributionen av dricksvattnet skall kontroll ske av att desinfektionen är effektiv och att eventuella föroreningar som härrör från biprodukter från desinfektionen hålls på så låg nivå som möjligt utan att desinfektionens effektivitet riskeras.

### 4.4.4.2 Möjliga beredningsmetoder

#### 4.4.4.2.1 Mikrosilning

Om råvattnet innehåller alger, slam, fibrer odyl i större mängder bör dessa avlägsnas före den egentliga reningen. Alger kan ge upphov till dålig lukt och smak på vattnet och sätta igen efterföljande filter. Roterande mikrosilar finns vid många svenska ytvattenverk och vanligt förekommande maskvidder ligger mellan 10-80 µm men även finare sildukar används.



Figur 10. Ex på mikrosil/skivfilter (Hydrotech 2010)

#### 4.4.4.2 Sandfilter (snabbfiltrering)

Vid snabbfiltrering avlägsnas det grövre partikulära materialet medan däremot finpartiklar i hög grad kan passera dessa filter. Snabbsandfilter räknas inte som en barriär. Ett snabbfilter består av filterbotten, filterbädd, in- och utlopp, spolordning samt filterregulator. Filtrena kan göras öppna eller slutna. Filtrering sker genom ett filtermaterial (vanligtvis sand) med en bäddtjocklek av ca 1 m. Snabbfilter dimensioneras normalt för en filterhastighet av 4- 8 m/h (öppet filter). När vattnets fasta ämnen avskiljs och fastnar i filterbädden växer filtermotståndet. För att hålla vattenföring och/eller vattenstånd konstant krävs därför en regleranordning.

#### 4.4.4.2.3 Kemisk fällning

För att bereda renvatten av råvatten med hög färgstyrka (humusfärgat) och hög bakteriehalt är det nödvändigt att tillämpa kemisk fällning. De dominerande metallsalter som används för kemisk fällning i vatten är aluminium- och järnsalter. Dessa bildar tillsammans med klorider och sulfater fällningskemikalier. När fällningsmedlet doseras till vattnet sker en utflockning av aluminium- eller järnhydroxider till vilken humus kolloiderna binds i komplexa geleflockar. Utflockningen sker bäst vid ett pH-värde som är specifikt för varje fällningskemikalie, varför det i de flesta fall behövs en pH-justering före. Dessa flockar sammanslås till större partiklar i flockningsbassänger. När

flockuppbyggnaden är genomförd kan flockarna avskiljas från vattnet genom sedimentering och/eller filtrering i sand- eller kolfilter.

Sedimenteringsbassänger kan utformas på många olika sätt. Man skiljer på två huvudtyper, bassänger med horisontell genomströmning respektive bassänger med vertikal genomströmning. Ex på olika sedimenteringsbassänger vid vattenverk är:

- konventionell sedimentering typ Lovö-bassänger
- Flerfacksbassäng
- Lamellsedimentering

Inom vattenförsörjning används sedimentering i huvudsakligen i samband med kemisk fällning. Det är viktigt att fördela flödet lika på sedimenteringsbassängerna och att hastigheten vid inloppet ej blir för hög så att flockarna slås sönder.

#### 4.4.4.2.4 *Kontaktfilter*

Vid kontaktfiltrering doseras fällningskemikalierna direkt in på ledningen till filtrena. Fällningen sker härvid i filterbädden. Förespråkarna menar härvid att flockningen sker snabbt och att avskiljningen i en filterbädd kan ske även av mycket små flockar. Kontaktfiltren kräver betydligt mindre ytor än konventionell teknik med flockning och sedimentering i bassänger.

Kontaktfilter är utformade antingen som diskontinuerliga filter (filter som stängs av vid spolning) eller kontinuerliga filter (filter där spolning sker under drift).

Före beslut om en direkfällningsanläggning bör pilotförsök vid olika kvaliteter och temperaturer på råvattnet utföras.

De flesta direkfällningsanläggningar i Sverige utgörs av kontinuerliga filter typ Dyna Sand. Dessa efterföljs oftast av kolfilter vilka tar upp ev restflock som passerar filtret.

#### 4.4.4.2.5 ACTIFLO-processen

Actiflo är en kombination av kemisk fällning, flockning baserad på mikrosand och lamellsedimentering.

Fördelar: kräver liten yta, snabb uppstart och stabilprocess.

Nackdelar: kräver kemikalier, energi och mycket övervakning

#### 4.4.4.2.6 Flotation

Vid flotation gör man partiklarna lättare än vätskan genom att låta luftbubblor av mikrostorlek fästa vid dem. De förs då upp till vätskeytan och kan avskummas. För lätta och medeltunga partiklar kan i jämförelser med sedimentering i många fall avskiljningstid och effekt förbättras med flotation. Vid flotation av dricksvatten framställs normalt de mikroskopiska luftblåsorna genom att man i ett tryckkärl under övertryck löser största möjliga mängd luft i renat vatten. Det tillförs det flockade vattnet vid inloppet i flotationsbassängen via särskilda ventiler. Som separationsmetod har flotation tillämpats länge inom industrin.

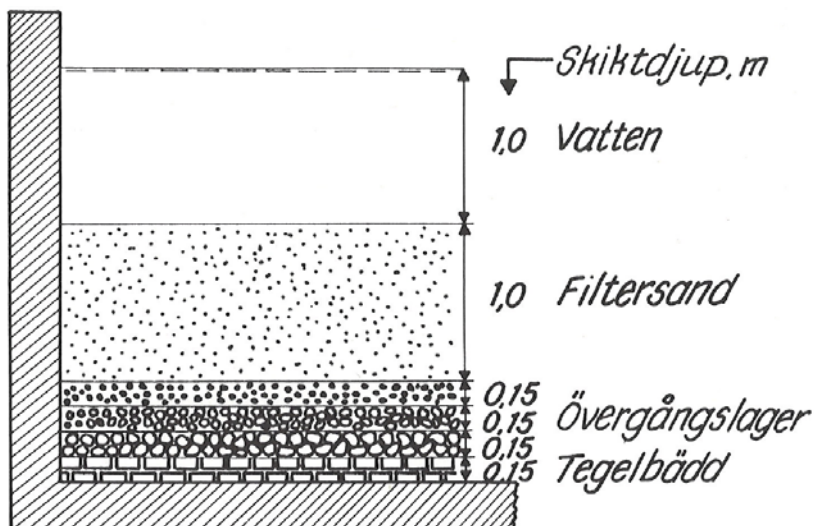
Fördelar: kräver liten yta, hög TS-halt på slam, hög avskiljningsgrad för mycket små partiklar

Nackdelar: Energikrävande, mycket kringutrustning mm

#### 4.4.4.2.7 Långsamfilter

I långsamfiltret uppnås en kombination av filtrering, adsorption och biologisk nedbrytning. Processen kan jämföras med den naturliga reningsprocessen i marken. Filtreringshastigheten vid långsamfiltrering är normalt 0,10-0,15 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>\*h och filterna blir ca 50 gånger större än snabbfilter av motsvarande kapacitet.

Filterbädden utgörs av kvartssand med effektiv kornstorlek på d<sub>10</sub>, dvs ca 0.2 - 0.25 mm. Den läggs ut med en tjocklek av ca 1,0 m på övergångslager av grus och sten.



#### Exempel på uppbyggnad av långsamfilter

Långsamfilter renar biologiskt genom en mikrobiologisk aktivitet i bäddens yta, där s k filterhud bildas och där organiska ämnen bryts ned och mineraliseras.

Vid långsamfiltrering kan man räkna med att färgstyrkan reduceras, lukt och smak förbättras, bakteriehalten sjunker samt att grumligheten blir godtagbar.

Under filtreringen växer filtermotståndet. När motståndet vuxit till 0,5 – 1,0 m måste filtret rengöras. Detta görs genom att filterhuden och något av sanden skalas av. Efter ett par rengöringar måste ny eller tvättad sand påföras. Tiden mellan rengöringarna varierar kraftigt beroende på råvattnets beskaffenhet.

Fördelar: Tar bort lukt och smak, kräver få kemikalier, liten energiåtgång, fungerar som en barriär

Nackdelar: kräver stor yta

I Sverige är långsamfilter en väl beprövad teknik och flera större referensanläggningar finns. Bland annat utnyttjas tekniken vid de två större vattenverken i Stockholm; Norsborgs vattenverk och Lovö vattenverk. Jönköpings vattenverk Häggeberg och Brunstorp har långsamfilter som huvudprocess för beredning av dricksvatten från Vättern och har mycket goda erfarenheter av denna teknik.

#### 4.4.4.2.8 *Infiltration (konstgjord grundvattenbildning)*

Systemet liknar naturens egen reningsförmåga.

Infiltrationsmetoderna kan klassificeras i inducerad infiltration och konstgjord infiltration. Inducerad infiltration innebär att infiltrationen sker genom sänkning av grundvattenståndet invid ett vattendrag eller en sjö. Konstgjort infiltration innebär att ytvatten får nedtränga i en akvifär från bassänger, brunnar odyl. Konstgjord infiltration är vanligast i Sverige.

Ytvattnet leds till en i marken nedgrävd bassäng. På botten är utlagd en ca 1 m hög filterbädd av sand med en effektiv kornstorlek av 0,2-0,25 mm. Vattnet nedtränger genom bädden och renas som i ett långsamfilter. Det förenar sig sedan med grundvattnet där förändringen av ytvattnets karaktär fortsätter. Det är vanligt med någon form av förbehandling t ex mikrosilning eller snabbfiltrering innan infiltrationen för att undvika att filterna sätts igen för snabbt.

Fördelarna med konstgjord infiltration jämfört med att rena och distribuera ytvattnet direkt är bl a:

- Förenklat reningsförfarande
- Stor magasinvolym i grunden
- Okänslighet för tillfälliga störningar
- Temperaturutjämning

Nackdelen med konstgjord grundvattenbildning är att det är svårt att förutsäga kvaliteten på det uppumpade vattnet och dess variation. Förändringar i kvalitet kan också uppstå i samband med att större eller varierande uttag sker. Dessa förändringar kan visa sig direkt eller först efter en viss tid.

#### 4.4.4.2.9 *Kolfilter*

Kolfilter används främst för att avlägsna ämnen som ger dålig smak och lukt på vattnet. Det är idag vanligt att konvertera befintliga sandfilter till kolfilter.

#### 4.4.4.2.10 *Ozon-Kolfilter*

Ozonbehandling av vatten kan användas för att reducera vattnets humushalt och kemiska bekämpningsmedel. Härvid erhålls även en desinfektion, då ozon dödar de flesta mikroorganismer.

Ozon kan ej lagras på grund av att den lätt sönderfaller och måste därför framställas på plats.

I och med att humusämnen bryts ned blir de mera tillgängliga för bakterier. Detta skulle kunna förorsaka högre bakteriehalt i ledningsnätet med smak och luktförsämring som resultat. Därför kombineras ofta ozonrening med aktivt kolfiltrering eller långsamfilter.

Fördelar: effektiv

Nackdelar: hantering av gas, giftigt

#### 4.4.4.2.11 Membran

Vid membranfiltrering avskiljer man partiklar och enskilda molekyler genom att vattnet får passera mycket täta membran.

Det ofiltrerade vattnet trycks genom membranet och en delström (ca 20-30% av totala flödet), retentatet, kommer att innehålla alla föroreningar. Eftersom porerna i membranet kan göras olika stora, kan man välja storleken på partiklarna och molekylerna som man avskiljer och därmed också vilka som blir kvar i filtratet, det reade vattnet.

Mikrofiltrering- (membran med en porstorlek på 0,1 till 10 mikrometer).

Ultrafiltrering – (membran porstorlek är typiskt 0,1 till 0,001 mikrometer) där partiklar, mikroorganismer och stora organiska molekyler avskiljs. Ultrafiltrering räknas som en barriär.

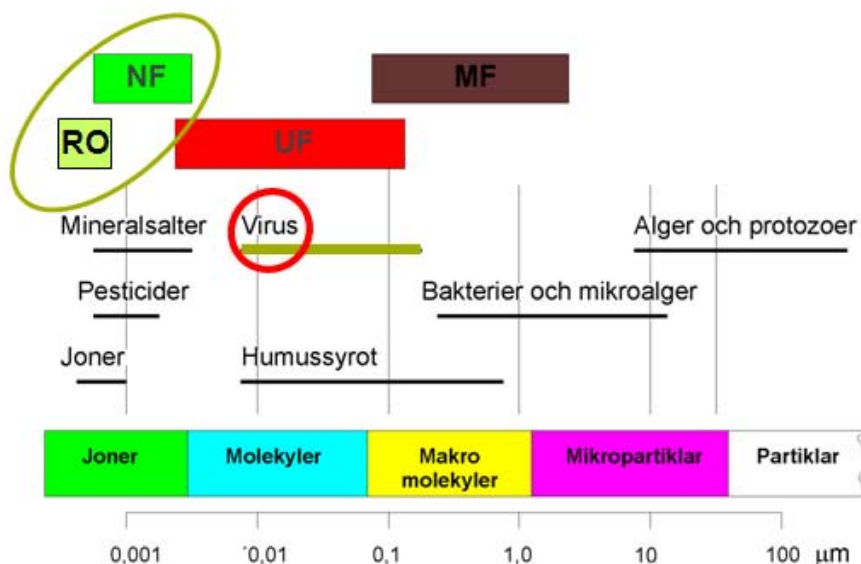
Nanofiltrering – (membran med minsta porstorleken och mäts i nanometer, där en nanometer är lika med 0,001 av en mikrometer). Nanofiltrering avskiljer organiskt material och joner eller molekyler med hög laddning.

Omvänd osmos – som i stort sett bara lämnar vattenmolekylerna kvar.

Dricksvattenproduktion med den här tekniken är mycket ovanligt i Sverige då omvänd osmos arbetar under mycket högt tryck. Tekniken används för avsaltning av vatten. Dialyscentraler, laboratorier och offshore är exempel på användare.

De olika kategorierna överlappar och ett mycket stort antal olika membrantyper finns tillgängliga för att man ska kunna anpassa filtreringen för alla olika typer av vatten och önskemål om rening.





Figur 11. Avskiljningsmöjlighet med hänsyn till porstorlek hos membran

Nackdelar: igensättning av membran, livslängd membran, kemikalieanvändning vid rengöring samt spolvattenmängd

Fördelar: kompakt anläggning

I dagsläget håller Göteborg Vatten på med en utbyggnad av en ultrafilteranläggning för en delström av sitt vatten. Anläggningen är ej i drift idag.

#### 4.4.4.2.12 Desinfektion, inaktivering

Syftet med desinfektion är att inaktivera mikroorganismer, i första hand sådana som är sjukdomsframkallande.

#### Klor och hypoklorit

I en vattenlösning finns en jämvikt mellan klor och hypoklorit som är pH-beroende.

Summan av vattnets innehåll av löst klor, underklorstyrighet och hypoklorit kallas ”fri aktivt klor”. Vid pH-värden under 3 frigörs klorgas. Vid pH-värden mellan 3-6 finns allt det fria kloröverskottet som underklorstyrighet. Mellan 6-10 minskar halten underklorstyrighet successivt. Över pH 10 är allt det fria kloröverskottet som hypokloritjon. Desinfektionseffekten är avsevärt större (ca 10-20 ggn) för underklorstyrighet än för hypokloritjonen. Det bör dock påpekas att dosering av klorgas sänker pH-värdet medan dosering av natriumhypoklorit höjer det. Normalt är dock dessa pH-förskjutningar obetydliga på grund av vattnets så kallade buffertkapacitet och den låga dosen.

Klor reagerar vidare med organiska ämnen i vattnet t ex humus under bildning av klororganiska föreningar som kan ge upphov till lukt och smak problem. Då dessa bedöms vara cancerogena bör man endast använda klor vid de punkter i beredningsprocessen där halten organiska ämnen är låg.

### **Kloramin, monokloramin**

Desinfektionseffektiviteten hos kloramin är låg. Man måste därför ha en relativt lång kontakttid vilket innebär att desinfektion med monokloramin i huvudsak används på utgående dricksvatten för att minska tillväxten av mikroorganismer i ledningsnät.

Kloraminer bildar sannolikt inga organiska klorföreningar.

Kloramin räknas ej som en mikrobiologisk säkerhetsbarriär.

### **Klordioxid**

Klordioxid ( $\text{ClO}_2$ ) har sedan början av 1970-talet använts i Sverige. Kemikalien har en god desinfektionseffekt och bildar ej organiska klorföreningar som kan ge vattnet smak och lukt eller vara cancerogena. På grund av att  $\text{ClO}_2$  snabbt bryts ner till klorit vid rådande pH-värden så är den kvarstående effekten begränsad.

På grund av att  $\text{ClO}_2$  snabbt bryts ned måste den framställas vid vattenverken ur natriumklorit genom reaktion med klor i vattenlösning eller klorvätesyra (HCl). Klordioxid bildar ej klororganiska föreningar och är därför lämplig att använda om fördesinfektion är erforderligt.

## Ozon

Ozonbehandlingen i Sverige har främst använts för att minska vattnets halt av organiska ämnen samt eliminera lukt och smak. Ozon har samtidigt en kraftig bakteriedödande verkan. Allt eftersom Giardia och Cryptosporidium ökar i Våra ytvatten förväntas intresset för desinfektionen med ozon öka. På grund av oxidationen av organiska ämnen till mer lättnedbrytbara föreningar finns risk för ökad efterväxt av bakterier på distributionsnätet efter ozonering.

Ozonering bör därför efterföljas av ett biologiskt beredningssteg, som aktivt kolfilter eller långsamfilter.

## UV-ljus

Den bakteriedödande effekten av UV-ljus har länge varit känd. UV-ljus är en energirik elektromagnetisk strålning som även förekommer i solens naturliga spektrum. UV-ljusets bakteriedödande verkan beror på att det utlöser en fotokemisk reaktion i DNA-molekylen som förorskar ett flertal skador på denna varvid mikroorganismernas inaktiveras och oskadliggörs.

Det har visat sig att våglängder mellan 240 och 280 nm med ett maximum vid ca 254 nm har den kraftigaste avdödningsförmågan på de mikroorganismer som normalt finns i dricksvattnet.

En anläggning för desinfektion av dricksvatten utgörs av en eller flera serie eller parallellkopplade enheter. Var och en kan bestå av en UV-lampa som är monterad i en bestrålningskammare. För att säkerställa lämplig turbulens är det viktigt att flödet till varje enhet vid samtliga förekommande driftfall hålls inom de gränser som leverantören angivit. Ett för lågt flöde kan orsaka laminär strömning som ger otillräcklig desinfektion bl a på grund av att UV-strålarna då kanske når bara ena sidan av en mikroorganismflock.

Enligt vägledningen till Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten skall en anordning för desinfektion med UV-ljus vara försedd med minst en sensor som skall kontrollera UV-lampans funktion, vattnets UV-transmission och bestrålningskammarens nedsmutsning kontinuerligt. För humösa vatten bör det även finnas larm för hög dos för att undvika oönskade biprodukter från fotooxideringen. Ytterligare larmfunktioner bör finnas för indikation av strömavbrott eller lampfel. Idag är det vanligt att man frekvensreglerar större UV-aggregat.

## 4.4.5 Formulering av alternativ och förslag till vattenbehandlingsprocessen

### 4.4.5.1 Formulering av alternativ

Som framgår av avsnittet Råvattenkvalité är vattenkvaliteten och förutsättningarna för att producera ett dricksvatten av råvatten från Vättern mycket goda. Ingen av parametrarna som ingår i Svenskt Vattens rekommendationer och riktvärden för råvatten överskrids vid de provtagningspunkter som studerats i denna rapport, utan ligger långt under. Samtliga parametrar ligger även i den för dricksvatten mest fördelaktiga klassen enligt Naturvårdsverkets (NV) bedömningsgrunder (Tyréns, 2008). Vissa av parametrarna ligger i området för en färdig dricksvattenkvalitet.

Förstudien skall enligt uppdragsbeskrivningen behandla 3 alternativ avseende levererad vattenkvalitet till respektive mottagande kommun:

- A. Obehandlat råvatten dvs all processning till dricksvatten sker inom respektive kommun.
- B. Delvis behandlat vatten, dvs justerat till lämplig kvalitetsnivå för att klara transport och med hänsyn till kommunernas befintliga processanläggningar, generellt anpassat för att ge dricksvattenkvalitet.
- C. Färdigt dricksvatten, dvs att vattnet efter kompletterande desinficering och annan smärre justering ska kunna levereras direkt till abonnenterna.

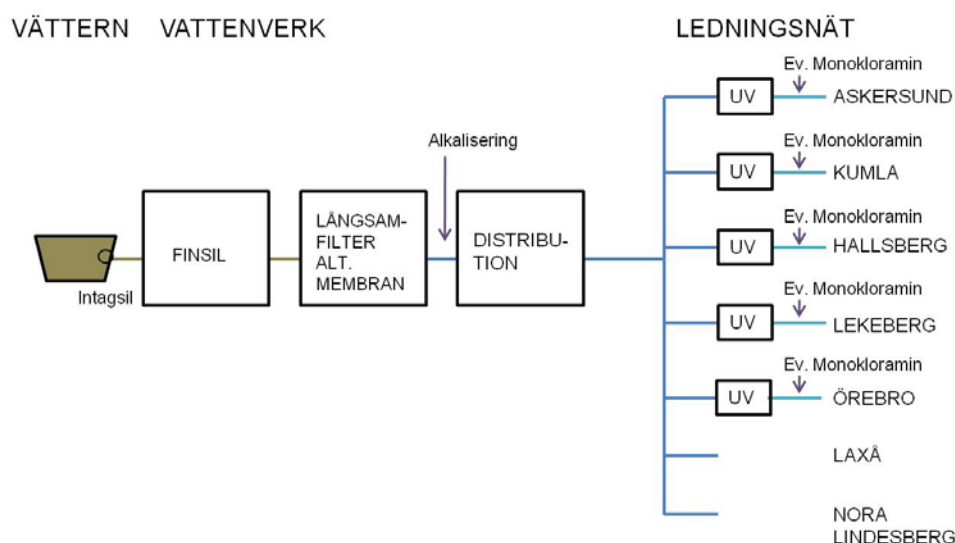
Vår uppfattning är att ett vattenverk placerat långt från abonnenterna kan producera ett renvatten, medan färdigbehandling till dricksvatten sker vid anslutningspunkten till respektive kommun genom desinficering. Vi har därför definierat de tre kvalitetsnivåerna på vattnet enligt:

- A. **Råvatten**, innebärande transport av Vätterns vatten i princip utan behandling
- B. **Renvatten**, innebärande transport av Vätterns vatten fysiskt-kemiskt behandlat
- C. **Dricksvatten**, innebärande ett renvatten som även är mikrobiologiskt säkrat.

Förslag till vattenbehandlingsprocesser har tagits fram för dessa kvalitetsnivåer, se blockscheman, fig 13-17. Nedan beskrivs de olika processerna som **alternativ 1-5**, som också tar hänsyn till hur vattnet transporteras. Alternativ 1, 2, och 3 avser transport i ledningar. Alternativ 3 innebär en processlösning med konstgjord infiltration av Vätternsvatten i Åsbromagasinen. Alternativ 4 innebär transport av råvatten i en ca 36 km lång tunnel under höjdmassivet mellan Askersund och Hallsberg och placering av ett vattenverk vid tunnelmynningen och därefter transport i ledningar. Tunnelalternativen beskrivs närmare under avsnitten 4.5 och 4.10. Alternativ 5 är ett råvattenalternativ med tunnel som i alternativ 4.

#### 4.4.5.2 Alternativ 1, Renvattenalternativ, ledningar

Vattenbehandlingen för detta alternativ framgår av nedanstående figur.



Figur 12. Blockschema: Renvattenalternativ, ledningar

Detta alternativ innebär att ett nytt centralt vattenverk utförs i anslutning till intaget, som föreslås placeras söder om Hargehalvön i Askersund.

Utifrån den kända goda råvattenkvaliteten i Vättern föreslås huvudprocessen vid det föreslagna vattenverket vara långsamfiltrering. Erfarenheterna från de befintliga vattenverken i Jönköping med behandling i långsamfilter sedan 50-talet är mycket goda.

Långsamfiltrering är en naturlig biologisk process som bland annat reducerar färgstyrkan och förbättrar lukt och smak, se närmare beskrivning av metoden ovan. Före långsamfilterna bör vattnet mikrosilas för att avlägsna ev alger, slam, fibrer odyll som kan sätta igen filterna.

För en långsamfilteranläggning i den här storleken (medelflöde 870 l/s) och med filterhastighet på 0,12 m/h krävs en effektiv filteryta av ca 26 000 m<sup>2</sup>. Vid maxflöde (1000 l/s) kan filterhastigheten på 0,15 m/h tillåtas, detta ger en effektiv filteryta av ca 24 000 m<sup>2</sup>. Ytterligare ca 4 000 m<sup>2</sup> filteryta behövs som utnyttjas då något/några filter är avstängda i samband med ex rengöring. Totalt innebär detta en erforderlig filteryta på ca 30 000 m<sup>2</sup>. Om varje filter har en yta av ca 2000 m<sup>2</sup> (ca 30 m x 65 m) krävs totalt ca 15 filter.

Skulle det visa sig, vid närmare kontinuerliga mätningar vid intagspunkten, att kortvariga turbiditetshöjningar eller problem med bakterier eller andra partiklar skulle förekomma anser vi att man bör lägga till ett ytterligare reningssteg före långsamfilterna. Detta kan utgöras av ett snabbfilter med möjlighet att kemfälla i eller kontaktfiltrering.

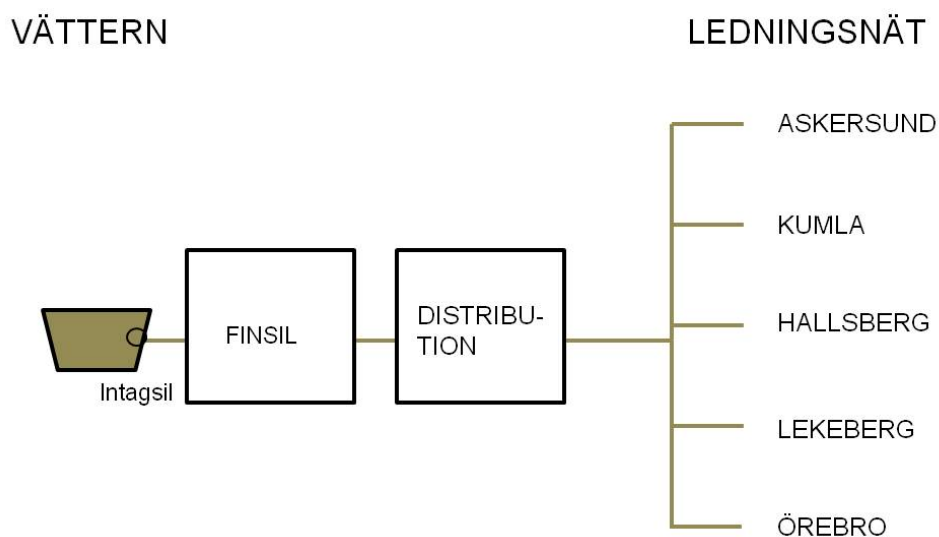
Som alternativ till långsamfilter skulle man även kunna tänka sig en membranfilteranläggning. Membran är en teknik som är på frammarsch i Sverige. Till exempel håller Göteborg Vatten på att installerar membran för en delström vid Lackarebäcks vattenverk. Membrananläggningen är en mer kompakt anläggning än en långsamfilteranläggning.

Efter långsamfiltreringen, innan distribution, bör vattnet alkaliseras. Alkaliseringen görs så att den kemiska sammansättningen, med avseende på kalcium, magnesium, alkalinitet och pH, följer riktvärdena angivna i vägledningen till livsmedelverkets föreskrifter om dricksvatten. Höjning av alkalinitet kan göras med dosering av kolsyra + alkali (krita, kalk, lut).

Som desinfektionsmetod föreslås en kombination av UV-behandling och monokloramin. UV-bestrålningen avdödar mikroorganismerna i det utgående vattnet medan kloramin minskar tillväxten i ledningsnätet. På grund av de långa ledningarna så föreslås desinfektionssteget placeras så nära brukarna som möjligt i anslutning till respektive anslutningspunkt.

#### 4.4.5.3 Alternativ 2, Råvattenalternativ, ledningar

Vattenbehandlingen för detta alternativ framgår av nedanstående figur.



Figur 13. Blockschema: Råvattenalternativ, ledningar

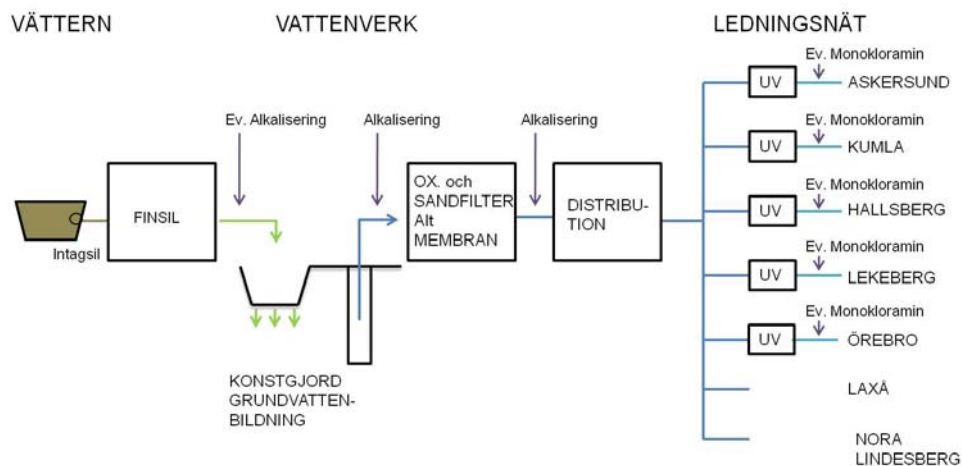
Detta alternativ innebär att enbart råvatten från Vättern distribueras ut till mottagarnas anläggningar.

För att transportera råvattnet i ledningarna bör vattnet mikrosilas innan det transporteras för att minimera mängden avsättningar i ledningarna. Förslagsvis installeras en mikrosilanläggning i anslutning till råvattenpumpstationen.

Efter mikrosilningen distribueras råvattnet till mottagarnas anläggningar.

#### 4.4.5.4 Alternativ 3, Renvattenalternativ, konstgjort grundvatten

Vattenbehandlingen för detta alternativ framgår av nedanstående figur.



Figur 14. Blockschema: Renvattenalternativ, konstgjort grundvatten

Detta alternativ innebär att ett vattenverk för konstgjort grundvatten placeras i anslutning till Lerbäck.

Utifrån den kända goda råvattenkvaliteten i Vättern föreslås endast mikrosilning som förbehandling före infiltration.

Vid infiltrationen förekommer en viss förlust av det infiltrerade vattnet mellan den naturliga marken och bassängen. Förlusten varierar från fall till fall men vi har i detta fallet antagit en förlust på 7%.

Det infiltrerade vattnet bör även ha en viss buffertkapacitet. Erfarenheter har visat att vid alkaliniteter mellan 40-60 mg/l så minskar halterna av järn och mangan i det uppumpade vattnet.



För konstjord infiltration i den här storleken (medelflöde 870 l/s) och med filterhastighet på 0,12 m/h krävs teoretiskt en effektiv infiltrationsyta av ca 26 000 m<sup>2</sup>. Då tas igen hänsyn till naturlig grundvattenbildning eller eventuell förlust, vilket beror på åsformationen. Vid maxflöde (1000 l/s) kan filterhastigheten på 0,15 m/h tillåtas, detta ger en effektiv infiltrationsyta av ca 24 000 m<sup>2</sup>. Ytterligare ca 4 000 m<sup>2</sup> infiltrationsyta behövs som utnyttjas då infiltrationsytor är avstängda i samband med ex rengöring. Totalt innebär detta en erforderlig infiltrationsyta på ca 30 000 m<sup>2</sup>.

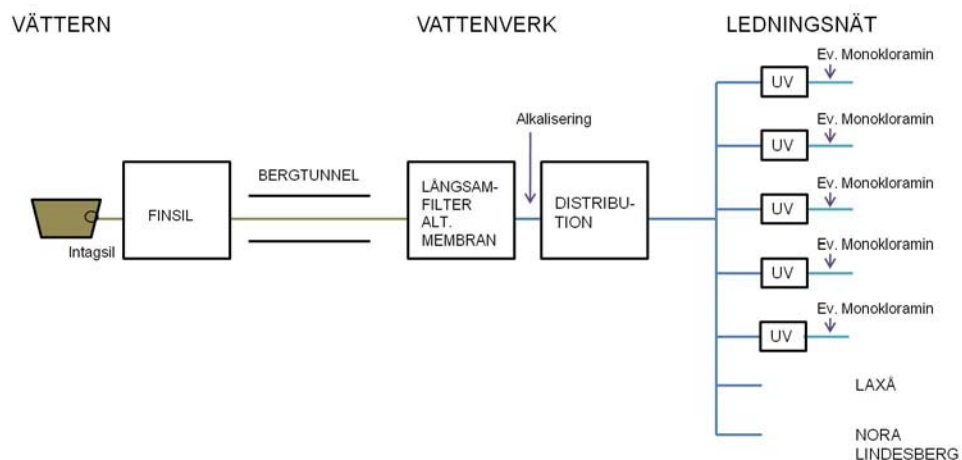
Efter infiltrationen tas det behandlade vattnet upp ur ett antal intilliggande brunnar. Målsättningen är att få en så lång uppehållstid som möjligt i marken. Nackdelen med grundvatten är att det är svårt att förutsäga kvaliteten och dess variation. Förändringar i kvalitet kan också uppstå i samband med att större eller varierande uttag sker. Dessa förändringar kan visa sig direkt eller först efter en viss tid. Därför har vi i detta skede antagit att det kan komma att krävas ett kompletterande reningssteg för reduktion av järn- och mangan.

Efter den konstgjorda infiltrationen, innan distribution, bör vattnet alkaliserar. Alkaliseringen görs så att den kemiska sammansättningen, med avseende på kalcium, magnesium, alkalinitet och pH, följer riktvärdena angivna i vägledningen till livsmedelverkets föreskrifter om dricksvatten. Höjning av alkalinitet kan göras med dosering av kolsyra + alkali (krita, kalk, lut).

Som desinfektionsmetod föreslås en kombination av UV-behandling och monokloramin. UV-bestrålningen avdödar mikroorganismerna i det utgående vattnet medan kloramin minskar tillväxten i ledningsnätet. På grund av de långa ledningarna så föreslås desinfektionssteget placeras så nära brukarna som möjligt i anslutning till respektive anslutningspunkt.

#### 4.4.5.5 Alternativ 4, Renvattenalternativ, tunnel

Vattenbehandlingen för detta alternativ framgår av nedanstående figur.



Figur 15. Blockschema: Renvattenalternativ, tunnel

Detta alternativ innebär att mikrosilat råvatten transporteras i en bergtunnel till ett nytt centralt vattenverk som placeras i anslutning till tunnelmynningen söder om Hallsberg. Efter behandling i vattenverket distribueras renvattnet i ledningar.

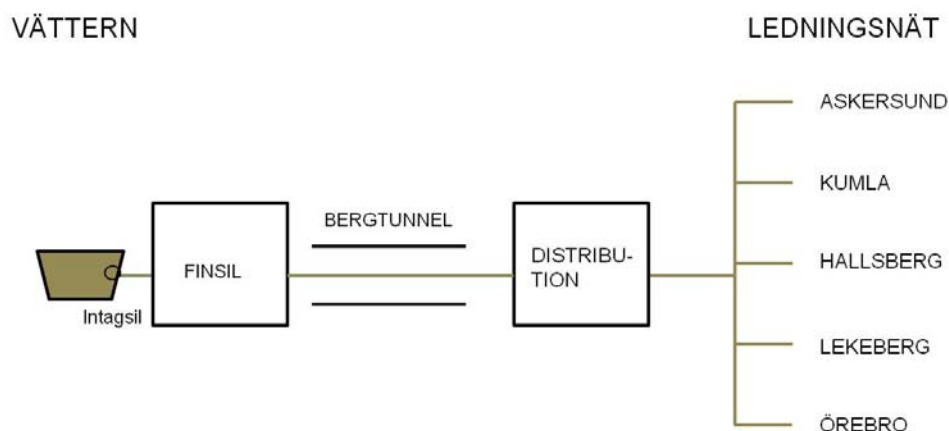
För processbeskrivning se alternativ 1, *Renvattenalternativ, ledningar*.

I detta alternativet skulle vattenverket eventuellt kunna sprängas in helt eller delvis i berget, vilket bedömes vara positivt med hänsyn till förordad beredningsprocess med långsamfilter.

Eftersom föreslagen placering av vattenverket i detta alternativ är betydligt närmare abonnenterna än i alternativ 1, skulle man här eventuellt kunna tänka sig att producera ett färdigt dricksvatten i vattenverket. Det vill säga ett mikrobiologiskt säkrat vatten. Alternativet kan benämnas 4A.

#### 4.4.5.6 Alternativ 5, Råvattenalternativ, tunnel

Vattenbehandlingen för detta alternativ framgår av nedanstående figur.



Figur 16. Blockschema: Råvattenalternativ, tunnel

Detta alternativ innebär att mikrosilat råvatten transporteras i en bergtunnel och därefter distribueras vidare till mottagarnas anläggningar via ledningar.

#### 4.4.6 Aktuella åsformationer

I detta avsnitt beskrivs förutsättningarna för att kunna producera grundvatten i stor skala. Förutsättningarna för de olika geologiska formationerna beskrivs.

För att kunna producera stora mängder grundvatten inom en begränsad yta fordras att de naturliga grundvattentillgångarna förstärks genom konstgjort grundvatten. För vattenproduktion i ett flergenerationsperspektiv förutsätter det att ett vatten av bra kvalitet infiltreras. Ytvatten har normalt ett organiskt innehåll som om det infiltreras i isälvsavlagringar påverkar grundvattenkvaliteten negativt. Ju mindre organisk halt vattnet har desto bättre grundvatten går att producera. Grundvattenmagasinet får också en längre hållbarhet, underhållskostnaderna för infiltrationsdammar och brunnar hålls på sikt nere.

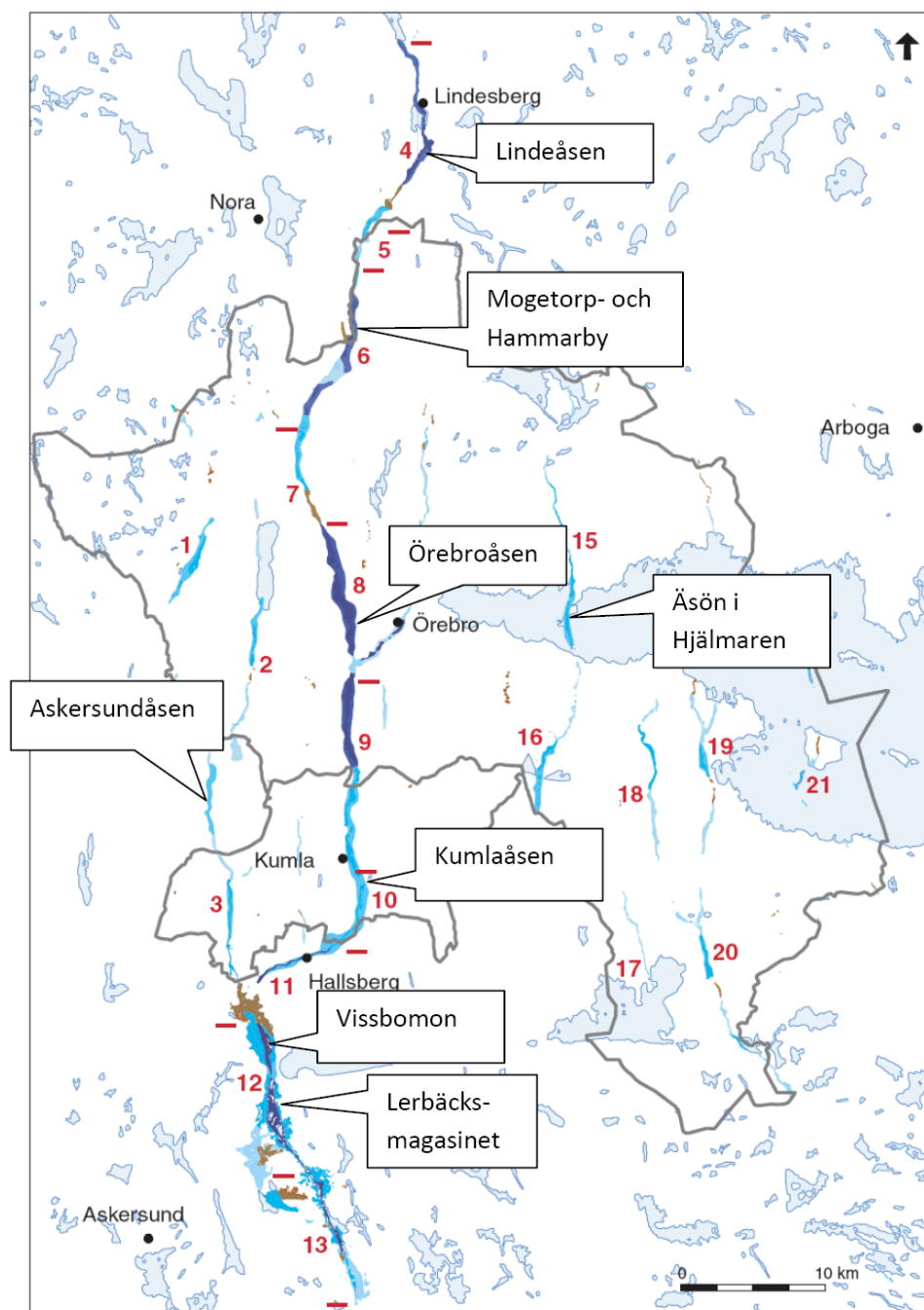
Projektet att kunna försörja flera kommuner med grundvatten förutsätter således infiltration med ett behandlat ytvatten, såvida inte ytvattnet är av särskilt bra kvalitet.

För att kunna producera grundvatten i stor skala krävs tillgång till ett eller flera grundvattenmagasin. De största grundvattenförekomsterna är lokaliserade till isälvsavlagringar bildade i samband med avsmältningen av den senaste inlandsisen.

Inom undersökningsområdet finns endast en ås i länet som kan bli föremål för fortsatta studier, Karlslundsåsen. Den löper från Motala i söder till Lindesberg i norr via Hallsberg, Kumla och Örebro. Åsen har också namn efter de samhällen den löper utmed. I Örebro kallas således åsen för Örebroåsen. Vatten från åsen försörjer, från norr till söder, Lindesberg, Örebro, Kumla, Hallsberg samt flera mindre samhällen. Årsproduktionen från åsen uppgår till c:a 20 M m<sup>3</sup> dricksvatten varav en betydande del förstärks genom konstgjort grundvatten.

Väster om Karlslundsåsen löper Askersundsåsen mellan Östansjö i söder och Garphyttan i norr. Den är betydligt mindre än Karlslundsåsen. Den behandlas inte i rapporten.

Öster om Karlslundsåsen löper Glanshammarsåsen. Delen som passera Hjälmarens behandlas kortfattat.

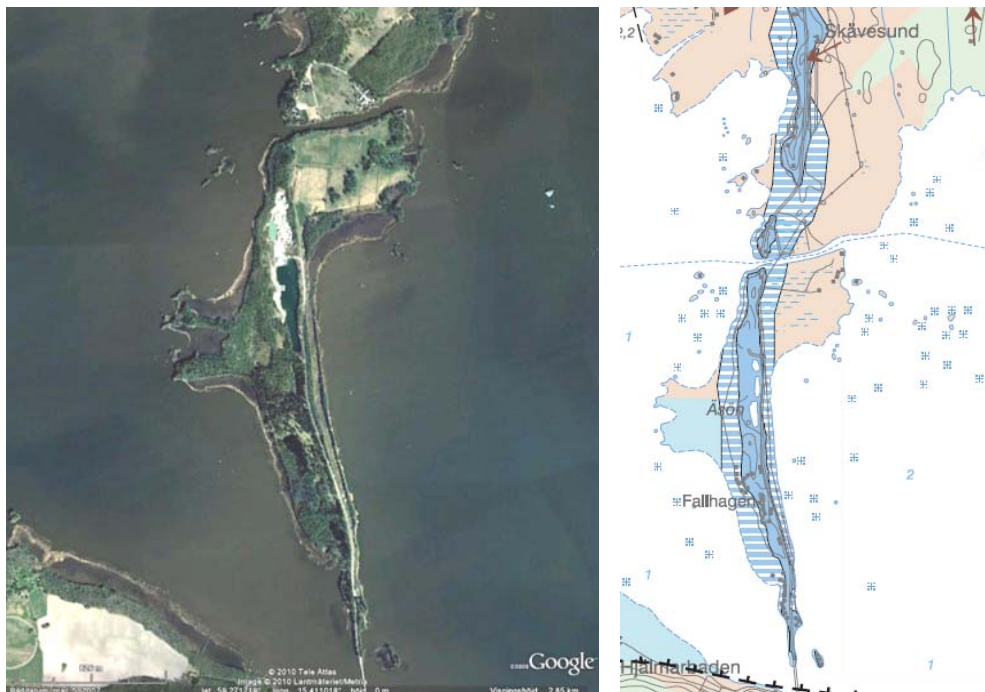


Figur 17. Karlslundsåsen (lokala namn är Örebroåsen, Kumlaåsen m.fl.) löper från norr till söder genom hela kartan. 1 och 3 tillhör Askersundsåsen, 15 är Äsön och tillhör Glanshammarsåsen.

Underlagskarta efter SGU K140, 2009.

#### 4.4.6.1 Glanshammarsåsen

Öster om Karlslundsåsen löper Glanshammarsåsen mellan Skjöllesta i söder till sjön Väringen i norr. Åsen är som bredast vid passagen genom Hjälmarens. Där bildar den Äsön som till stor del uppbyggs av isälvsavlagringen.



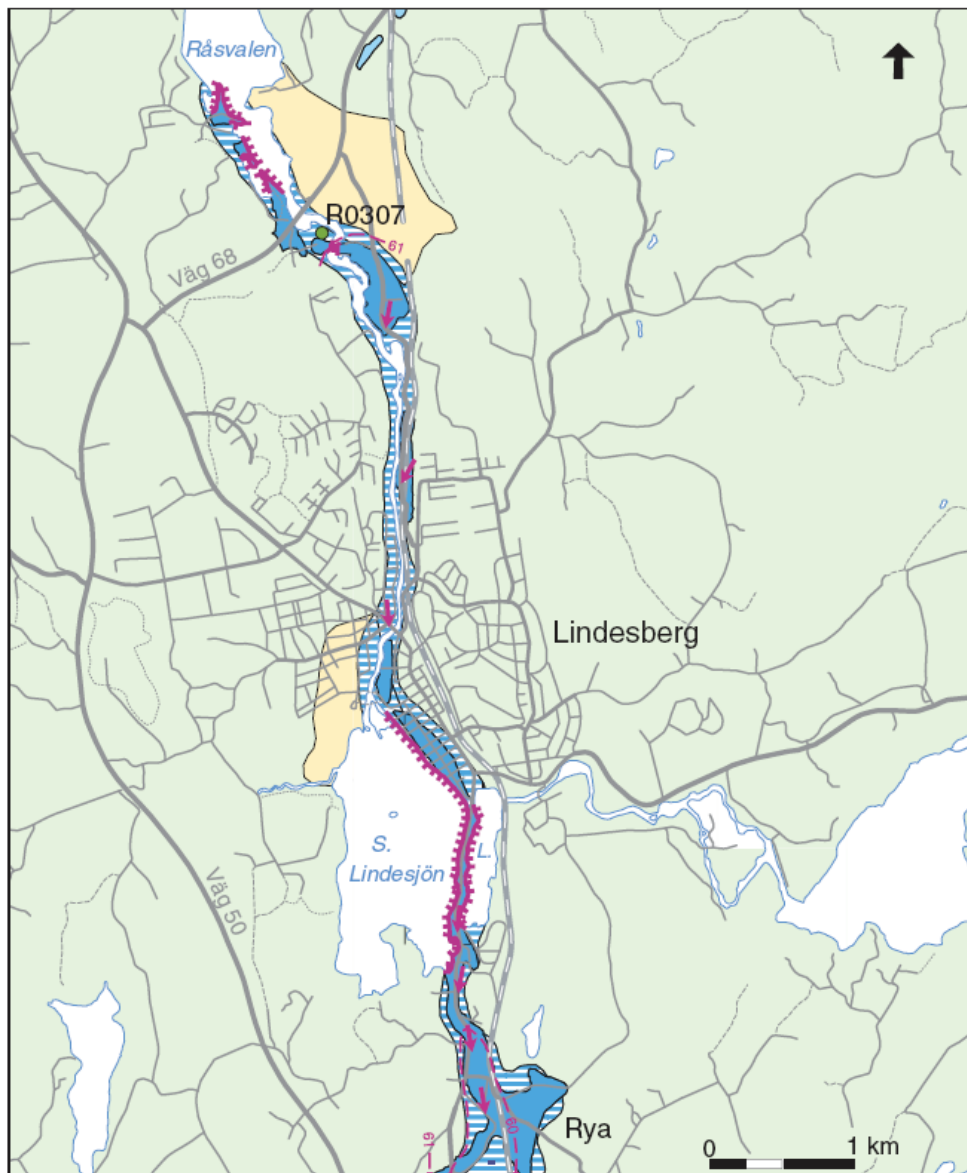
Figur 18. Isälvsavlagringen vid Äsön (Hjälmarens). Högra kartan efter SGU K140, 2009.

Åsens kärna är till stor del utbruten. Grustäkt förekommer under grundvattenytan och det finns idag två grustäktssjöar. Åsen har en största bredd av ca 200 m och är ca 3 km lång vid passagen genom Hjälmarens. Den står sannolikt i hydraulisk kontakt med Hjälmarens. Naturligt grundvatten bildat genom nederbörden torde vara ca 7-10 l/s i medeltal för året. Det skulle sannolikt vara möjligt med ett tämligen stort grundvattenuttag på Äsön. Grundvattenformationen torde fyllas på med vatten från sjön genom inducerad infiltration redan vid uttag på ett par sekundliter. Det påverkar på sikt grundvattenkvaliteten men det skulle vara möjligt under lång tid vid ett balanserat uttag. Grusbrytningen innebär att det finns en konflikt för grundvattenuttaget.

#### 4.4.6.2 Karlslundsåsen vid Lindesberg

Vattenförsörjningen till Lindesberg m.fl. samhällen tryggas genom grundvattenuttag i Lindeåsen som är en del av Karlslundsåsen mellan sjön Råsvalen och Lindesjön samt från Rya c:a 2,5 km syd Lindesberg. Vid energiborrningar har påträffats upp till 60 m mäktiga jordlager. Vid nya sonderingar i R0307 som ligger 500 m norr om uttagsområdena påträffades c:a 33 m mäktiga isälvsavlagringar. Vattentäkten har provpumpats med 90 l/s. SGU anser att åsen kapaciteten torde ligga nära 125 l/s för uttag i åsen. Grundvattnet förstärks genom inducerad infiltration från Råsvalen och Arbogaån.

R 0307	
0–3 m	mellansand
3–13	grovsand
13–21	mellansand
21–23	sandigt grus
23–25,8	stenig, grusig sand (sonderat)
25,8–29,5	grovsand (sonderat)
29,5–33,4	stenig, grusig sand (sonderat)
33,4	stopp mot berg?



Figur 19. Lindeåsen vid Lindesberg. Karta från SGU. Efter SGU K140, 2009.

Grundvattenuttag ur Lindeåsen uppgår idag till c:a 4500-5000 m<sup>3</sup>/d. Ansluts Nora tillkommer c:a 2500 m<sup>3</sup>/d. Totalt försörjs då 15 500 PE.



#### 4.4.6.3 Örebroåsen vid Örebro.

Vattenförsörjningen till Örebro tryggas idag av grundvattenproduktionen i Örebroåsen vid Jägarbacken, Bista och Ekerrås. Vatten från Svartån förbehandlas i Skråmsta vattenverk och infiltreras i Ekerås nordväst om Örebro samt i Jägarbacken och Bista väster om staden. Avståndet mellan Ekerås och Skråmsta är ca 6 km. I medeltal för året produceras ca 36 000 m<sup>3</sup>/d (420 l/s) och som max 45 000 m<sup>3</sup>/d (520 l/s). Ekeråsen står för ca 60 % av vattenmängden och Jägarbacken och Bista för 20 % vardera. Det finns ingen hydraulisk kontakt mellan Ekeråsen området och Jägarbacken/Bista.

Det finns begränsade möjligheter för att öka infiltrationen och uttagen från områdena. Uppehållstiderna i marken mellan infiltration och uttag är för flera av brunnarna endast en eller ett par veckor. Möjligtvis går det att tillåta korta uppehållstider eftersom vattnet förbehandlas innan det infiltreras. Då kan det finnas ytterligare expansionsmöjligheter med bassänger och brunnar.

Örebro kommun har låtit utreda möjligheten av att få ett vattentillskott av grundvatten från Hammarby-Mogetorpsområdet. SGU har kartlagt området samt Grundvattengruppen har utvecklat ett förslag till närmare undersökningar av området.

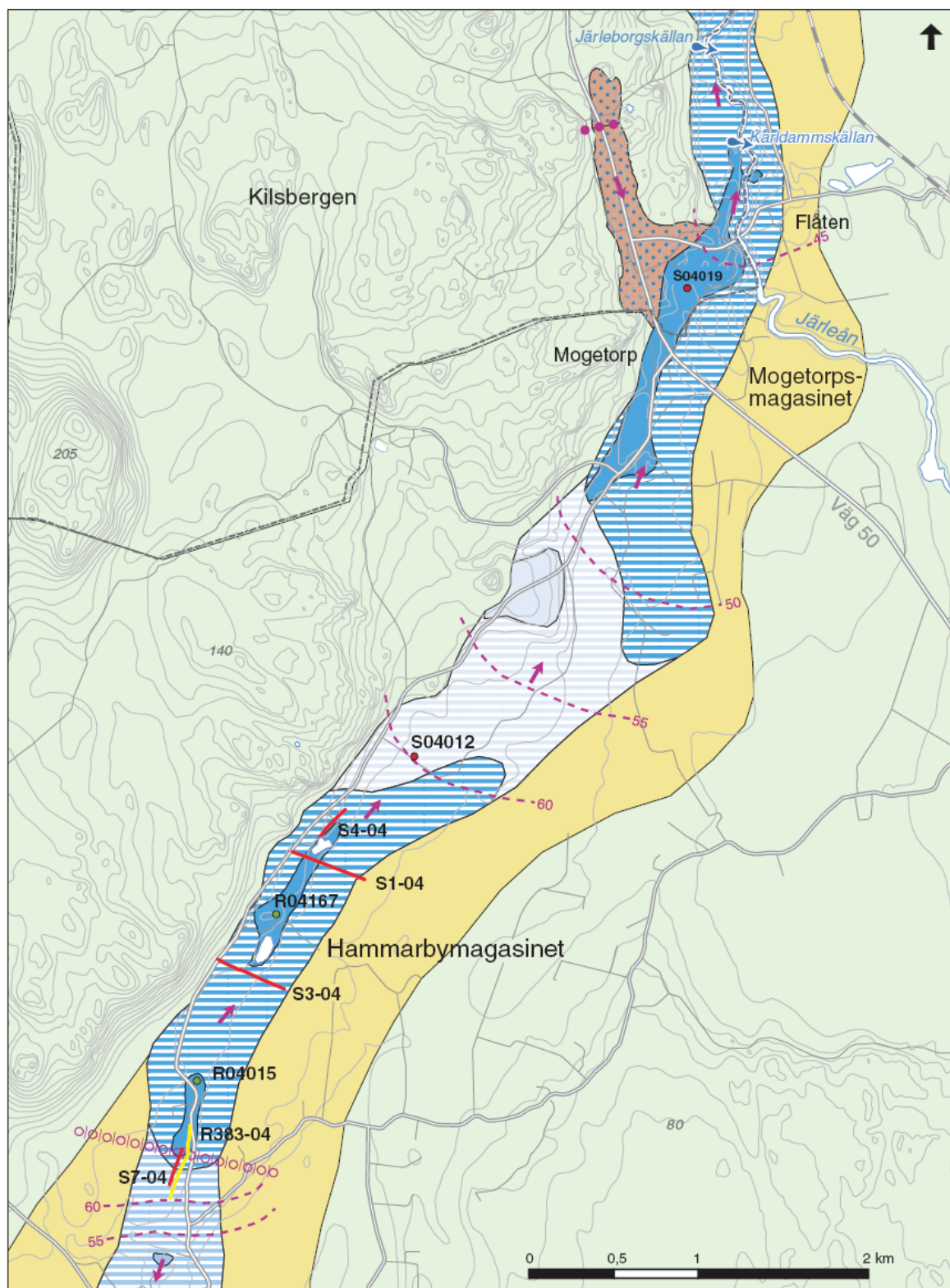
#### 4.4.6.4 Hammarby-Mogetorpsmagasinen 15-20 km norr Örebro

SGU utförde på uppdrag av Örebro kommun grundvattenundersökningar i Örebroåsen vid Hammarby—Mogetorpsmagasinen. Då konstaterades att området kan uppdelas i två grundvattenmagasin, Hammarbymagasinet och Mogetorpsmagasinet. De tycks hänga ihop hydrauliskt men är delvis åtskilda genom att det finns finkorniga jordlager mellan dem. Hammarby magasinet har en grovkornig del som är ca 30 m mäktig, 300 m bred och 3000 m lång. Den torra zonen är ca 10 m mäktig. Mogetorpsmagasinet har liknande egenskaper. Hammarbymagasinet ligger tämligen ensligt utan större vägar. Mogetorpsmagasinet korsas av den hårt trafikerade riksväg 50. I de två magasinet torde det gå att finna utmärkta brunnslägen och magasinen torde kunna leverera naturligt grundvatten med 50-100 l/s. Med konstgjord infiltration kan sannolikt tänkbara uttag flerdubblas. Idag finns en kommunal vattentäkt vid Flåten med ett uttag av ca 1 l/s i medeltal för året.

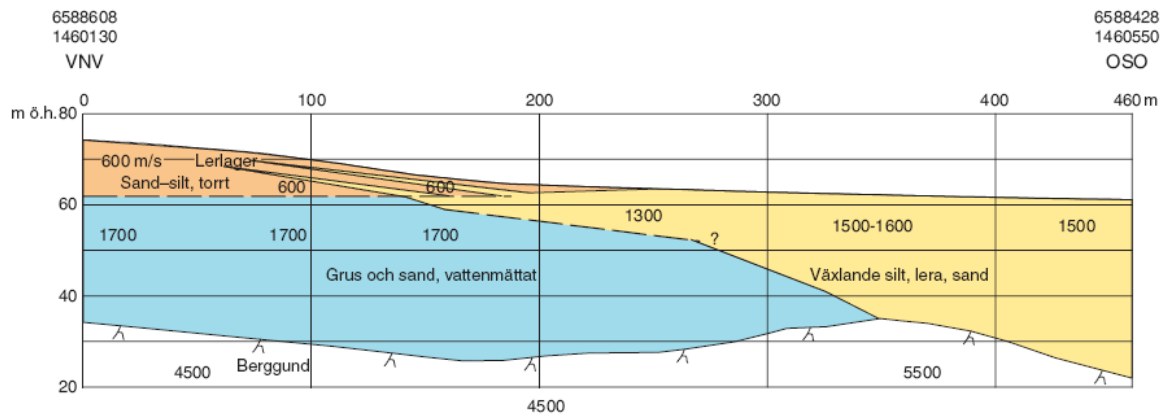
Borrpunkt S 04167 visar följande:

S 04167	
0–20 m	grusig, mycket stenig sand
20–25	grusig, stenig sand
25–31	grusig, mycket stenig sand
31–35	grusig, stenig sand
35–47,6	mellansand–grovsand
47,6–56,0	grusig, mycket stenig sand
56,0	stopp mot berg eller block

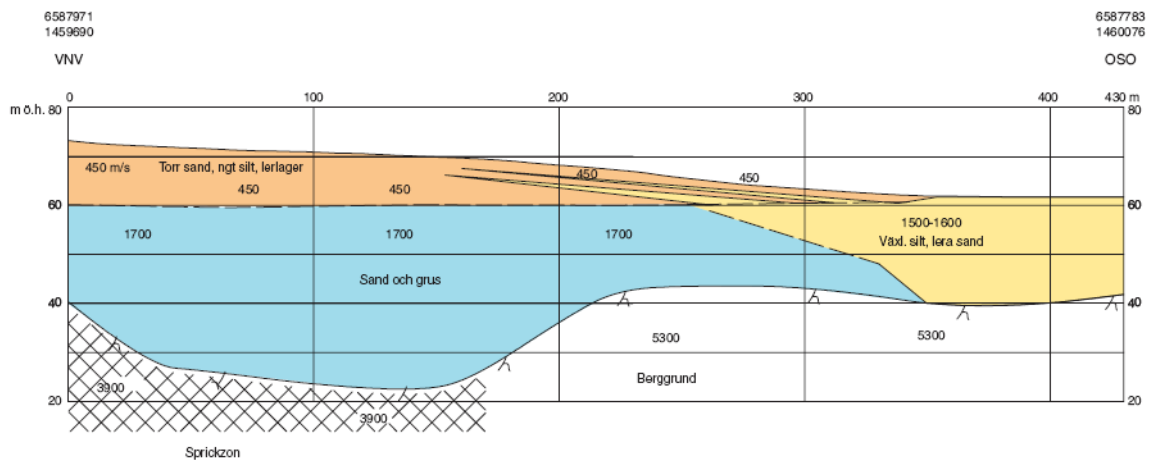
Borrpunkten ligger mellan de två täktsjöarna i Hammarbymagasinet och bekräftar de seismiska mätningarna om förekomsten av mäktiga grovkorniga lager.



Figur 20. Hammarby- och Mogetorps magasinerna. Efter SGU K140, 2009.



Figur 21. Sektion S1-04. Tvärsektion som visar på c:a 35 m vattenförande grus och sand. Överlagras av sand, finsand samt eventuellt silt- och lerlager. Efter SGU K140, 2009.



Figur 22. Sektion S3-04. Tvärsektion som visar 35-40 m vattenförande grus och sand. Överlagras av sand, finsand samt eventuellt silt- och lerlager. Efter SGU K140, 2009.





Figur 23. Mogetorpsmagasinet. Mycket grusbrytning, men inget under grundvattenytan.

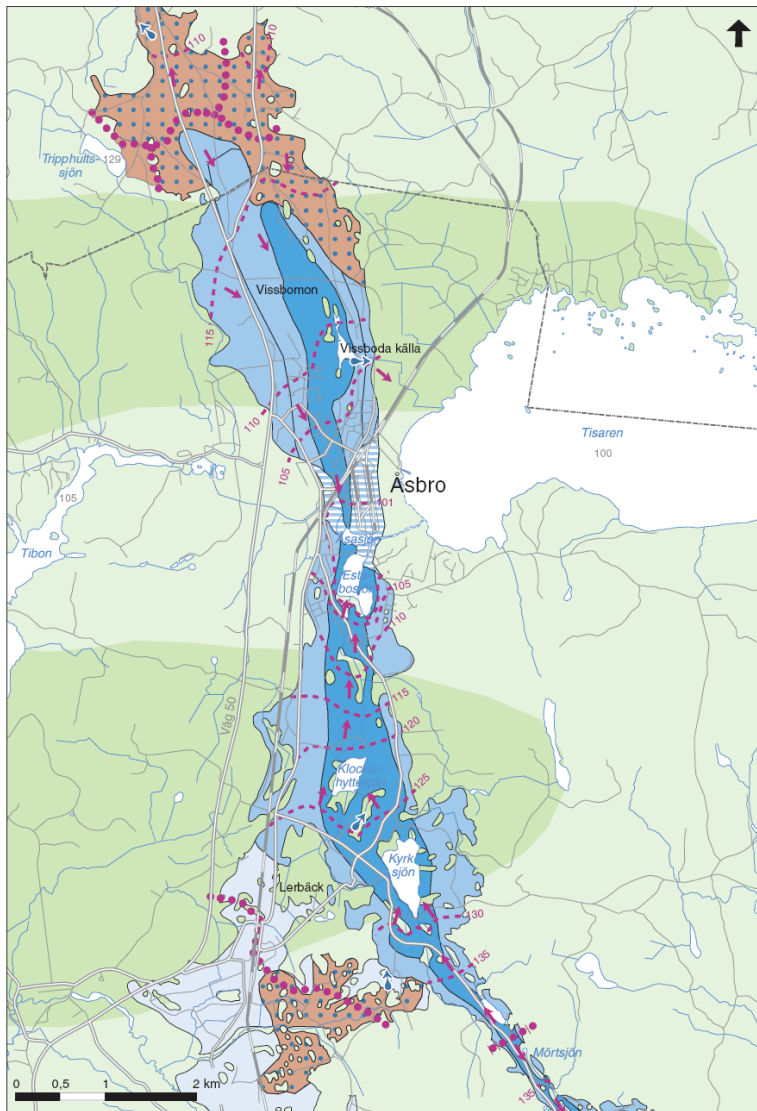


Figur 24. Hammarbymagasinet med de två täktsjöarna.

#### 4.4.6.5 Åsbromagasinet, dvs Örebroåsen vid Åsbro vid sjön Tisaren

Örebroåsen har en stor grundvattenförekomst på en sträcka av nästan 10 km på den delen som ligger norr- och söderut från Åsbro. Åsbro ligger ca 8 km söder om Hallsberg.

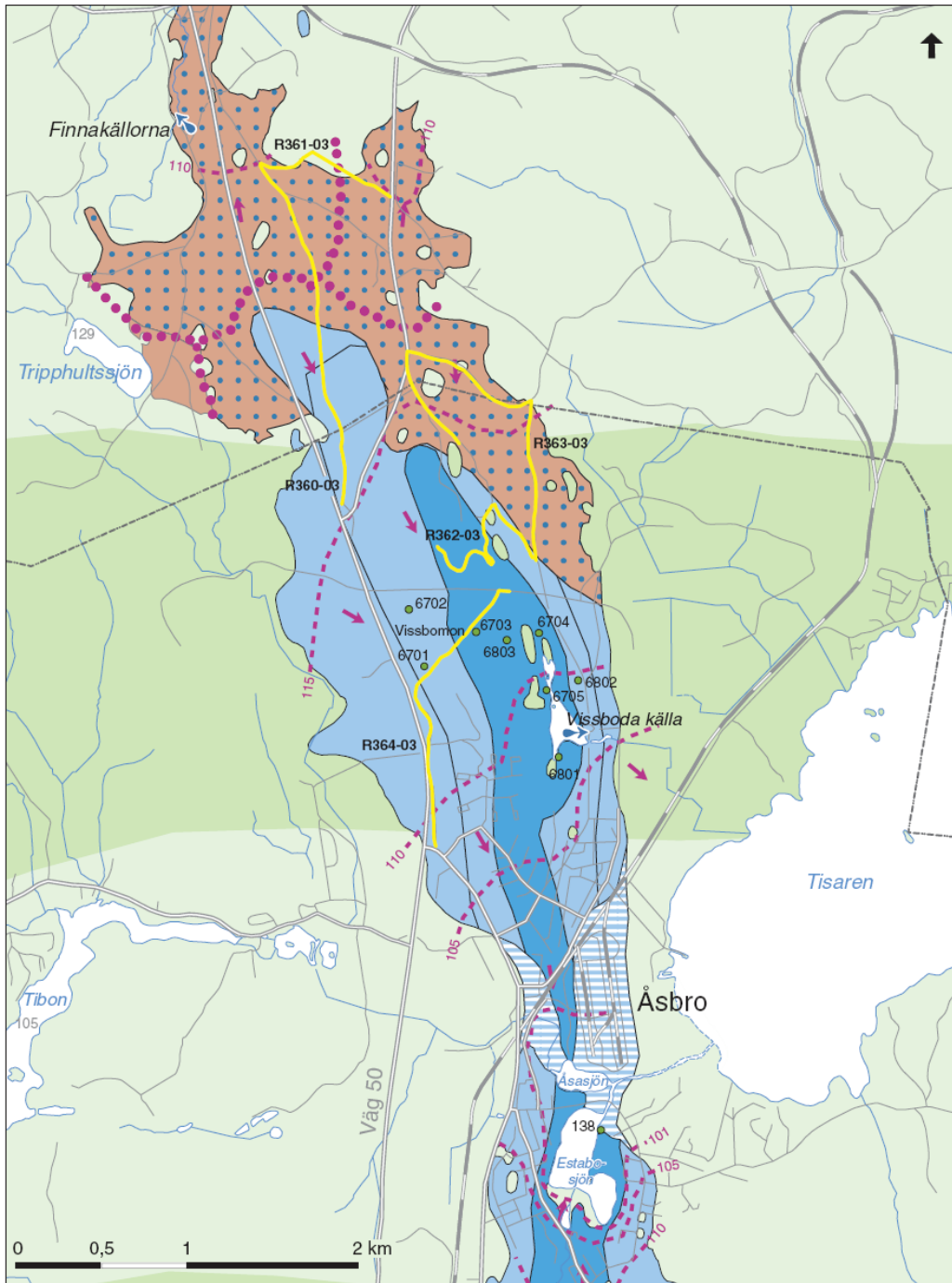
Åsbromagasinet indelas i en nordlig del, Vissbomon och en sydlig del, söder om Åsbro, Lerbäcksmagasinet.



Figur 25. Åsbromagasinet. Efter SGU K140, 2009.

#### 4.4.6.6 Vissbomons grundvattenmagasin

Vissbomon begränsas i norr av en vattendelare i höjd med Tripphultssjön. Markytan ligger på ca 125-127 m i norra delen och lutar åt väster och öster ut från åsen men också åt söder. Grundvattnet flödar, från vattendelaren med en grundvattennivå på ca 120 m, åt söder och läcker ut vid Vissboda källa med ca 10-15 l/s och sannolikt också i Åsasjön vars vattennivå är ca +101 m. Vid undersökningar på -1960-talet uppskattades grundvattentillgången till 40 l/s. Söder om Vissboda källa finns en kommunal vattentäkt som förser Åsbro med vatten. Uttag sker med ca 4 l/s i medeltal.



Figur 26. Vissbomon. Blå färg anger vattenförande del av magasinet. Efter SGU K140, 2009.



Jorddjupen är upp till ca 35 m och isälvsavlagringen är upp till 1,5 km bred. Borrningar i Vissbomon visar att isälvsavlagringen är tämligen finkornig. Vid R6701 påträffas ca 3 m grovkorniga lager under 23 m silt (mo). Vid R6803 påträffas skiktade isälvslager med mycket inlag av silt. Den grundvattenförande delen torde vara ca 10-15 m. Det kan således vara svårt att finna bra brunnslägen i Vissbodamon. Det torde gå lättare att infiltrera vatten. Lera tycks inte påträffas, åtminstone inte i åsens centrala delar.

I Åsbro har legat en anläggning för impregnering av järnvägslipers. Marken torde vara till viss del påverkad. Övriga risker är Åsbro samhälle, järnvägen och riksväg 50 som korsar åsen. Det finns också några grustäkter som kan skapa en konfliktsituation.

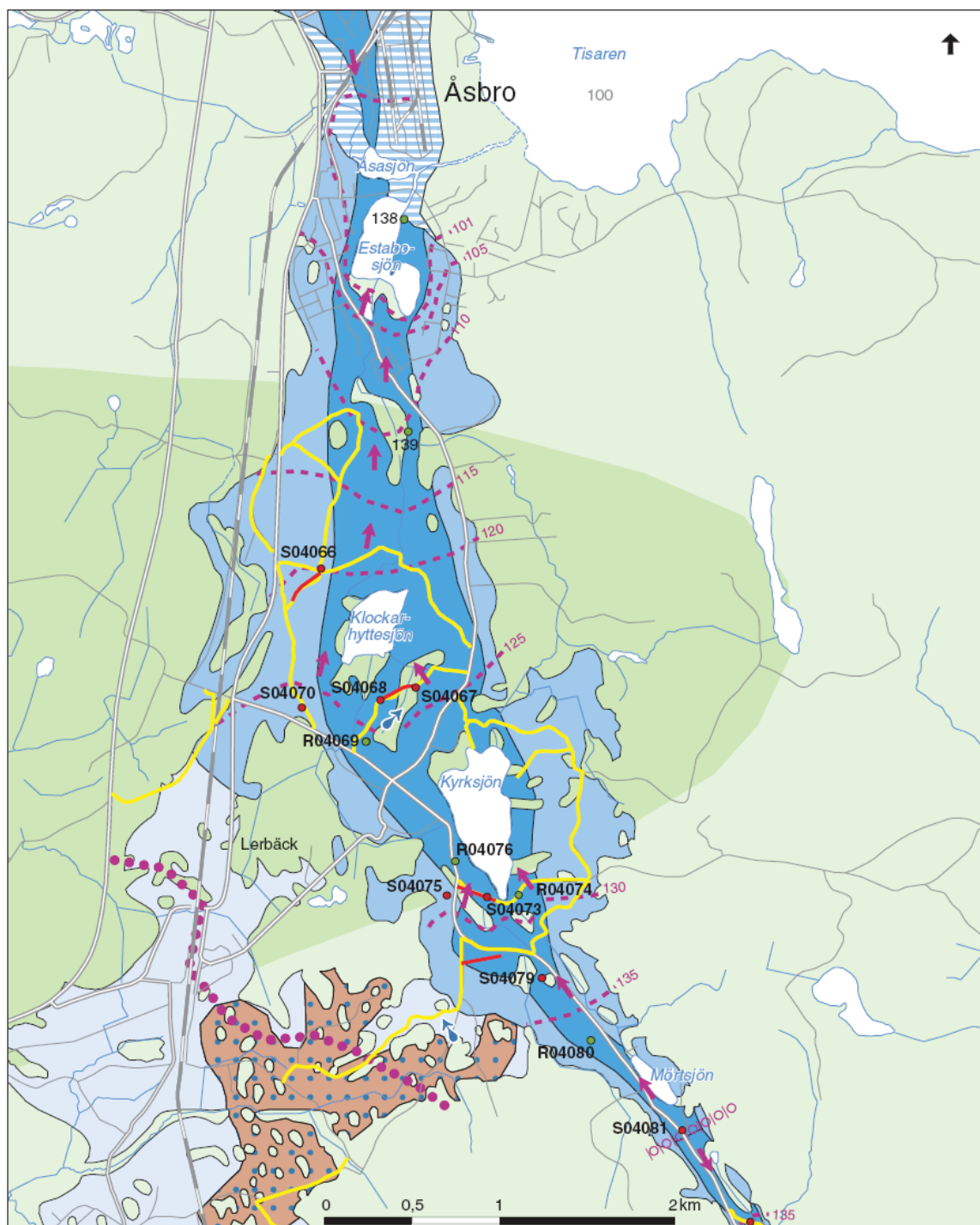


Figur 27. Impregneringsanläggningen/upplaget vid Åsbro.

Vissbomons grundvattentillgång är helt beroende av tillskottet av vatten via nederbörden. Den står således inte i förbindelse med några ytvattendrag som kan fylla på grundvattentillgången. Undantaget utgör den delen som ligger utmed sjön Tisaren. En anläggning för stora grundvattenuttag i Vissbodamon måste inriktas på konstgjort grundvatten. Syftet är då att upprätthålla ett sydgående grundvattenflöde för att förhindra att förorenat grundvatten från impregneringsanläggningen påverkar grundvattenkvaliten där uttagen skall ske. För att det skall vara möjligt erfordras att brunnarna hamnar i höjd med Vissboda källa eller åtminstone inte så långt söder därom. Lämpligen infiltreras vatten såväl söder om källan som norr om. Det krävs ytterligare systematiska borrhningar såväl som infiltrationsförsök för att klargöra de hydrogeologiska förhållandena.

#### 4.4.6.7 Lerbäcksmagasinet

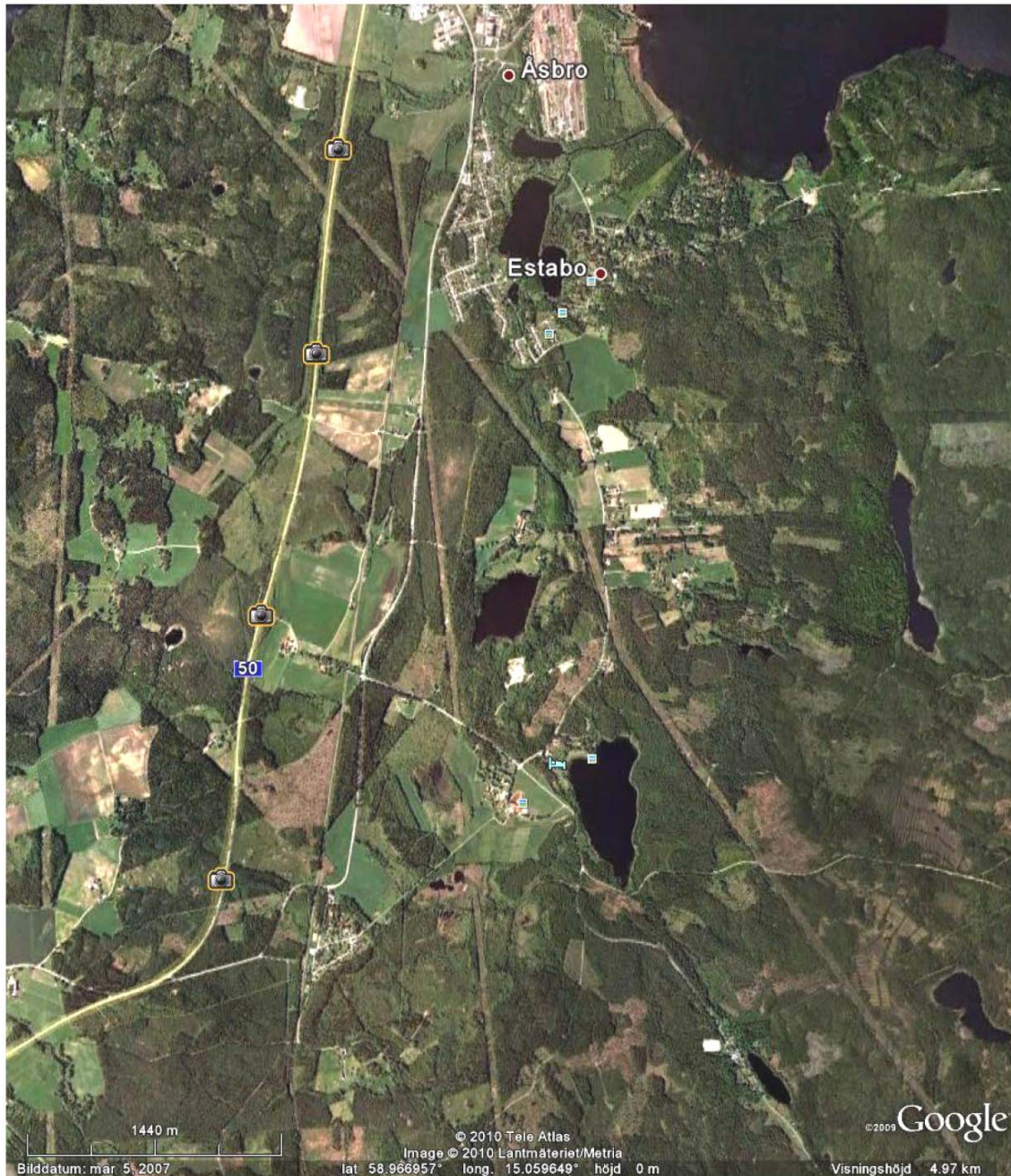
Lerbäcksmagasinet sträcker sig från Åsasjön i norr vid Åsbro till Mörtsjön i söder. Det är en sträcka på ca 5,5 km.



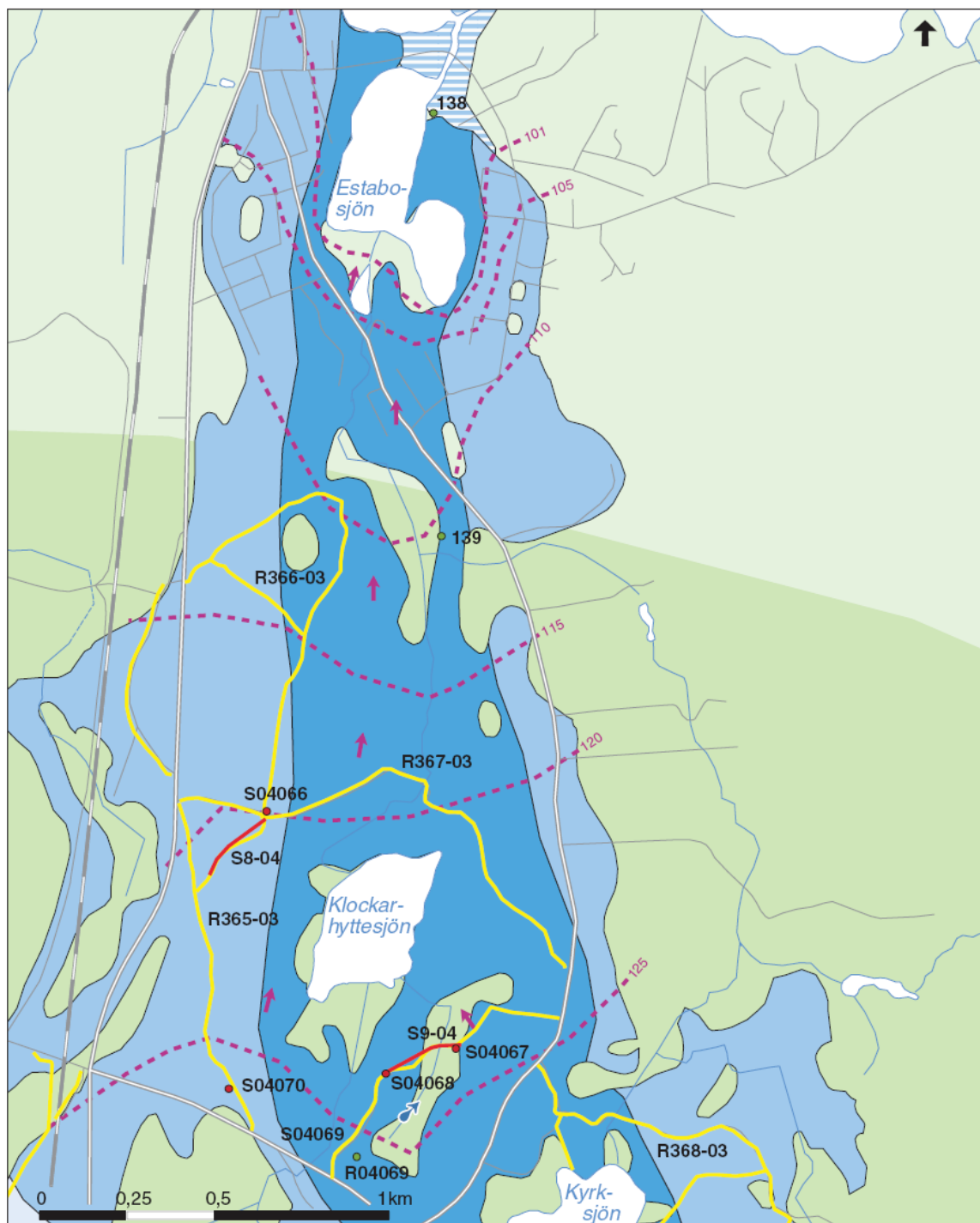
Figur 28. Lerbäcksmagasinet. Efter SGU K140, 2009.



I området finns tre sjöar som är längre eller bredare än 500 m nämligen Estabosjön, Klockarhyttesjön och Kyrksjön. Markytan mellan de två sistnämnda ligger på ca 145 m och sänker sig norrut för att vid Asasjön vara omkring 105 m.



Figur 29 Sattelitbild över Lerbäcksmagasinet. Notera att området är tämligen opåverkat av grustäkter och att det finns endast lite bebyggelse och få vägar.



Figur 30. Lerbäcksmagasinet delen Estabosjön-Kyrksjön. Efter SGU K140, 2009.

Isälvsavlagringen vid Klockarhyttesjön har en bredd på något över 1 km.

Utförda sonderingar och borrhningar:

<b>Borrplats 138</b>	Hejarsondering	17 m grovt mtrl.
<b>Borrplats 139</b>	Hejarsondering	15 m grovt mtrl.
<b>S04066</b>	Sonderingsborrning	26 m saf och sam
<b>S04067</b>	Sonderingsborrning	20 m sa och stgrSa
<b>S04068</b>	Sonderingsborrning	17 m stgrSa
<b>R04069</b>	Rörborrning	23 m grSa, saGr och stgrSa

Av georadarprofiler och borrhningar att döma tycks mycket tyda på att isälvsavlagringen har en vattenförande del på ca 15-20 m och över det en torr del på ca 10 m.

Grundvattenflödet är riktat norrut mot Åsasjön. Grundvattennivån ligger vid Kyrksjön på ca 125 m och vid Estabosjön på ca 101 m. Mellan Kyrksjön och Klockarhyttesjön är grundvattengradienten 5,5 ‰ och mellan Klockarhyttesjön och Estabosjön 11‰. Gradienten tyder på att det kan vara grovt material kring Klockarhyttesjön.

#### 4.4.6.8 Norenmagasinet

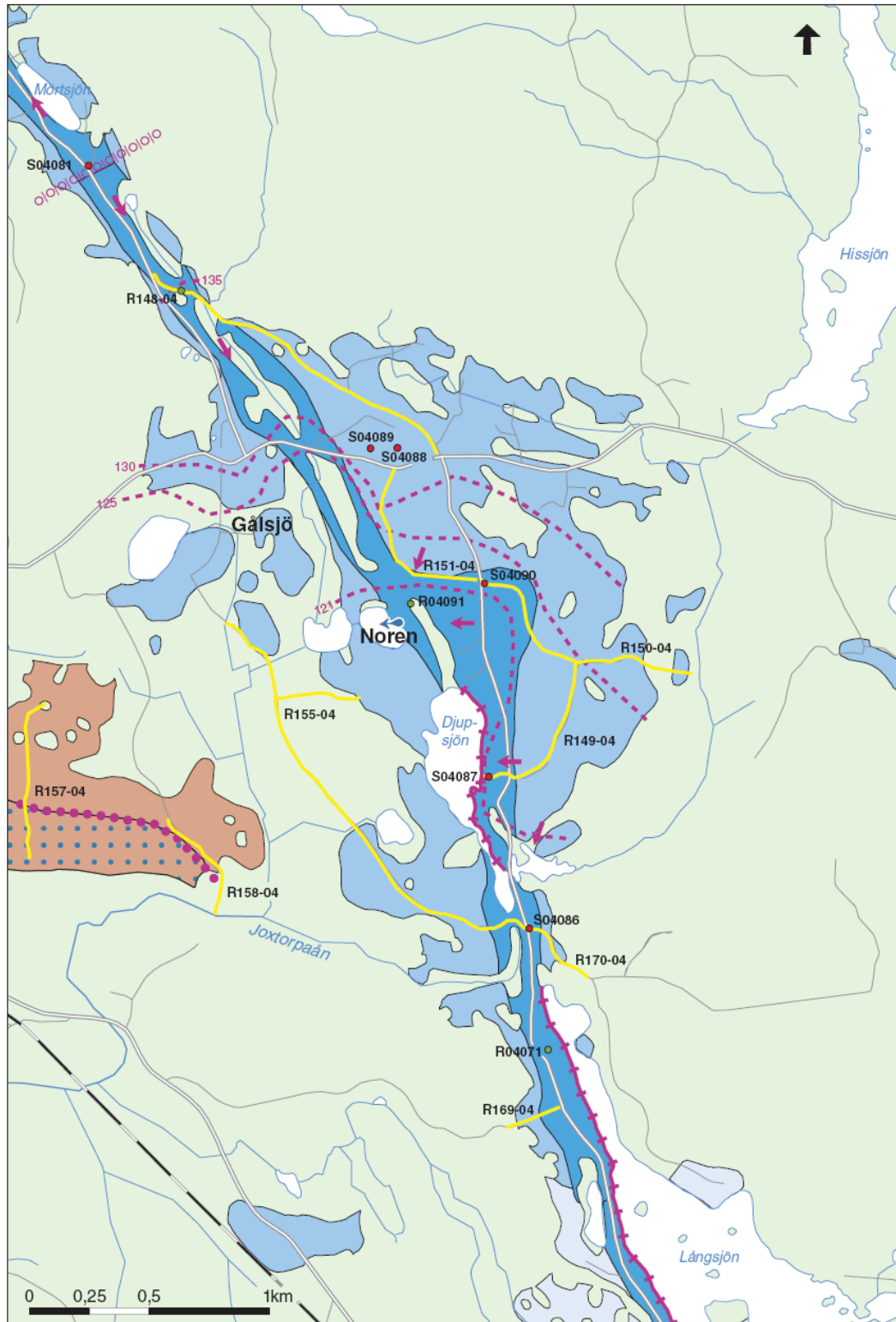
Norenmagasinet utgör en fortsättning på Lerbäcksmagasinet åt sydost.

Isälvsavlagringarna breder ut sig vid sjöarna Hemsjön, Noren och Djupsjön.

Borrhningar och sonderingar tyder på att det finns upp till c:a 30 m mäktiga isälvsavlagringar i området. Jordlagren är grovkorniga så det torde finnas bra brunnslägen. Flödet ur Noren består av källvatten c:a 10 l/s. Det synes föreligga en god hydraulisk kommunikation mellan sjöarna Noren, Djupsjön och Långsjön, pga. av att deras vattennivåer ligger ungefä på samma nivå +120,3 m. Därmed finns också goda förutsättningar för konstgjord och inducerad infiltration från sjöarna till grundvattenmagasinet.

R04071	
0-13	saGr och grSa
13-18	Gr
18-19	Saf
20,7	Stopp berg el. block
S04082	
0-17,8	stgrSa med sten
17,8-18,1	Mn
18,1	Kan fortsätta
S04086	
0-30,8	stgrSa
30,8	Stopp berg?
S04087	
0-3	Saf, sam
3-28,7	stgrSa
28,7	Stopp mot berg?
S04088	
0-7,5	stgrSa
7,5-10	stMn
10	Stopp mot block eller berg
S04089	
0-5	Sa och stgrSa
5	Stopp mot berg?
S04090	
0-27,7	Sam, sam/sag
27,7-30,3	stgrSa
30,3	Stopp mot berg?
R04091	
0-22,5	Saf-sam omväxlande
22,5-24	Sag (sonderat)
24-25	stgrSa (sonderat)
25	Stopp mot berg?



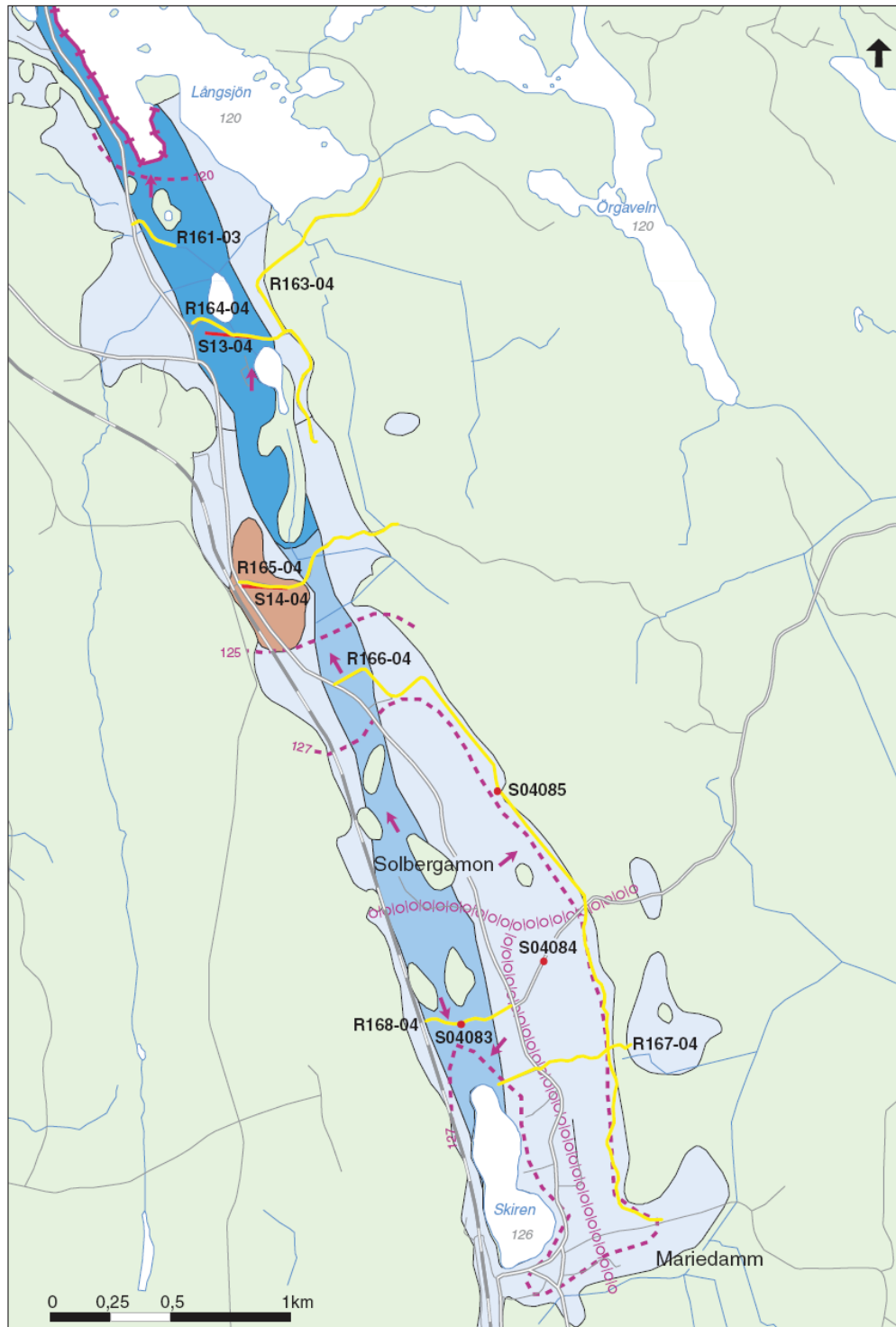


Figur 31. Norenmagasinet. Efter SGU K140, 2009.



#### 4.4.6.9 Solbergamon

Solbergamon avser området av åsen norr om sjön Skiren till Långsjön. Det finns en grundvattendelare norr om Skiren som delar grundvattenflödet i ett sydgående flöde och ett norrgående.



Figur 32. Solbergamon. Efter SGU K140, 2009.

SGU gör den bedömningen att förutsättningarna för större grundvattenuttag föreligger närmare Långsjön.

Nedan framgår resultaten av sonderingsborrningarna på Solbergamon:

S 04083	
0–2,8 m	mellansand
2,8–13,6	småstenig, grusig sand
13,6	stopp mot block el. berg

S 04084	
0–11,8 m	mellansand
11,8–12,4	stenig morän
12,4	stopp mot block el. berg

S 04085	
0–13,4 m	finsand–mellansand
13,4–15,7	stenig, grusig sand
15,7–16,7	morän
16,7	stopp mot berg?

I borrhpunkt S04083 bedöms det finnas c:a 11 m grusig sand med sten under 2,8 m mellansand. Det är också kring denna borrhpunkt som störst uttagsmöjligheter tycks föreligga. Solbergamons grundvattenförande delar är emellertid <10 m varför områdets potential får anses liten i förhållande till t.ex Lerbäcksmagasinet. Det finns en nedlagd avfallsdeponi 500 m från S04083 som också bidrar till att området är av ringa intresse för grundvattenproduktion i stor skala.

Läckagevatten på sträckan strax norr profilen S14-04 till Långsjön ökade med c:a 8 l/s. Tillsammans med övrigt läckage till Långsjön torde läckvattenmängden uppgå till 10-20 l/s.

#### 4.4.7 Möjlighet till konstgjort grundvatten

För att kunna beräkna hur mycket dricksvatten som kan produceras i de nämnda områdena behövs bl.a. följande information:

- Formationens storlek och djup.
- Djup och genomsläpplighet (transmissivitet) av jordlagren över och under grundvattenytan.
- Grundvattennivåer
- Hinder såsom sjöar, samhällen, föroreningar mm.

Det behövs vanligtvis detaljerade kunskaper om formationernas egenskaper för att det skall gå att kunna bedöma produktionskapaciteten. Vidare fordras att viss propumpning och infiltrationsförsök utförts.

De viktigaste frågorna som nu bör lösas är:

1. De borrhningar som utförts av SGU är till stor del sonderingar där jordarten bedömts med utgångspunkt från drivningsmotståndet. Jordarterna måste verifieras genom borrhningar med provtagning. Jordprover behöver analyseras.
2. Viss grustäkt har bedrivits i Hammarbymagasinet även under grundvattenytan. Kan grustäktstillstånd eller tidigare brytning under grundvattenytan äventyra projektet.
3. Kommunen utreder för närvarande Järleåns vattenkvalitet och om det vattnet är lämpligt att infiltrera (efter förbehandling förstås). Järleån eller Vättern, ja det är frågan.
4. Finns det lerskikt som överlagrar isälvsavlagringarna och som kan göra det svårt med konstgjord infiltration.

Nedan följer ett försök till bedömning utifrån de data som redovisats i denna rapport. Bedömningarna skall läsas tillsammans med kartbilagorna A-C, som bifogas detta avsnitt. Lägen av brunnar och infiltrationsdammar är på intet sätt detaljerade lägen och skall revideras efter att kompletterande undersökningar utförts.

##### 4.4.7.1 Vissbomon

Överlag ganska finkornig lagerföljd. Transmissiviteten i varje brunnsläge torde inte överstiga  $1 \times 10^{-2}$  m/s. Vi befarar att det är svårt att finna tillräckligt många och bra brunnslägen. Om transmissiviteten är hög krävs liten avsänkning och grundvattengradient för att förflytta vatten från infiltrationsdammar till brunnarna. Vid låg transmissivitet råder motsatta förhållanden. Ju mindre avståndet är mellan

dammar och brunnar, ju större avsänkning kan man göra i brunnarna och därmed också förflytta mer vatten. Avståndet mellan dammar och brunnar torde därför behöva underskrida 150-200 m eller mindre för att det skall vara möjligt att producera dricksvatten i stor skala på Vissbomon. Vi har räknat med följande för Vissbomon:

- T på  $0,5 \times 10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s i medeltal för området.
- 22 st brunnar förläggs i en 1800 m lång N-S linje centralt i området. Kapaciteten för brunnarna bedöms till c:a 10 l/s och brunn.
- Infiltrationsbassänger förläggs utmed en sträcka på 1800 m väster om brunnslinjen och 1100 m öster om brunnslinjen.

Möjligheten att förflytta vatten mellan dammarna och brunnarna kan beskrivas:

$$M = T \times L \times i$$

(transmissivitet x längd x grundvattengradient)

Ovanstående värden insätts i formeln

$$M = 0,5 \times 10^{-2} \times (1800 + 1100) \times 15\text{‰} = 0,22 \text{ m}^3/\text{s}$$

**En rimlig bedömning är således att det går att producera c:a 150-200 l/s på Vissbomon.** Vid större avstånd mellan dammar och brunnar minskar produktionskapaciteten och vid mindre avstånd kan det öka pga. att det går att räkna med en större gradient. Med ovanstående värden på T och i blir bruttofödeshastigheten av grundvattnet c:a 7 m/dygn. Uppehållstiden för 200 m sträcka blir då 28 dygn. Med tanke på olikformiga jordarter torde uppehållstiden i själva verket bli mindre, men överstiga 14 dagar.

Behovet av infiltrationsyta torde vara c:a 8000 m<sup>2</sup> (infiltrationshastighet 0,1 m/tim).

#### 4.4.7.2 Lerbäcksmagasinet

Lerbäcksmagasinet är c:a 5 km i nord-sydlig utsträckning och har en bredd av 1-1,5 km. Magasinet smalnar av åt sydöst. Överlag tycks jordlagerföljden bestå av grövre jordarter jämfört med Vissbomon. Vår bedömning är att grundvattenmagasinet kan vara så stort som 9 M m<sup>3</sup>. Kring Kyrksjön tycks det vara grövst sediment baserat på bedömningen att grundvattengradienten är minst.

T, transmissiviteten bedöms vara  $1 \times 10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s eller större i medeltal för de delar som kan nyttjas för infiltration och grundvattenuttag. Det tycks finnas stora delar med grundvattenförande del på 15 m eller något mer.

I vårt räkneexempel har vi tänkt oss infiltration öster och väster om Klockarhyttesjö och söder om Kyrksjön. Uttagsområden, brunnsgallerier förläggs då väster och öster om Kyrksjön, mellan Kyrksjön och Klockarhyttesjön samt norr om Klockarhyttesjön. Naturligt grundvattenflöde är riktat mot norr.

Brunnsområdena beräknas till 1600 m varav det förläggs brunnar var 50:e meter. Det innebär 32 brunnar med bedömd medelkapacitet av 15 l/s. Totalt således  $32 \times 15 = 480$  l/s. Vid så stora uttag torde sjöarna påverkas ganska avsevärt. Då måste de fyllas med vatten och kan på så vis bli en del av anläggningen genom att vatten inducerar till magasinet.

Naturlig grundvattenbildning torde vara i storleksordningen 8 l/s och km<sup>2</sup> vilket ger c:a 50 l/s för området plus eventuellt inkommande vatten från vattendrag. Totalt räknar vi med c:a 60 l/s grundvattenbildning. Grundvattenmagasinet skall förstärkas med vatten genom konstgjord infiltration, med en mängd av 420 l/s.

Behov av infiltrationsyta torde vara c:a 15 000 m<sup>2</sup> vid infiltrationshastighet av 0,1 m/tim. Vi räknar med infiltrationsområden med en total längd av 1700 m.

På grund av det större magasinetsdjupet räknar vi med att det går att skapa en större grundvattengradient mellan infiltrations- och brunnsområden. Vi räknar med 20%.

Möjlig förflyttning av grundvatten:

$$M = 1 \times 10^{-2} \times (1700 \text{ m}) \times 25\% = 0,425 \text{ m}^3/\text{s}.$$

En rimlig bedömning är att det går att producera grundvatten i storleksordningen 300-400 l/s i medeltal. Avståndet mellan infiltrationsområdena och brunnarna torde kunna vara c:a 200-400 m.

#### 4.4.7.3 Norenmagasinet

Norenmagasinet har en areell utbredning av c:a 3,6 km<sup>2</sup>. Den naturliga grundvattenbildningen torde vara i storleksordningen c:a 30 l/s. Det finns flera sjöar i området som torde bli påverkade av grundvattenuttag. Det tycks föreligga god hydraulisk kontakt mellan sjöarna och med grundvattenmagasinet vilket ger en

bra möjlighet för inducerad infiltration från sjöarna. Påverkas de bör de således fyllas på med nytt vatten (Vätternvatten?).

Det finns upp till c:a 30 m mäktiga isälvsavlagringar. De centrala delarna genom området torde ha grundvattenförande lager på 15-20 m. Vi räknar med att det går att ha flera brunnsgallerier om tillsammans c:a 800 m. Förläggs brunnar med CC 50 m behövs c:a 16 brunnar. Var och en bedöms kunna ge 15 l/s med en transmissivitet på  $1 \times 10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s. Summa möjligt uttag således 240 l/s.

Infiltrationsdammarna bedöms kunna förläggas öster om Noren och Djupsjön. Det finns en del våtmarker i området som kan påverka vattenkvaliteten och möjligheterna av att finna tillräckligt många brunnslägen.

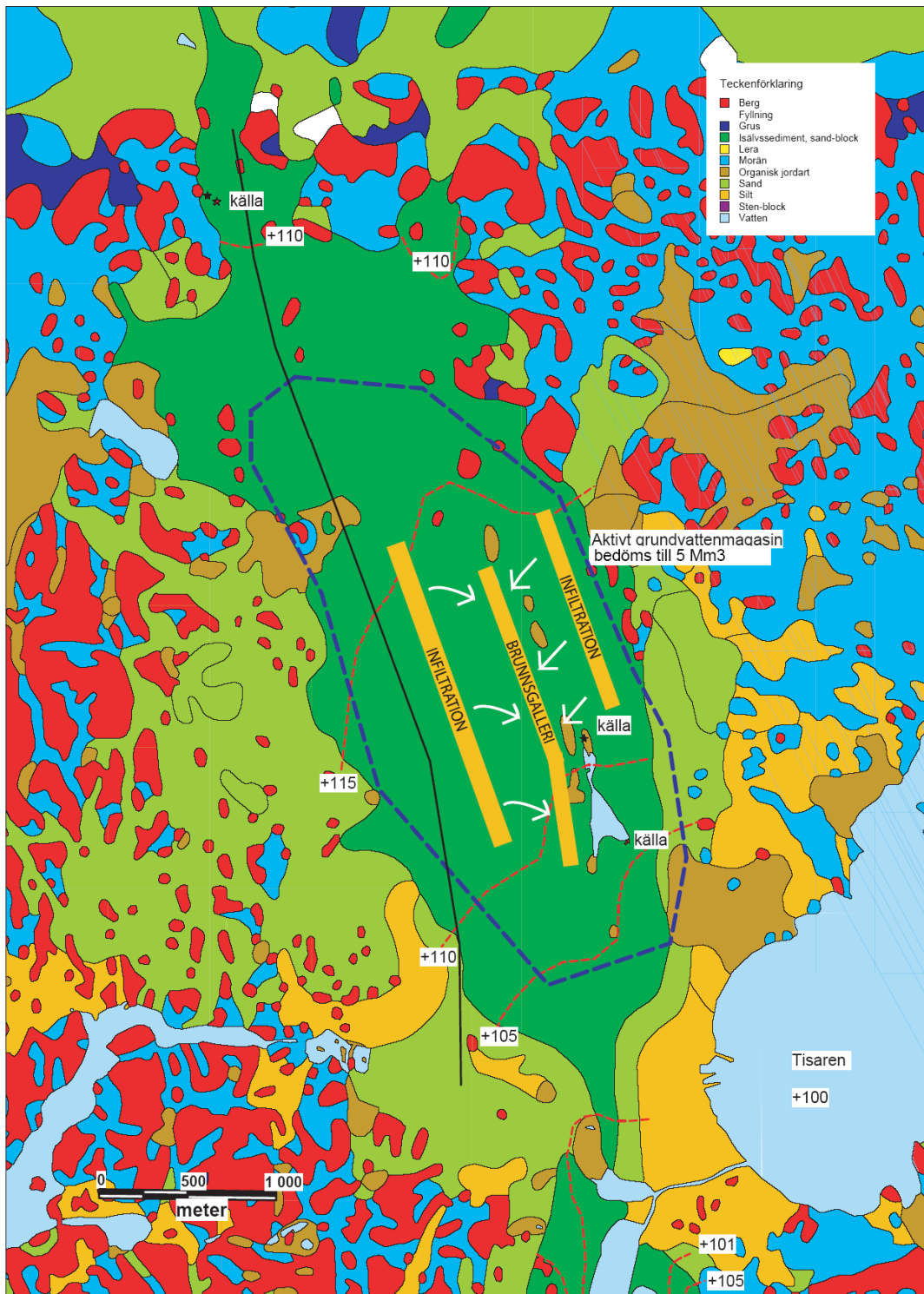
En rimlig bedömning är att det går att producera c:a 200 l/s i området.

#### 4.4.7.4 Sammanfattning

För att komma i närheten av den önskvärda produktionskapaciteten ca 1000 l/s (medeldygn) bedömes att alla tre delmagasinen Vissbomon, Lerbäcksmagasinet och Norenmagasinet måste utnyttjas med möjliga kapaciteter:

• Vissbomon	150-200 l/s
• Lerbäcksmagasinet	300-400 l/s
• Norenmagasinet	200 l/s
Summa	650-800 l/s

Även om alla magasinen utnyttjas bedömes således med kända förutsättningar kapaciteten inte nå upp till önskvärd produktionskapacitet om 1000 l/s för medeldygn.

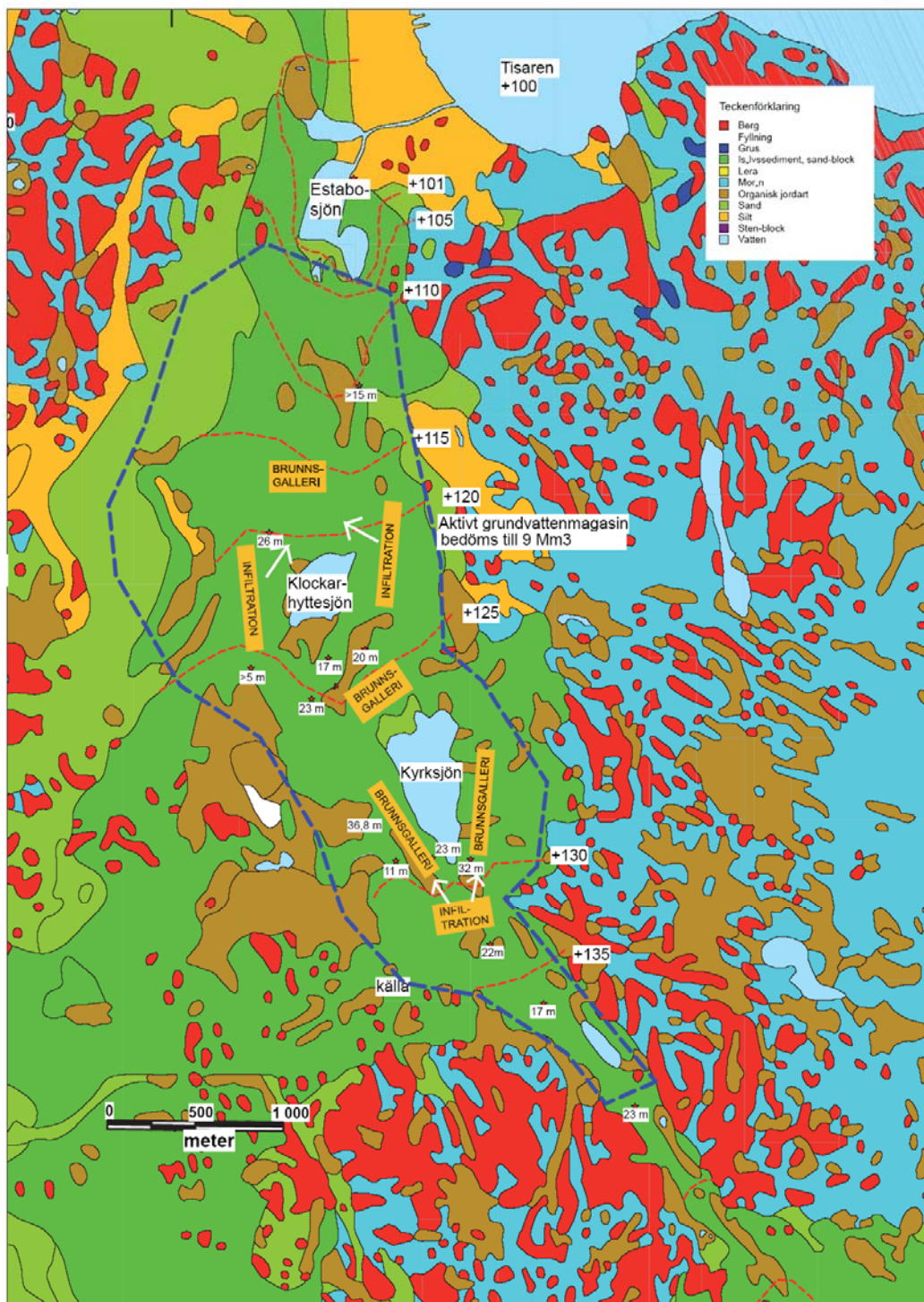


Åsbromagasinet - Vissbomon. Skala i A3 1:20 000. Jordartsuppgifter enligt SGU. Norconsult AB. 2010-10





Kartbilaga B

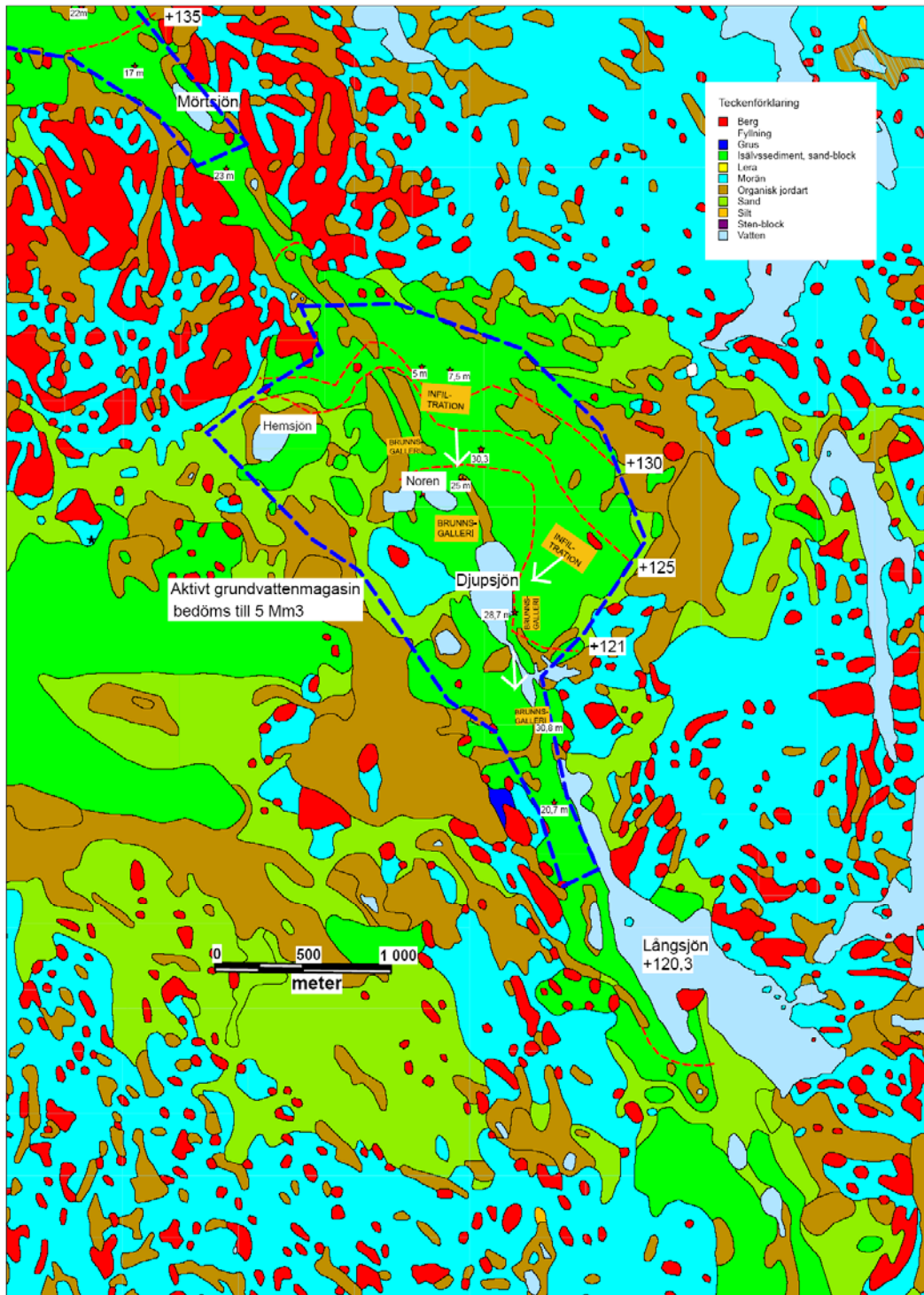


Åsromagasinet delen Lerbäcksmagasinet. Skala i A3 1:20 000. Jordarter efter SGU  
Norconsult AB 2010-10



m:\102\01\1020136\0-mapp\beskrivningar utredningar pm\utredningar -  
pm\sluthandling 2011-10-11\sluthandling 2011-10-11.doc





Norenmagasinet. Skala i A3 1:20 000. Jordarter efter SGU  
Norconsult AB 2010-10

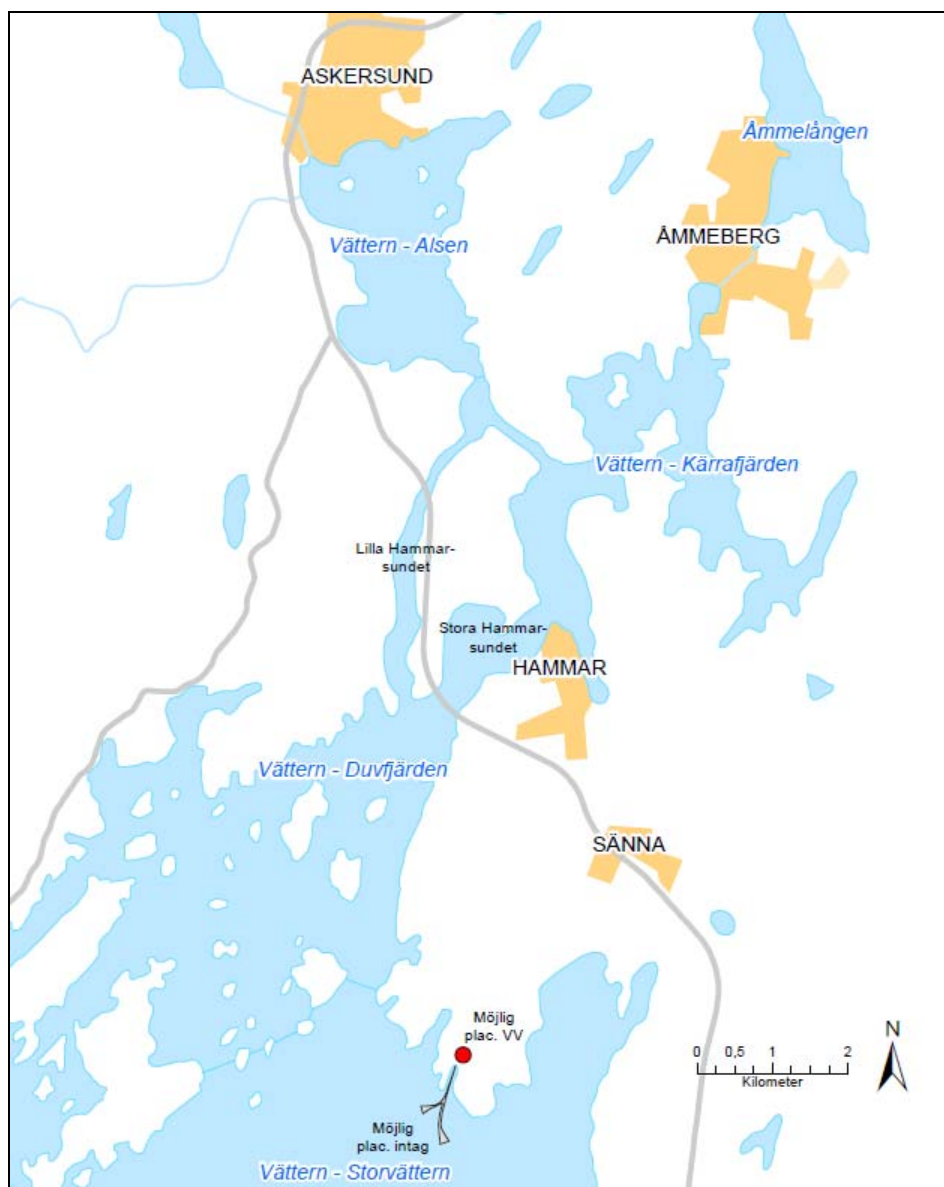


## 4.4.8 Riskvärdering MRA-Mikrobiell riskanalys

### 4.4.8.1 Orientering

Ett av de under 4.4.5 beskrivna alternativen är ett ytvattenverk placerat vid Harge, vid norra Vättern, se figur 1.

För att uppskatta risken för vattenburen smitta har en Mikrobiell riskanalys, MRA genomförts för detta tänkta ytvattenverk på begäran av arbetsgruppen.



Figur 1. Karta över norra Vättern med möjlig placering av ytvattenverk markerad. Tillhörande Riskvärdering MRA.

För att uppskatta risker i vattenreningsprocessen och risken för att konsumenter skall drabbas av vattenburen smitta kan bl a följande metoder eller planeringsverktyg användas:

- Hazard Analysis and Critical Control Points (**HACCP**), ingår som en del i **WSP**, se nedan. Här identifieras kritiska punkter i processen och bestäms gränsvärden som är godtagbara för dessa.
- Water Safety Plan (**WSP**). Detta är ett verktyg som rekommenderas av WHO för att garantera säker vattenförsörjning. Genom att arbeta förebyggande skall god vattenkvalitet uppnås. Även här identifieras kontrollpunkter, genom att hela vattenförsörjningssystemet utvärderas för med hänsyn till säkerheten. En driftplanering och ett dokumentations-system utarbetas, som beskriver åtgärder vid normaldrift och haverier och som föreslår de förbättringar och uppgraderingar som erfordras.
- Optimal Desinfektions Praxis (**ODP**). Detta är en modell för att kontrollera om det finns tillräckligt antal barriärer i vattenförsörjningen mot mikrobiologisk förorening. Metoden är utvecklad av Norskt Vann. I modellen karakteriseras råvattnet utifrån historiska mikrobiologiska vattenanalyser under tre år, varefter vattentäkten klassificeras i olika kvalitetsnivåer A-D. Erforderlig barriärhöjd bestäms därefter som log-reduktion utifrån kvalitetsnivån och storlek på vattenverket. Log-kredit kan sedan erhållas för åtgärder i avrinningsområdet, vattentäkten och vattenbehandlingsanläggningen exkl. slutdesinficeringen. Differensen mellan erforderlig barriärhöjd och erhållna log-krediter bestämmer slutligen erforderlig logreduktion i slutdesinficeringen. En ODP analys för det tänkta vattenverket synes lämplig att genomföra när resultat från de mikrobiologiska analyserna vid det tänkta intaget föreligger.
- **MRA**- Mikrobiell riskanalys har bedömts lämplig att starta med för att få en första kunskap om vilka mikrobiella risker som kan föreligga i vattenförsörjningen från det tänkta vattenverket. Analysen redovisas nedan.



#### 4.4.8.2 Bakgrund till MRA

Enligt Statens Livsmedelsverks dricksvattenföreskrifter (SLV FS 2001:30) ska det finnas tillräckligt antal säkerhetsbarriärer mot mikrobiologisk förorening i beredning av dricksvatten. Föreskrifterna innehåller dock inga kvantitativa krav på hur effektiva de mikrobiologiska säkerhetsbarriärerna ska vara på att reducera patogener.

Traditionellt och i nuvarande svensk lagstiftning använder man sig i dricksvattenproduktion av kontroll i efterhand med hjälp av indikatororganismer. Denna metod är dock inte på något sätt heltäckande då:

- Indikatororganismerna inte är helt representativa – dvs. de uppför sig inte som sjukdomsframkallande mikroorganismer, eller s.k. patogener.
- Analys av indikatororganismer tar tid – en förorening kan upptäckas för sent.
- Provtagningen är icke-kontinuerlig – plötsliga förändringar i vattenkvaliteten upptäcks inte alls.
- Det är svårt att upptäcka patogener i låga halter – vilket är fallet i färdigt dricksvatten och i vissa råvatten.

Sammantaget innebär detta att kontroll i efterhand av indikatororganismer och patogener inte garanterar att drickvattnet är fritt från patogener. Därför behövs det en annan och bredare ansats när man utvärderar de mikrobiologiska barriärerna (SLV, SMI och Svenskt Vatten 2011).

MRA, mikrobiell riskanalys, (eller QMRA, Quantitativ Mikrobial Risk Assessment) är en proaktiv metod som tagits fram av WHO (World Health Organization) för att underlätta bedömningen av mikrobiologiska risker i vattenförsörjningen. Metoden har som mål att beräkna hälsorisker för konsumenten genom att följa den mikrobiologiska vattenkvaliteten från råvatten till tappkran.

En MRA ställer krav på en mängd indata. För att kunna uppnå önskat resultat krävs kunskap om förekomst av patogener i råvatten, avskiljningen av respektive patogen i olika reningsteg, konsumtionsmönster och dos-respons samband för respektive patogen (NVK 2008).

#### 4.4.8.3 Beskrivning av modellen

Svenskt Vatten Utveckling har genomfört ett projekt där en modell för att genomföra en MRA för svenska förhållanden byggts upp i programmet Analytica. Modellen finns beskriven i handledningen och rapporten *MRA – Ett modellverktyg för svenska vattenverk (SVU 2009-05)*.

Modellen utgår ifrån att barriärtänkandet tar hänsyn till den reduktion, avskiljning eller avdödning, av mikroorganismer som sker i varje processteg, i varje barriär. Avskiljningen kan enkelt redovisas som log-reduktion. Avskiljs 90 % av bakterierna motsvarar detta 1 log, 99 % motsvarar 2 log, 99,9 % motsvarar 3 log osv. Modellen beräknar både log-reduktionen efter varje enskilt behandlingssteg och den totala log-reduktionen genom processen efter att indata i form av patogenkoncentration och processvarianter har lagts in. Resultaten presenteras också som risk för att insjukna av respektive patogen, årlig risk för att insjukna samt DALY's, Disability Adjusted Life Years, eller funktionsjusterade levnadsår.

Efter att resultaten erhållits från modellen vid en MRA återstår värderingen av vad som definieras som en acceptabel risk. USA:s naturvårdsverk USEPA föreslår att man använder sig av begreppet antal insjuknade individer/10 000 konsumenter och år som mått och rekommenderar en risknivå på mindre än 1/10 000 personer och år till följd av respektive patogen.

Risken med vattenburna sjukdomsutbrott anges också som DALYs . En DALY kan sägas vara den kompenserade livslängden, dvs. den tid man förkortar sitt liv genom funktionsnedsättning, sjukdom eller för tidig död. WHO har definierat acceptabel sjukdomsburden för vattenrelaterad sjukdom till 1 mikroDALY per person och år.

Tillämpningen kan öka förståelsen betydligt för ett vattenverks reningsprocess. Det beräknade värdet för ”risken att blir infekterad” ska dock tolkas med försiktighet pga. kunskapsluckor i indata, främst angående patogenförekomst i råvattnet.

Resultaten från MRA-modellen nedan(beräknade sannolikheter och Dalys) för olika driftfall har jämförts med de mål WHO ställt upp i ”Guidelines for drinking-water quality”. Målen avser de log-reduktioner som krävs för att uppnå målet 1 mikroDALY. Det förefaller därvid som MRA-modellen har lättare att nå målet 1 mikroDALY än målet 1 insjuknad person per 10000 personer. Det är troligt att MRA-modellen har inbyggda defaultvärden t ex vad gäller dos-respons samband, som ger högre erforderlig log-reduktion.

Modellen och sättet att hantera dos-responssamband och fördelningar är dock inte tillräckligt transparent för att kunna avgöra vari skillnaden beror. Kontakt kommer att tagas med ansvarig för programmet för att om möjligt få en förklaring.

#### 4.4.8.4 Förutsättningar

Generellt har förprogrammerade standardvärden (defaultvärden) använts i modellen, då indata rörande råvattnets kvalitet, samt processdata från vattenverket inte finns tillgängliga.

Vid modelleringen av det tänkta vattenverket utgås ifrån beskrivningen av processen till Alternativ 1 – Renvattenalternativ i kap 4.4.5.2.

Vattenverket ska förse ca 230 000 personer med dricksvatten. Medelvattenbehovet har beräknats till ca 869 l/s, 75 000 m<sup>3</sup>/d, och maxvattenbehovet till 1000 l/s. Hela vattenverket dvs. alla behandlingssteg antas ligga på samma plats vid Harge (se karta, bilaga 1).

#### 4.4.8.5 Indata

Då förekomst av patogener i Vättern inte är känt, har föreslagna defaultvärden från handboken (SVU, 2009-05) använts som ingångsvärden. Dessa värden har använts vid modelleringen som ”normala” halter i Vättern. Hur realistiska dessa värden är för Vättern kan diskuteras och en bedömning av detta kan endast göras efter en omfattande provtagning. Patogenerna i tabell 1 används i alla scenarier.

Tabell 1. Val av mikroorganismer. *Tillhörande Riskvärdering MRA.*

Patogen	Val	Motivering	Antagen förekomst (antal/l)
Bakterie	Campylobakter	Vanligaste agens vid vattenburna utbrott i Sverige	1
Virus	Norovirus	Vinterkräksjukan, tåligt mot klor, pH	1
Protozo	Cryptosporidium (Crypto.)	Utbrott i Östersund. Något högre förekomst i svenska ytvatten än Giardia, enl. SVU 2011-02	lognormal, mean=0,4 stdev=2,1

### Reningsprocess

Reningsprocessen har föreslagits bestå av:

- Långsamfilter, 15 parallella linjer
- UV-ljus, 3 parallella linjer,  $400 \text{ J/m}^2 = 40 \text{ mJ/cm}^2$
- Kloramin, färdigblandad direkt tillsats, dos 0,30 mg/l (uppskattad från Steier, 2005), 60 min till konsument, pH 8,5 och  $< 5^\circ\text{C}$ .

Simulering av att UV-dosering sker ute vid leverans till kommunerna kan inte ske i programmet. För monokloramindoseringen kan däremot kontakttiden/transporttiden till konsument anges och detta påverkar resultatet av log-reducering på bakterier och virus. Mikrosil har föreslagits för vattenverket, men är inte med i denna modellering pga. av att osäkerheten i vilken avskiljning som sker av bakterier, virus och protozoer är för stor.

Anledningen till specificering av antal linjer av processvarianterna är att detta tas hänsyn till vid simulering av scenario 3 och 4 då någon/några av linjerna har driftstörningar.

Det finns många val och inställningar att göra i modellen. Utgångspunkten har därför varit att försöka göra det så enkla antaganden som möjligt.

#### 4.4.8.6 Scenarier

De fyra huvudscenarier som testats med hjälp av modellen är följande:

1. Normalt innehåll av patogener i råvattnet, normal drift
2. Höga halter av patogener i råvattnet (baseras på modellens "raw sewage", avloppsutsläpp från Hammar ARV), normal drift
3. Normala halter av patogener i råvattnet, problem med drift:
  - a. Genombrott i långsamfilter
  - b. Låg effektivitet av UV
4. Höga halter av patogener i råvattnet, problem med drift:
  - a. Genombrott i långsamfilter
  - b. Låg effektivitet av UV

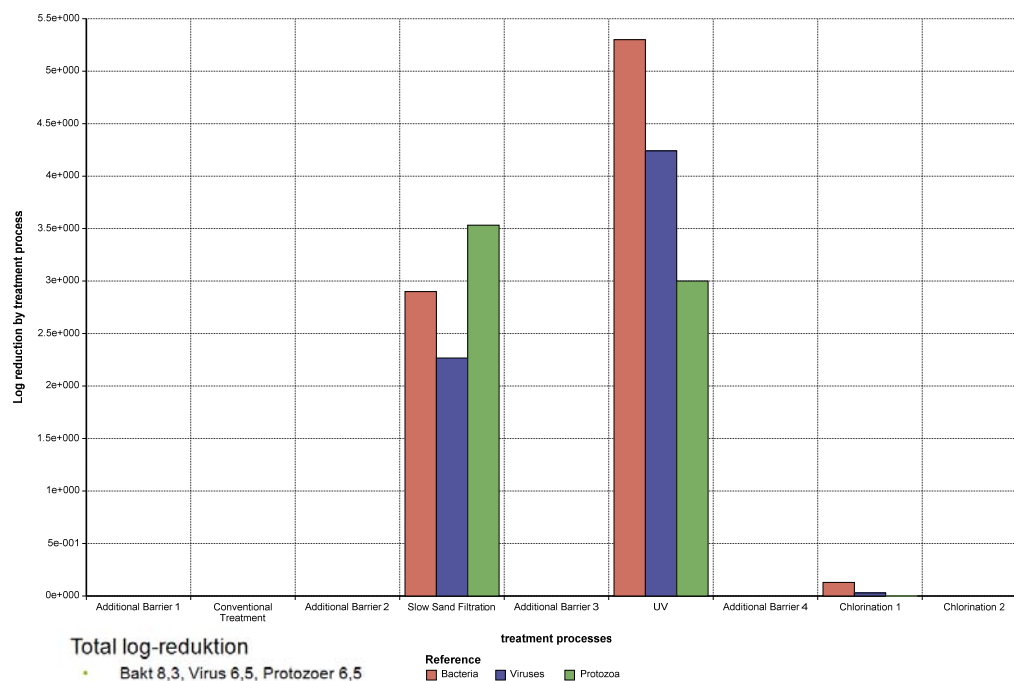


#### 4.4.8.7 Genomförande och resultat

##### 4.4.8.7.1 Scenario 1 – Normala halter patogener, normal drift

För scenario 1 körs modellen enligt de generella indata som angivits i kapitel 3. Förutsättningarna är att förekomst av patogener i ytvatten är enligt defaultvärden i tabell 1, samt att processen på det tänkta vattenverket fungerar som de ska.

I figur 2 visas den log-reduktion i medelvärde som gäller för de olika processtegen i det tänkta vattenverket. Långsamfilter avskiljer mikroorganismer till ca 2,3-3,5 log, UV-ljus till ca 3,5-5,3 log beroende på typ av mikroorganism. Långsamfilter är effektivast mot protozoer. UV är effektivast mot bakterier. Kloraminet som tillsätts har en mycket liten effekt på avdödning av bakterier och ingen effekt på protozoer. Motivet med kloramintillsatsen är främst att komma åt de befintliga lokala näten.



Figur 2. Medelvärden av Log-reduktion för de olika processtegen. Tillhörande Riskvärdering MRA.

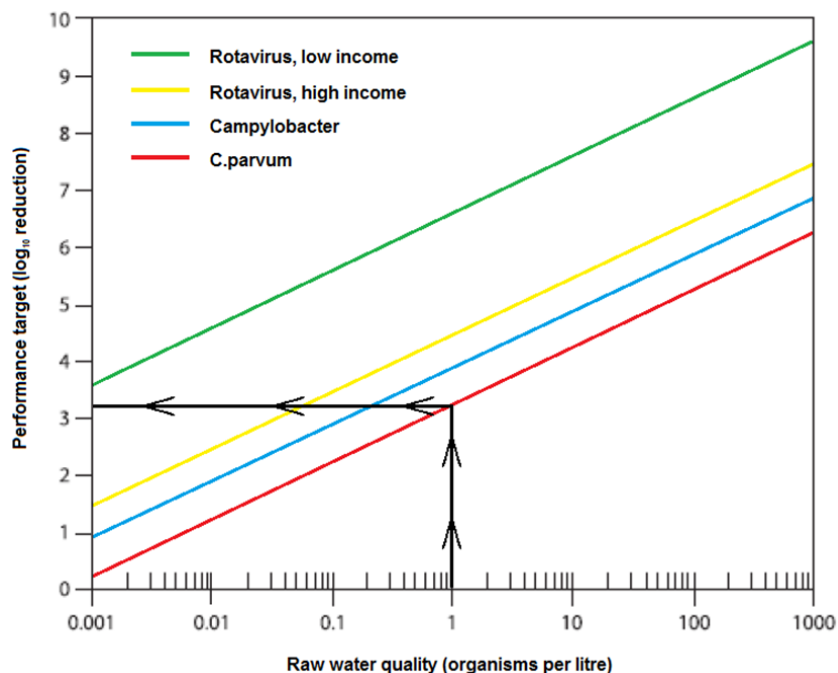
För de ingångskoncentrationer som angivits ovan och den log-reduktion som finns redovisad i figur 2 fås resultaten sammanställda i tabell 2.

Tabell 2. Resultat scenario 1. *Tillhörande Riskvärdering MRA.*

	<b>Campylobakter</b>	<b>Norovirus</b>	<b>Crypto.</b>
Årlig sannolikhet för infektion, medel	$3,39 \cdot 10^{-6}$	$1,7 \cdot 10^{-4}$	$4,1 \cdot 10^{-4}$
Antal sjuka/10000 konsumenter, år	0,03	1,7	4,1
mikroDALY's	$7,3 \cdot 10^{-3}$	-	0,7

Enligt modellen och de antaganden som gjorts ligger antal sjuka för Campylobakter väl under de rekommenderade nivåerna både med avseende på antal sjuka och DALY's. För de andra patogenerna är antal sjuka högre. Nivån hamnar strax över rekommenderad nivå. För Campylobakter ligger beräknad DALY på ca en tusendel av rekommenderad nivå och för Cryptosporidium strax under rekommenderad nivå. För Norovirus saknas information i modellen för att DALY's ska kunna beräknas.

För "normala" halter patogener och normal drift visar modellen att rekommenderade nivåer i princip ej överskrids. Vid jämförelse med WHO:s Guidelines figur 7.2, se nedan, skulle erforderlig log-reduktion för Cryptosporidium vara ca 3 och för Campylobacter ca 3,5 för att erhålla 1 mikroDALY per person och år. Här är beräknat total logreduktion 8,3 resp 6,3, alltså avsevärt mer, men ändå uppnås inte riktigt kravet vad gäller högst 1 insjuknad individ per 10000 personer och år. Som kommenterats ovan under avsnitt 3 måste något skilja mellan indata från WHO till den svenska MRA-modellen. Detta skulle kunna vara betydligt konservativare dos-responssamband för Cryptosporidium i MRA-modellen. Det bör dock påpekas att figur 7.2 inte är allmängiltig och ingen absolut rekommendation.



Figur 7.2. Reduktionskrav för utvalda patogener relaterade till råvatten för att uppnå målet 1 mikroDALY (extraherat ur Guidelines for Drinking-water Quality, 3rd Ed. WHO, 2004)

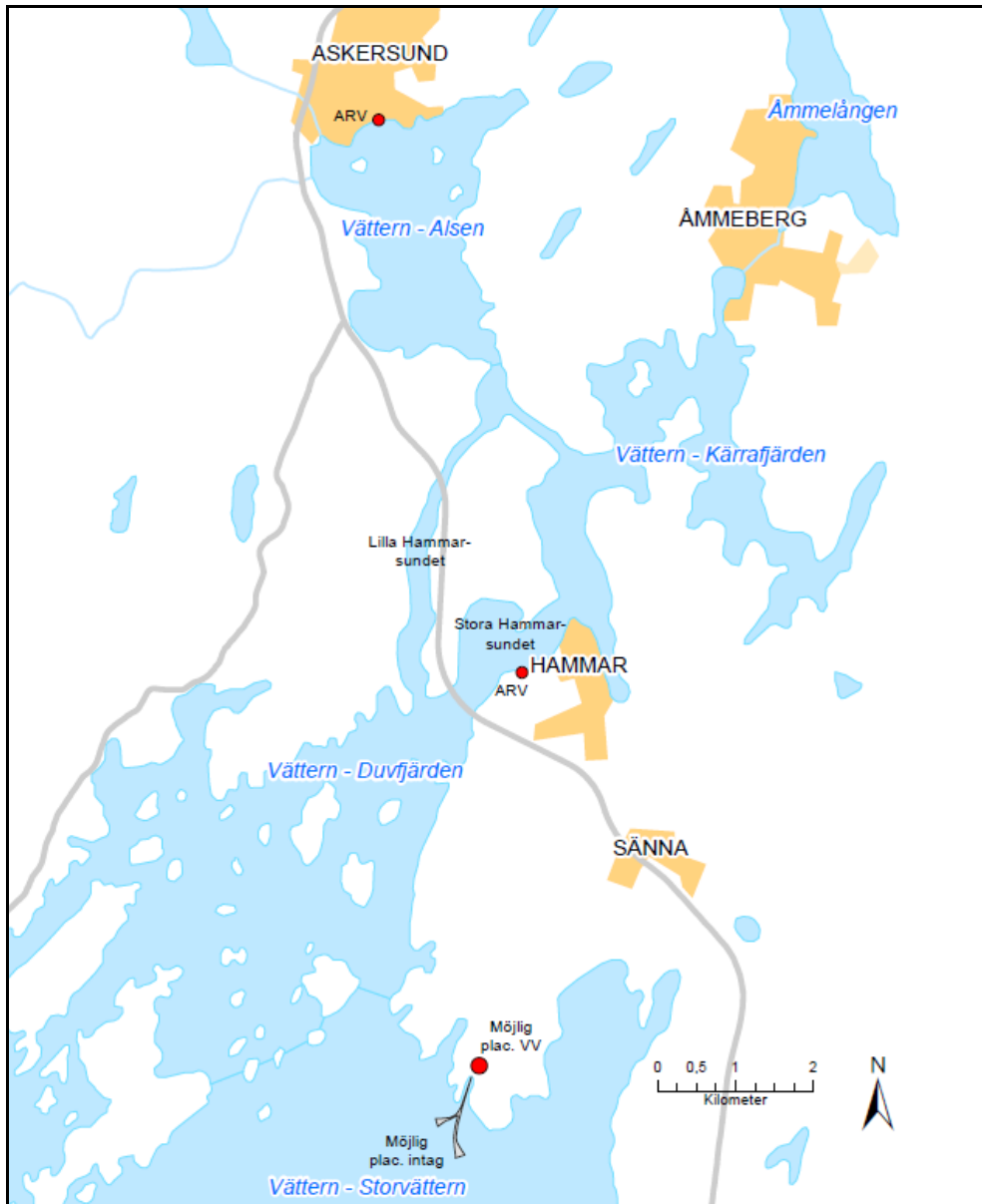
#### 4.4.8.7.2 Scenario 2 – Höga halter patogener, normal drift

För scenario 2 görs en simulering av ett utsläpp av ett obehandlat avloppsvatten från Hammar avloppsreningsverk som ligger ca 8 km norr om det tänkta vattenverket vid Harge, se figur 3. Två storlekar på utsläpp av obehandlat avloppsvatten har testats. Ett från dagens reningsverk, på ca 2300 pe, och ett från ett större reningsverk på ca 6640 pe, vilket storleksmässigt motsvarar Hammars och Askersunds befintliga reningsverk tillsammans.

##### Scenario 2a – totalt utsläpp från befintligt reningsverk

- Nuvarande reningsverk är dimensionerat för: 5000 pe,  $Q_{\text{dim}} 109 \text{ m}^3/\text{h}$
- Aktuell belastning: 2541 pe, varav 200 industrianslutna, ca  $1200 \text{ m}^3/\text{d}$
- Ca 2300 personer förser avloppsverket med patogener via avföring
- Transporttiden till intaget har uppskattats till 3 dygn (medelhastighet i vattnet på 25 m djup ca 0,03 m/s, 8 km)

- **Utspänningsgrad:**  
 Ca 1200 m<sup>3</sup>/d släpps ut från reningsverket  
 Medelflöde genom Stora och Lilla Hamarsundet till Vättern är 4,9 m<sup>3</sup>/s =  
 4,23360 · 10<sup>5</sup> m<sup>3</sup>/d (Medins Biologi AB, 2007)  
 1200/423360 = 0,0029  
 Utspänningsgraden är ungefär 350



Figur 3. Karta över norra Vättern där möjlig placering av ytvattenverk samt närliggande avloppsreningsverk markerats.  
*Tillhörande Riskvärdering MRA.*

Ingångshalten för de olika patogenerna har beräknats i modellen och redovisas i tabell 3. Koncentrationerna i råvattnet är i detta scenario betydligt högre för Campylobakter och Norovirus, men endast ca två ggr högre för Cryptosporidium.

Tabell 3. Patogenförekomst i råvatten vid ett simulerat utsläpp.  
*Tillhörande Riskvärdering MRA.*

Patogen	Val	Beräknad ingångshalt, medel antal/l, (st.avvikelse)
Bakterie	Campylobakter	22,9 (38,6)
Virus	Norovirus	324 (712)
Protozo	Cryptosporidium	1 (2,2)

Resultaten presenteras i tabell 4. Log-reduktionen är samma som för scenario 1, se figur 2, processen är densamma. Risken har valts att betraktas som sannolikheten för årlig infektion, trots att ett utsläpp förmodligen inte sker mer än någon dag.

Tabell 4. Resultat scenario 2a. *Tillhörande Riskvärdering MRA.*

	Campylobakter	Norovirus	Crypto.
Årlig sannolikhet för infektion, medel	$7,63 \cdot 10^{-5}$	$3,52 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^{-4}$
Antal sjuka/10000 konsumenter, år	0,76	350	4
mikroDALY's	0,17		2

Resultaten visar på att antalet sjuka per 10000 konsumenter, år och patogen ökar, särskilt vad gäller Norovirus. För Campylobacter och Cryptosporidium ligger dock både antalet sjuka per 10000 konsumenter och beräknat mikroDALY under eller strax över rekommenderade gränser.

Ingångshalterna i detta scenario kan diskuteras. En totalbräddning vid Hammar reningsverk är inte trolig, samtidigt som tillskott av patogener från andra utsläpp som avrinning från jordbruksmark, djurhållning, båttrafik mm kan bidra till ökad koncentration av patogener i råvattnet. Storleksordningen på den beräknade halten har bedömts som rimlig då det i Göta älv uppmätts en medelkoncentration av Cryptosporidium till 0,1 st/l och maxkoncentration till 2 st/l. För Campylobakter har en halt uppmätts till 10 st/l vid en provtagning. För virus är underlaget för svagt för att ha något att jämföra med. För Vättern kan dessa halter tyckas överskattade.

Även utspädningen är kraftigt underskattad, vilket leder till höga ingångskoncentrationer. Utspädningen är nu beräknad som om Stora och Lilla Hammarsundets flöde rann förbi intaget direkt. I själva verket sker en kraftigare utspädning då flödet når egentliga Vättern.

För övrigt gäller samma kommentar som för scenario 1 vid jämförelse med WHO:s GUIDELINES.

#### *Scenario 2b – Utsläpp från ett större framtida reningsverk*

Eventuellt ska Hammar reningsverk uppgraderas för att ta emot avloppsvatten överfört från Askersund. Reningsverket skulle i så fall dimensioneras för 12000 pe.

I detta scenario har en förenkling i form av sammanräkning av befintliga utsläpp från Hammar och Askersunds avloppsreningsverk gjorts.

- Aktuell belastning, exkl. industri, är 6640 pe (summa Hammar och Askersunds ARV)
- Behandlad volym: 2427 m<sup>3</sup>/d, 2427000 l/d
- Utspädningsgrad: 2427/423360 m<sup>3</sup>/d = 0,0057  
Ca 175 ggr utspädning

Tabell 5. Resultat scenario 2b. *Tillhörande Riskvärdering MRA.*

	<b>Campylobakter</b>	<b>Norovirus</b>	<b>Crypto.</b>
Årlig sannolikhet för infektion, medel	2,23·10 <sup>-4</sup>	7,59·10 <sup>-2</sup>	2,95·10 <sup>-3</sup>
Antal sjuka/10000 konsumenter, år	2,2	760	30
mikroDALY's	0,5		5,5

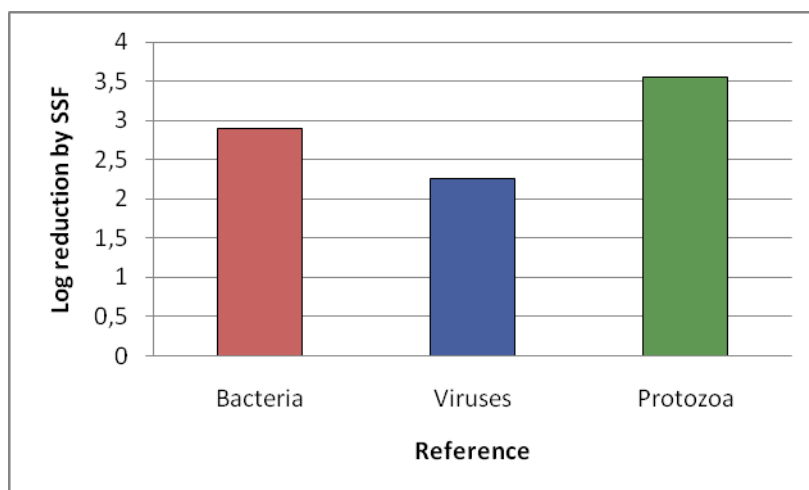
För detta scenario är resultaten över de rekommenderade nivåerna för samtliga patogener utom DALY för Campylobacter. Rimligheten i antagandena kan diskuteras på samma sätt som för scenario 2a.

#### **4.4.8.7.3** *Scenario 3 – Normala halter patogener, driftstörningar*

I detta scenario görs en känslighetsanalys av de olika processtegen i det tänkta vattenverket. I två scenariovarianter testas dels två långsamfilter ur funktion (scenario 3a) samt en UV-linje ur funktion (scenario 3b).

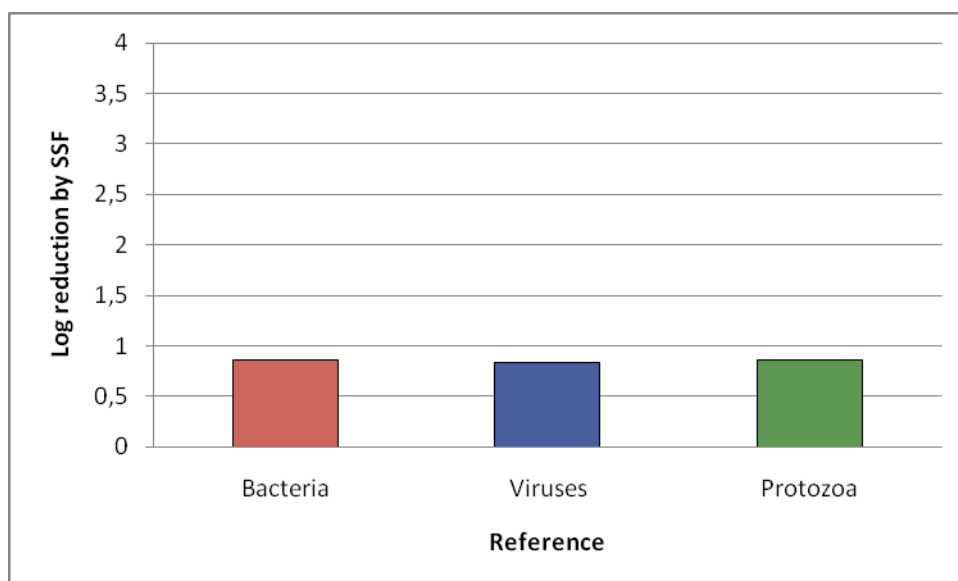
*Scenario 3a – Genombrott på två långsamfilter*

Den normala avskiljningen av olika patogener i långsamfilter visas i figur 4.



Figur 4. Log-reduktion i långsamfilter. *Tillhörande Riskvärdering MRA.*

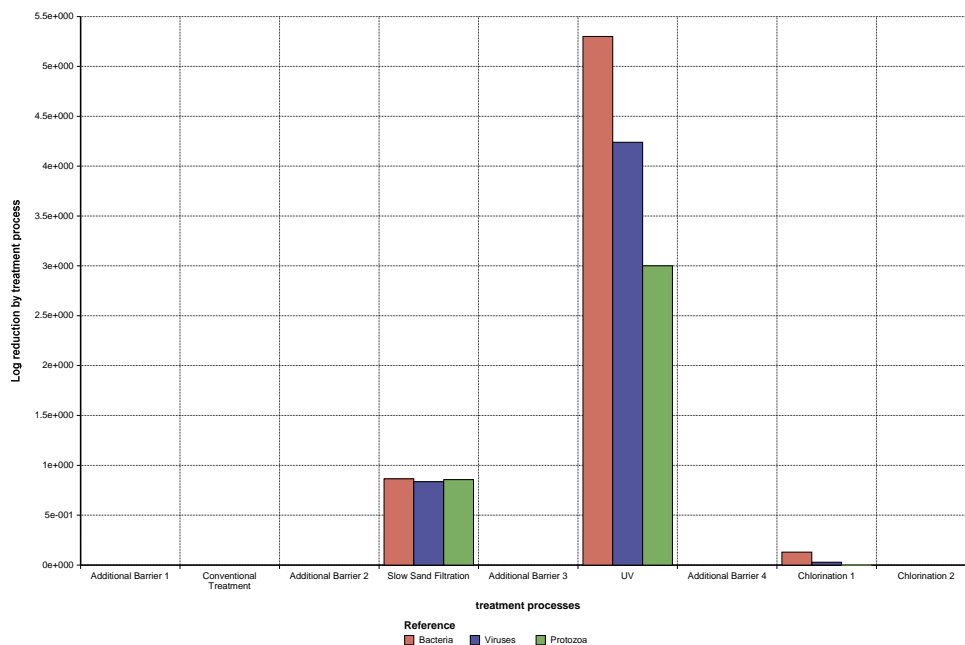
Om två filter sätts till sitt värsta tänkbara läge, totalt genombrott, fås avskiljningsgrader redovisade i figur 5 nedan.



Figur 5. Log-reduktion i långsamfilter då två filter fallerar. *Tillhörande Riskvärdering MRA.*

Skillnaden är mycket stor mellan avskiljningsgraden om två filter arbetar under suboptimala förhållanden, från ca 3 log till ca 1 log. Modellen utgår ifrån ”värsta-scenario” totalt genombrott på två filter.

Den totala log-reduktionen vid genombrott på två filter framgår av figur 6 nedan.



Figur 6. Total log-reduktion för de olika delprocesserna.  
Tillhörande Riskvärdering MRA.

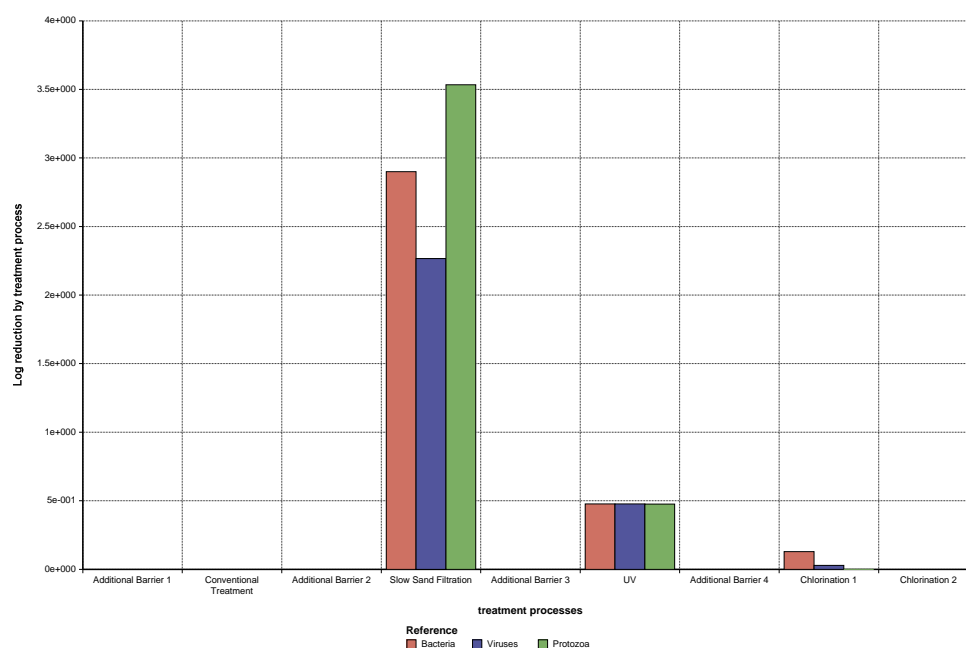
Tillhörande Riskvärdering MRA – Tabell 6. Resultat scenario 3a

	<b>Campylobakter</b>	<b>Norovirus</b>	<b>Crypto.</b>
Årlig sannolikhet för infektion, medel	$1,11 \cdot 10^{-4}$	$1,52 \cdot 10^{-3}$	$6,49 \cdot 10^{-3}$
Antal sjuka/10000 konsumenter, år	1	15	65
mikroDALY's	0,2		12

Risken för infektion överstiger de rekommenderade nivåerna för virus och protozoer, men ligger däremot i linje med rekommendationerna för bakterier.



### Scenario 3b – En UV-linje ur funktion



Figur 7. Total log-reduktion för de olika delprocesserna. Tillhörande Riskvärdering MRA.

Tabell 7. Resultat scenario 3b. Tillhörande Riskvärdering MRA.

	Campylobakter	Norovirus	Crypto.
Årlig sannolikhet för infektion, medel	$1,49 \cdot 10^{-1}$	$3,59 \cdot 10^{-1}$	$4,06 \cdot 10^{-2}$
Antal sjuka/10000 konsumenter, år	1500	3600	400
mikroDALY's	330		75

Jämförs scenario 3a och 3b kan konstateras att ett genombrott kan hanteras ganska väl av processen då UV är en effektiv efterliggande barriär och viktig för avskiljningen av bakterier. En linje av tre UV som inte fungerar ger ett sämre resultat och en betydligt högre risk för konsumenterna. Enligt muntlig uppgift från Lundberg Abrahamsson, 2011-03-16, verkar modellen dock underskatta log-reduktion av UV.

#### 4.4.8.7.4 Scenario 4 – Höga halter patogener, driftstörningar

Det kan uppkomma tillfällen då höga halter av patogener förekommer i råvattnet och samtidigt uppstår problem i processen. Detta testas i dessa scenarier.

##### Scenario 4a – Höga halter patogener, genombrott på två långsamfilter

För detta scenario gäller samma log-reduktion som scenario 3a, och samma ingångsvärden på patogenkoncentration som scenario 2a.

Tabell 8. Resultat scenario 4a. Tillhörande Riskvärdering MRA.

	<b>Campylobakter</b>	<b>Norovirus</b>	<b>Crypto.</b>
Årlig sannolikhet för infektion, medel	$2,54 \cdot 10^{-3}$	$2,15 \cdot 10^{-1}$	$1,66 \cdot 10^{-2}$
Antal sjuka/10000 konsumenter, år	25	2100	170
mikroDALY's	5,6		29

##### Scenario 4b – Höga halter patogener, en UV-linje ur funktion

För detta scenario gäller samma log-reduktion som scenario 3b, och samma ingångsvärden på patogenkoncentration som scenario 2a.

Tabell 9. Resultat scenario 4b. Tillhörande Riskvärdering MRA.

	<b>Campylobakter</b>	<b>Norovirus</b>	<b>Crypto.</b>
Årlig sannolikhet för infektion, medel	$4,79 \cdot 10^{-1}$	$8,89 \cdot 10^{-1}$	$8,24 \cdot 10^{-2}$
Antal sjuka/10000 konsumenter, år	4800	8900	820
mikroDALY's	1060		150

Scenario 4a och 4b resulterar i mycket höga sannolikheter för infektion och därmed följaktligen ett stort antal sjuka som grovt överstiger rekommenderade nivåer. Resultaten i form av riskuppskattning blir mycket sämre för om en linje av UV fallerar än om det sker ett genombrott på två filter av långsamfiltren.

#### 4.4.8.8 Diskussion

Den genomförda mikrobiella riskanalysen för ett tänkt ytvattenverk vid Vätterns som ska försörja Örebroregionen är mycket teoretisk. Inga ingångsvärden på koncentrationer av sjukdomsframkallande mikroorganismer i Vättern finns att tillgå. Eftersom vattenverket inte är byggt finns inga processdata att finjustera modellen med, utan generella defaultvärden har använts vid simuleringarna av de olika scenarierna. Detta utgör en stor begränsning och resultaten får bedömas därefter. När provtagning och analys har skett för rekommenderade mikroorganismer (se kap 7) kan modellen förbättras och även användas vid eventuell framtida mer detaljerad genomarbetning av processen. En ODP-analys synes också värdefull att genomföra.

För att tolka resultatet används de av WHO angivna nivåerna. En mikroDALY och 1/10000 individer och år och patogen är en acceptabel risknivå som man ska sträva efter. Totalt sett för ett vatten kan en patogen räknas bidra med ca 10 % av den sammanlagda sjukdomsördan och 0,1 mikroDALY skulle då vara en acceptabel risk för en patogen.

Det föreslagna vattenverket klarar de rekommenderade acceptabla risknivåerna vid normala halter och normala driftsbetingelser. För Scenario 2a ser det sämre ut, för campylobakter kan processen fortfarande hantera den högre ingångshalten, men Norovirus och Cryptosporidium ligger över de angivna nivåerna.

För Scenario 3 och 4 är ett tydligt resultat att det är mycket viktigt att upprätthålla funktionen hos processdelarna. Framför allt vid en av UV-linjerna ur drift fås ett betydligt sämre resultat, framför allt med hänsyn till bakterier.

Generellt tyder resultaten på sämre skydd för virus och protozoer – beror detta på överskattning av halterna i råvattnet/underskattning av avskiljning i processen eller är det verkligen sämre skydd? Fokus för vattenrening har under lång tid varit bakterier, så förmodligen stämmer detta. Detta kan tolkas som att processen skulle kunna behöva förstärkning för dessa två patogengrupper. Om en extra barriär ska till som beredskap bör detta tas hänsyn till. En annan vinkling kan vara att vi har sämre kunskap om dessa två former av mikroorganismer, bakterier har man mer erfarenhet av och ingångsvärdena till modellen rimligare för bakterierna, därför blir möjligtvis resultaten rimligare vad gäller bakterier.

Dagens lagstiftning angående rekommenderat minsta antal säkerhetsbarriärer mot mikrobiologisk förorening i relation till råvattnets normala innehåll av olika bakterier för ytvatten redovisas i tabell 10.

Tabell 10. Rekommenderat minsta antal säkerhetsbarriärer mot mikrobiologisk förorening i relation till råvattnets normala innehåll av olika bakterier. (SLV 2006-03-01). *Tillhörande Riskvärdering MRA.*

Råvattentyp				
Parameter	Opåverkat grundvatten	Ytvattenpåverkat grundvatten	Ytvatten och ytvattenpåverkat grundvatten	
<i>E. coli</i> eller enterokocker	Ej påvisad (i 100 ml)	Ej påvisad (i 100 ml)	1-10 (antal/100 ml)	> 10 (antal/100 ml)
Koliforma bakterier	Ej påvisad (i 100 ml)	1-10 (antal/100 ml)	10-100 (antal/100 ml)	> 100 (antal/100 ml)
Minsta antal barriärer	En eller En i beredskap (beroende på storlek på anl.)	En	Två	Tre

Det föreslagna vattenverket kan tyckas uppfylla de ovan angivna rekommendationerna i Vägledningen till dricksvattenföreskrifterna (SLV, 2006). Långsamfilter och UV är en mycket säker processkombination av både avskiljande och avdödande karaktär. Men utifrån resultaten från denna MRA kan en diskussion behöva föras angående en extra barriär i beredskap.

Vid omkörning av scenarierna får beaktas att resultaten, presenterade som medelvärden i denna rapport inte blir samma absoluta tal. Programmet använder s.k. Monte Carlo simulering av de olika fördelningar som ingår i beräkningarna och därmed skiljer sig resultaten från gång till gång. Detta kan ses som en viktig egenskap, dvs programmet hanterar inte bara medelvärden, utan också variation i alla steg. Som förenkling har dock medelvärden använts i denna rapport.

#### 4.4.8.9 Rekommendation för val av parametrar till MRA

Här ges endast rekommendation av analys av patogener som indata till modellen. Det finns en mängd andra mikrobiologiska parametrar som inte är analyserade och det inte finns information om som borde analyseras och utvärderas, men dessa tas inte hänsyn till i detta förslag.

Som en utgångspunkt har här använts rekommendationerna i Norsk Vann Rapport 2009-170 (s. 36-40) om ett ”risikobasert prøvoprogram”. För ett råvatten där en historisk kartläggning saknas och data för råvattenkvaliteten med avseende på mikrobiologiska parametrar saknas rekommenderas ett utvidgad kartläggningsperiod på ett år. Under detta år ska för vattenverk som försörjer fler än 10 000 personer ta 24 provtagningar fördelade enligt följande:

1. Vårcirkulation ( $\leq 1/6$  av analyserna)
2. Höstcirkulation ( $\leq 1/6$  av analyserna)
3. Normalnederbördsdygn under sommar- eller vinterhalvår ( $\leq 1/6$  av analyserna)
4. Dygn med kraftig nederbörd under höst och vår och snösmältning under vår ( $\geq 3/6$  av analyserna)

De parametrar som bör analyseras är:

- E.coli
- Clostridium perfringens
- Giardia
- Cryptosporidium

Salmonella eller Campylobakter rekommenderas att provtas i samma omfattning som angivet ovan som indata till MRA. Fördelen om denna metod följs är att resultaten även kan användas i en metodgenomgång enligt ODP.

Vidare ska beaktas att för virus finns ej bra repeterbara metoder, avvakta därför med provtagning och analys av virus. Bakteriofager kan dock vara ett alternativ.

För Giardia och Cryptosporidium rekommenderas ej mindre volymer än 100 L av Svenskt Vatten. Analyseras endast 10 L kan vid låga innehåll av parasiter dessa missas. De kommersiella laboratorierna verkar dock inte utföra denna analys, utan endast 10 L.

#### 4.4.8.10 Referenser

Abrahamsson, Ansker och Heinicke, 2009, MRA – Ett modellverktyg för svenska vattenverk, Svenskt Vatten Utveckling, 2009-05

Askersunds kommun, Miljörapport Hammar ARV, 2009

Askersundskommun, Miljörapport Askersunds ARV, 2009

Göteborg med kloraminering. Examensarbete 2005:113 Institutionen för bygg- och miljöteknik, *Vatten Miljö Teknik*, Chalmers.

Medins Biologi AB, Liungman och Sundberg, 2007-06-08, Recipientkontrollen i Norra Vätterns tillrinningsområde, Årsrapport 2006.

Norconsult AB, Förstudie regional vattenförsörjning från Vättern, steg 2 och 3, 2010-11-29

NVK 2008, Den 6 Nordiske Drikkevannkonferansen, 9-11 Juni 2008, s.167-172, *Mikrobiell riskanalys som planeringsverktyg för vattenverk*  
SLV, SMI och Svenskt Vatten, 2011, Cryptosporidium och Giardia – Rekommendationer om åtgärder för att minska risken för vattenburen smitta.

Lindow, SMHI, Rapport 2006-55, Koncentrationer av utsläpp i Vättern

Lundberg Abrahamsson, Josefin, Svenskt Vatten, 2011-03-06, muntlig kontakt.

Norsk Vann Rapport, 2009-170, Veiledning til bestemmelse av god desinfeksjonspraksis, Sluttrapport fra prosjektet Optimal desinfeksjonspraksis

Steier, Katrin, 2005. Jämnare kloröverskott under dricksvattendistributionen i

SLV FS 2001:30, Statens Livsmedelverks föreskrifter om dricksvatten, samt tillhörande Vägledning (2006)

WHO – Guidelines for drinking-water quality, third edition, Volume 1- Recommendations

## 4.5 Distributionsanläggningar

### 4.5.1 Systemplaner

Utifrån mottagarnas nuvarande anläggningar och de alternativ 1-5 som formulerats under 4.4.5 har systemplaner utarbetats. Dessa beskriver principmässigt hur de olika kvalitetsnivåerna ovan kan anpassas till mottagarnas nuvarande anläggningar och behovet av reservvattenförsörjning.

Systemplanernas struktur åskådliggöres av bilaga 5, som beskriver de nuvarande anläggningarna. Här framgår ytvattentäkter, åsformationer, vattenverk och brukare för de olika kommunerna.

**Alternativ 1** framgår av bilaga 6, Renvattenalternativ med ledningstransport och ett vattenverk placerat på Hargehalvön i Askersund. Renvatten levereras då till de olika kommunernas anslutningspunkter, där desinficering sker. De befintliga vattenverken i kommunerna kan då tas ur drift. Reservvattenförsörjningen föreslås ske genom att de befintliga verken får stå stand by.

**Alternativ 2** framgår av bilaga 7, Råvattenalternativ med ledningstransport.

- Askersund behåller sitt vattenverk, men kan utnyttja nytt intag och intagsledning.
- Kumla och Hallsberg kan ersätta sitt råvatten från Tisaren med råvatten från Vättern. Den kemiska fällningen vid vattenverket bör kunna slopas. Tisaren får utgöra reservvattentäkt.
- Lekeberg kan ersätta råvattnet från Svartån med råvatten från Vättern. Svartån kan utgöra reservvattentäkt.
- Örebro kan ersätta råvattnet från Svartån med råvatten från Vättern. Råvattnet förs som infiltrationsvatten direkt för infiltration på åsområdena Bista, Jägarbacken, Eker och det planerade Hammarby/Mogetorp. Vattnet leds efter återtag tillbaka till Skråmsta som renvatten. Den kemiska fällningen i Skråmsta bör kunna tas ur drift. Svartån kan utgöra reservvattentäkt.

**Alternativ 3** framgår av bilaga 8, Renvattenalternativ med konstgjord infiltration. Råvatten levereras till grundvattenformationerna i Lerbäck, Vissbomon och Noren. Efter infiltration och behandling distribueras ett renvatten till respektive kommuns anslutningspunkt, där desinficering sker. Reservvattenförsörjningen föreslås ske genom att de befintliga verken får stå stand by.

**Alternativ 4** framgår av bilaga 9, Renvattenalternativ, tunnel. Råvatten transporteras i tunnel från Hargemarken till förkastningsbranten sydost Hallsberg, där vattenverket föreslås placeras. Renvatten levereras därifrån i ledningar till de olika kommunernas anslutningspunkter, där desinficering sker. Askersund behåller sitt vattenverk, men bör kunna utnyttja det nya intaget och intagsledningen. De befintliga vattenverken i kommunerna utom i Askersund kan tas ur drift. Reservvattenförsörjningen föreslås ske genom att de befintliga verken får stå stand by.

**Alternativ 5** framgår av bilaga 10, Råvattenalternativ, tunnel. Råvatten transporteras i tunnel från Hargemarken till förkastningsbranten sydost Hallsberg, varefter transporten av råvatten sker i ledningar till respektive kommuns anslutningspunkt. I övrigt gäller samma som för alternativ 2.

## 4.5.2 Förslag till ledningskorridorer för alternativa lösningar

För alternativen beskrivna ovan med systemplaner har möjliga ledningssträckningar studerats för att nå respektive kommuns anslutningspunkter. Ledningssträckningarna har bedömts utifrån terrängkarta, satellitbilder och översiktlig okulärbesiktning. Hänsyn har bl.a. tagits till topografi, anslutningsbara orters lägen, vägar, järnvägar och andra kända hinder i berörda områden.

Sträckningarna redovisas som ledningskorridorer för respektive alternativ med en översiktskarta och fyra delkartor, se bilagorna 11-15. Ledningskorridorens färg visar den kvalitetsnivå på vatten som förutsätts transporteras på aktuell sträcka för respektive alternativ.

På kartorna visas också föreslagna vattenverk, tryckstegringar, reservoarer och respektive kommuns föreslagna anslutningspunkt.



För Laxå, Nora och Lindesberg redovisas ledningskorridorer endast för renvattenalternativen. För Laxå redovisas två alternativa ledningskorridorer, dels västerut från Askersund, dels västerut från Hallsberg via Östansjö och Vretstorp.

Korridorerna visar tänkbara områden inom vilka överföringsledningarna kan förläggas. Alternativ till ledningssträckningarna finns. Exempel på ledningssträckningar inom respektive huvudkorridor visas i avsnitt 4.9.

### 4.5.3 Översiktlig dimensionering

Utifrån prognos över vattenbehovet för horisontåret 2050 har en preliminär dimensionering av ledningarna i ledningskorridorerna gjorts. Dimensioneringen ligger till grund för bedömning av erforderlig tryckstegring och beräknade anläggnings- och energikostnader.

Vattenbehovet för 2050 har totalt för alla intressenterna beräknats till 869 l/s för medeldygn och 1000 l/s för maxdygn. Ur driftsäkerhetssynpunkt föreslås kapaciteten delas upp på två parallella ledningar.

Två ledningar med  $\varnothing$  800 mm ger för 500 l/s i vardera ledningen en vattenhastighet om ca 1 m/s och en lutning av energilinjen av ca 1,2 ‰ vid en råhet  $k=0,5$  mm. Det bedömes som relativt optimalt. Preliminärt väljes 2 st PE SDR 17(PE 100 NT 10) 900/793.

Avstickare till Laxå respektive Lekeberg får preliminärt dimensionen 2x180/158.

Huvudledningarna fram till Örebro föreslås förläggas i ledningsgator i princip enligt bilaga 16 med serviceväg för att underlätta reparation och underhåll. För renvattenalternativet föreslås därvid ledningarna förläggas i varsin separat ledningsgrav med servicevägen emellan, medan för råvattenalternativet det förutsättes en gemensam ledningsgrav med servicevägen vid sidan av.

En sektionering förslagsvis var 5:e km med ventilstationer enligt bilaga 16 möjliggör som redundansåtgärd omkoppling vid ledningshaveri inom aktuell sektion.

## 4.5.4 Översiktliga trycknivåer för alternativa lösningar

För de olika alternativen 1-5 har tryckprofiler tagits fram för att klarlägga hur Vätterns vatten kan transporteras till respektive intressents anslutningspunkt. Tryckprofilerna är framtagna i ledningskorridorernas sträckningar med en marknivå hämtad från terrängkartan. Onoggrannheten i redovisade marknivåer är därmed ca 5 m.

På profilerna har även lagts in befintliga reservoarnivåer för att se relationen till beräknade trycknivåer. Nedan beskrives de beräknade tryckprofilerna alternativ för alternativ.

### **Alternativ 1, Renvattenalternativ, ledningar, se bilaga 17.**

Från lågreservoar vid det nya vattenverket med placering i Harge, Askersund pumpas renvattnet till en föreslagen högreservoar preliminärt i Motorp vid förkastningsbranten söder om Hallsberg. Reservoaren ges en medelvattennivå om ca + 128 m och får en funktion som tryckhållare men även som avbrottsreservoar.

Den totala uppfodringshöjden för pumpningen vid Harge blir ca 67 m för medeldygn, ca 79 m för maxdygn och ca 85 m i händelse av fel på 5 km-sektion beskrivet ovan.

Från högreservoaren förutsättes ledningsdimensionerna 2x 900/793 fortsätta till Örebro. De beräknade trycknivåerna möjliggör preliminärt leverans av renvatten ända till högreservoarerna i Hallsberg, Kumla och Örebro.

Norr om Örebro erfordras tryckstegring för transport av renvattnet till Nora/Lindesberg. Vid respektive anslutningspunkt måste vattnet tryckstegras ytterligare för att nå högreservoarerna. Det skulle eventuellt vara möjligt att flytta tryckstegringsstationen norr om Örebro till förgreningspunkten Nora/Lindesberg och därifrån ha separata tryckstegringar mot Nora respektive Lindesberg, som kanske klarar att pumpa direkt mot reservoarerna. I så fall erfordras uppdimensionering av ledningarna fram till tryckstegringsstationen. Detta får klarläggas i den närmare planeringen.

### **Alternativ 2, Råvattenalternativ, ledningar, se bilaga 18**

Från råvattenpumpstation i Harge pumpas råvattnet till föreslagen högreservoar för råvatten med placering norr om Rönneshyttan med medelvattenytan på nivån ca + 135 m. Den totala uppfodringshöjden blir ca 67 m vid medelvattenförbrukning och ca 73 m vid maxdygnsförbrukning.

De beräknade trycknivåerna räcker till med god marginal för att nå de befintliga vattenverken i Blacksta(Kumla/Hallsberg), Lekeberg och Örebro. I Örebro skulle eventuellt en turbin kunna installeras för att utnyttja överskottet i energi alternativt kan ledningsdimensionerna från högreservoaren minskas ytterligare.

Respektive intressent får själva svara för den slutliga tryckstegringen inom kommunen efter behandling till dricksvatten.

Örebro kan eventuellt fortsätta med råvattenledning till Hammarbymagasinet för infiltration där och tillbakatransport av renvatten. Förslaget belyses under Avdelning 2, Mottagarnas anläggningar.

Laxå, Nora och Lindesberg är inte aktuella att försörja med råvatten.

### **Alternativ 3, Renvattenalternativ med konstgjort grundvatten, se bilaga 19.**

Från råvattenpumpstation i Harge pumpas råvattnet för infiltration på åsarna vid Vissbomon, Lerbäck och Noren, där ett nytt vattenverk för konstgjort grundvatten föreslås placeras. Vattenverket dit man pumpar förutsätts ha en nivå om ca + 130 m. Den totala uppfodringshöjden vid pumpningen från råvattenpumpstationen i Harge blir ca 73 m vid medelvattenförbrukning och ca 80 m vid maxdygnsförbrukning. Då har även hänsyn tagits till infiltrationsfaktorn för den konstgjorda infiltrationen.

Från det grundvattenverket i Lerbäck sker en mindre tryckstegring till föreslagen högreservoar i Motorp. Därifrån sammanfaller trycknivåerna och slutsatserna med alternativ 1.

### **Alternativ 4, renvattenalternativ, tunnel, se bilaga 20.**

Ett höglänt område skiljer Vättern från vattenintressenterna i norr. Att föra vattnet via rörledningar över massivet medför betydande pumpkostnader samt resurskrävande anläggningar. Sådana anläggningar medför också konflikt med annan verksamhet och markanvändning. Även säkerhetsaspekten är en viktig faktor att beakta. Med en bergtunnel för vattnet uppnås många fördelar. Topografiskt ligger Vättern så högt att vattnet kan föras med självtryck till slättområdena norr



En fördjupad inventering och bedömning av tunnelalternativen redovisas i avsnitt 4.10.

Ett vattenverk föreslås placeras i änden på tunneln, varifrån renvatten transporteras vidare. Vattenverket placeras på nivån ca +80 m, vilken nivå möjliggör att nå aktuella lågreservoarer i Laxå, Hallsberg, Kumla, Lekeberg och Örebro utan tryckstegring. Askersund förutsättes i detta alternativ ha kvar sitt vattenverk. Intagsanordning och intagsledning kan dock samordnas med genomförandet av projektet.

För Nora/Lindesberg blir slutsatserna som för alternativ 1 och 3. Tryckstegring måste ske i Örebro, utöver den tidigare planerade norr om Örebro, för transport av renvatten.

#### **Alternativ 5, Råvattenalternativ, tunnel, se bilaga 21**

Från fördelningsstation vid tunnelmynningen söder om Hallsberg transporteras råvatten till Blacksta vattenverk (Kumla/Hallsberg), Lekeberg och Örebro. Samtliga infiltrationsplatser nås utan pumpning.

Respektive intressent får själva svara för den slutliga tryckstegringen inom kommunen efter behandling till dricksvatten.

Örebro kan eventuellt fortsätta med råvattenledning till Hammarbymagasinet för infiltration där och tillbakatransport av renvatten. Förslaget belyses under Avdelning 2, Mottagarnas anläggningar.

Askersund kan utnyttja föreslaget intag och intagsledning om så önskas.

Laxå, Nora och Lindesberg är inte aktuella att försörja med råvatten.



## 4.6 Kostnader

För följande alternativ har anläggningskostnad, kapitalkostnad, driftskostnad, underhållskostnad och vattenpris kalkylerats:

- Alternativ 1, Renvattenalternativ, ledningar
- Alternativ 2, Råvattenalternativ, ledningar
- Alternativ 3, Renvattenalternativ, konstgjort grundvatten
- Alternativ 4, Renvattenalternativ, tunnel
- Alternativ 5, Råvattenalternativ, tunnel

Kalkylen måste betraktas som grov och är baserad på kända förutsättningar. Kostnader för fortsatta undersökningar, tillståndsansökningar, markförhandlingar/ledningsrätt, principförslag och detaljprojektering ligger utanför kalkylen, men bedömes ligga i intervallet 8-12 % av anläggningskostnaden.

I samtliga alternativ tillkommer också en kostnad till kraftproducenter utefter Motala ström, som ovan har beräknats till ca 7,9 öre/m<sup>3</sup> bortlett vatten, vilket motsvarar ca 2,1 Mkr/år.

För alternativen med bergtunnel har bergkonsult tillfrågats, som utan att känna till de närmare förhållandena uppskattat ett meterpris för en tunnel med arean ca 11 m<sup>2</sup> till 30.000-40.000 kr/m. Förinjektering och vissa förstärkningsåtgärder förutsättes därvid ingå. I kalkylen har räknats med ett pris på 35.000 kr/m.

I råvattenalternativen ingår inte Laxå och Nora/Lindesberg enligt de givna förutsättningarna.

För beräkning av kapitalkostnader har annuitetsmetoden tillämpats och följande förutsatts.

Avskrivningstider:

- |  |        |
|--|--------|
| - Tunnel   | 100 år |
| - Ledningar och byggnader  | 50 år  |
| - Maskinell- och rörteknisk utrustning, el automatik styr-regler | 15 år  |

Kalkylränta: 4 %

Vid beräkning av driftskostnader har följande antaganden gjorts:

- Personalbemanningen har förutsatts till 10 personer i renvattenalternativen för drift av vattenverk, ledningar, tunnlar, tryckstegringsstationer mm.
- I råvattenalternativen har förutsatts en driftpersonalstyrka av 4 personer.
- Energikostnad för pumpning har beräknats utifrån prognostiserat vattenbehov för medelflöde, uppfordringshöjd med preliminärt dimensionerade ledningar, verkningsgrad 0,75 och energipris 1 kr/kWh.

Underhållskostnader har beräknats med följande vedertagna schabloner:

- Byggnader, 0,8 % av anläggningskostnaden
- Maskiner, el- och automatik 1,5 %
- Ledningar och tunnlar 0,2 %

För beräkning av vattenpriset har årskostnaden slagits ut på det beräknade vattenbehovet för år 2050 om 27 Mm<sup>3</sup>. För råvattenalternativen där kommunerna Laxå, Lindesberg och Nora inte är relevanta har årskostnaden slagits ut på 24 Mm<sup>3</sup>.

Respektive alternativs kalkyler framgår av bilaga 22-26. Nedan i tabell 18 redovisas en sammanställning.

Tabell 18. Sammanställning av alternativens kalkylerade kostnader, gemensamma anläggningar

Alternativ	Anl.kostn.	Årskostnad			Vattenpris
		Kapital	Drift- underhåll	Summa	
Alt 1 Renvatten- ledning	1947 Mkr	105,5 Mkr/år	28,1 Mkr/år	133,6 Mkr/år	4,9 kr/m <sup>3</sup>
Alt 2 Råvatten- ledning	1019 Mkr	48,6 Mkr/år	11,4 Mkr/år	60 Mkr/år	2,5 kr/m <sup>3</sup>
Alt 3 Renvatten, konstgjort grundvatten.	1725 Mkr	85,3 Mkr/år	29,0 Mkr/år	114,3 Mkr/år	4,2 kr/m <sup>3</sup>
Alt 4 Renvatten, tunnel	2717 Mkr	133,9 Mkr/år	23,4 Mkr/år	157,3 Mkr/år	5,8 kr/m <sup>3</sup>
Alt 5 Råvatten, tunnel	1688 Mkr	70,7 Mkr/år	5,9 Mkr/år	76,7 Mkr/år	3,2 kr/m <sup>3</sup>



Som framgår av tabellen innebär samtliga alternativ stora investeringskostnader. Renvattenalternativen har naturligtvis högst investeringskostnader, eftersom där ingår nytt gemensamt vattenverk, som ersätter nuvarande vattenverk. De beräknade vattenpriserna för renvattenalternativen blir dock relativt rimliga och är i nivå med de vattenpriser som vattenverken har normalt idag. Man måste då ha i åtanke att årskostnaden är utslagen på det beräknade totala vattenbehovet för år 2050 om 27 Mm<sup>3</sup>/år.

Om årskostnaden istället slås ut på nuvarande vattenproduktion, som totalt för aktuella kommuner är ca 19 Mm<sup>3</sup> ökar vattenpriset med ca 2 kr i alt 1, ca 0,6 kr i alt 2, ca 1,7 kr i alt 3, ca 2,4 kr i alt 4 och ca 0,8 kr i alt 5. Därvid har inte hänsyn tagits till att kapitalkostnaden blir lägre på grund av att anläggningarna kan dimensioneras ner.

Alternativ 3, Renvattenalternativet med konstgjort grundvatten bedömes innehålla stor osäkerhet vad gäller möjligheten att få tillräcklig kapacitet från de studerade grundvattenformationerna. Det finns även en osäkerhet om vilken vattenkvalitet, som kan erhållas efter infiltrationen. Den förutsatta anläggningskostnaden för vattenverket i alternativ 3 förutsätter att vattenkvaliteten hos det upptagna vattnet efter infiltration inte har försämrats och behöver genomgå ytterligare kvalificerad behandling.

Tunnelalternativen bedömes ha en viktig potential ur kapacitetssynpunkt och vattenpriserna för dessa alternativ skulle kunna sänkas betydligt om fler större intressenter skulle komma till i projektet.

Som framgår under avsnitt 4.8 nedan Genomförandetid, dröjer det minst 10 år innan projektet skulle kunna vara realiserat. Vid den tidpunkten har de befintliga vattenverken dragit på sig ett underhålls- och förnyelsebehov. Detta måste vägas in i bedömningen om projektet skall genomföras och i så fall vilket av alternativen som är att föredra, leverans av råvatten eller renvatten.

I avdelning 2 har beräknats de lokala kostnader som föranleds av åtgärder i respektive kommun för de olika alternativen. I tabell 19 har dessa lokala kostnader uttryckt som beräknat vattenpris lagts till de kostnader som beräknats i tabell 18 för de gemensamma anläggningarna.

Tabell 19. Beräknat totalt vattenpris kr/m<sup>3</sup> för respektive kommun utifrån beräknat vattenpris enligt tabell 18 för gemensamma anläggningar och vattenpris för de lokala anläggningarna från avdelning 2

Alternativ	Kommun				
	Askersund	Hallsberg	Kumla	Lekeberg	Örebro
1. Renvatten, ledning	5,7	5,6	5,7	7,3	5,1
2. Råvatten, ledning	-*	2,6	3,3	5,2	3,3
3. Renvatten, konstgjort grundvatten	5,0	4,9	5,0	6,6	4,4
4. Renvatten, tunnel	-*	6,7	6,6	8,2	6,1
5. Råvatten, tunnel	-*	3,3	3,9	5,9	4,0

\*Råvatten- och tunnelalternativen är inte relevanta för Askersund

#### 4.6.1 Energikostnader

Kostnaden för energiförbrukning ingår i de vattenpriser som redovisas ovan i tabell 19 med ett energipris av 1 kr/kwh. Den beräknade energiförbrukningen för de olika alternativen har analyserats ytterligare och fördelats på anläggningsdelarna gemensamt vattenverk, överföringssystem samt mottagarnas vattenverk inkl tryckstegring till nät, se tabell 20.

Tabell 20. Beräknad energiförbrukning för de olika alternativen

MWh/år	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
Gemensamt vattenverk	2 700	-	2 700	2 700	-
Överföringssystem	6 900	6 100	8 800	700	-
Mottagarnas vattenverk, inkl tryckstegring till nät m m	500	4 000	400	600	3900
Summa MWh/år	10 100	10 100	11 900	4 000	3 900

Av tabellen framgår att tunnelalternativen har en lägre energiförbrukning ca 6000 MWh/år, än ledningsalternativen. Den lägre förbrukningen motsvarar en årskostnad av 6 Mkr/år vid 1 kr/KWh.

Skillnaden beror på att tunneln möjliggör att överbygga höjdpåret söder om Hallsberg och får fram Vättens vattennivå ända till Hallsberg.

Energipriset väntas av många bedömare i framtiden stiga mer än den allmänna kostnadsutvecklingen i samhället. Det skulle i så fall göra tunnelalternativen mer intressanta.

## 4.6.2 Kemikaliekostnader

På grund av den mycket goda råvattenkvaliteten i Vättern har föreslagits vattenbehandlingsprocesser som innebär låg kemikalieförbrukning.

I renvattenalternativen 1 och 4 har föreslagits som huvudprocess långsamfiltrering, vilken process endast kräver kemikalier för alkalisering.

I renvattenalternativet alternativ 3, konstgjort grundvatten, blir kemikaliekostnaden också låg, men troligen högre än för alternativ 1 och 4.

I råvattenalternativen, alt 2 och 5, kan den kemiska fällningen slopas vid vattenverken i Blacksta, Kumla och Skråmsta, Örebro på grund av att Tisaren respektive Svartån tas ur bruk som vattentäkter och ersätts med det betydligt bättre råvattnet från Vättern.

Slopandet av den kemiska fällningen i råvattenalternativen beräknas reducera kostnaden för fällningskemikalier med ca 2,5 Mkr/år totalt för Blacksta och Skråmsta.

## 4.6.3 Kostnadsanalys enligt nuvärdemetoden

Som komplement till den kostnads kalkyl enligt annuitetsmetoden, som redovisas ovan under 4.6, har också genomförts en beräkning av kostnaderna enligt nuvärdemetoden.

Nuvärdemetoden är en kalkylmodell som beräknar samtliga kostnader under en kalkylperioden med en vald kalkylränta. Metoden medger att kostnaderna för studerade alternativ görs jämförbara genom att delkostnaderna med hjälp av kalkylräntan diskonteras till en och samma tidpunkt, nämligen år 0 (nutid).

De kostnadsdelar som görs jämförbara under hela kalkylperioden och hänförs till en och samma kostnadstidpunkt är:

- Investeringskostnader. En investering år 0 innebär att nuvärdet=investeringskostnaden.
- Reinvesteringar under kalkylperioden diskonteras med diskonteringsfaktor till nuvärde.
- Eventuella restvärden vid kalkylperiodens slut diskonteras med diskonteringsfaktor till nuvärde och avräknas från nuvärdet av investering.

- Drift- och underhållskostnader under kalkylperioden diskonteras till nuvärde med hjälp av nusummefaktorer.

Vid val av kalkylränta brukar man i nuvärdeskalkyler tillämpa en sk realränta. Med realränta avses den nominella räntan med avdrag för inflationen. Eftersom den nominella räntan normalt justeras efter förväntad inflation, gör man sig i princip oberoende av inflationen och behöver då inte spekulera i kostnadsökningar som följer inflationen under kalkylperioden. Sett över en längre tidsperiod har realräntan normalt legat i intervallet 2-4 %.

Nuvärdet av ett enstaka belopp beräknas med en nuvärdesfaktor enligt:

$$\frac{1}{(1+r)^n}$$

För årliga kostnader som utfaller varje år under n år beräknas nusumman med faktorn:

$$\frac{1-1/(1+r)^n}{r}$$

Alternativets samlade nuvärde utgöres av nuvärdet av investeringar, reinvesteringar samt nusumma av drift- och underhållskostnader med avdrag för nuvärdet av eventuella restvärden.

Exempel:

År n	Nuvärde av 100 Mkr vid investering år n (kalkylränta)		Nusumma av 10 Mkr/år vid utfall under n år (kalkylränta)	
	2 %	4 %	2 %	4 %
10	82	67	89	81
20	67	46	164	135
30	55	31	223	173
50	37	14	314	215

Nuvärdesberäkning har genomförts för de fem alternativen 1-5, se textbilagor 1-22 till detta avsnitt. Beräkningarna har gjorts för kalkylräntorna 2 och 4 %. En sammanställning av de beräknade nuvärdena framgår av tabell 1 och 2 nedan.

Tabell 1. Nuvärden Mkr vid 4% kalkylränta, kalkylperiod 50 år, Gemensamma anläggningar. *Tillhörande kostnadsanalys enligt nuvärdesmetoden.*

	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
Investeringar	2279	1053	1948	3051	1688
Drift och underhållskostnader exkl energikostnader	397	116	376	430	127
Energikostnader	206	129	247	73	-
<b>Summa nuvärde</b>	<b>2882</b>	<b>1298</b>	<b>2571</b>	<b>3554</b>	<b>1815</b>

Tabell 2. Nuvärden Mkr vid 2% kalkylränta, kalkylperiod 50 år, Gemensamma anläggningar. *Tillhörande kostnadsanalys enligt nuvärdesmetoden.*

	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
Investeringar	2461	1072	2073	3234	1688
Drift och underhållskostnader exkl energikostnader	581	170	550	628	185
Energikostnader	302	189	361	107	-
<b>Summa nuvärde</b>	<b>3344</b>	<b>1431</b>	<b>2984</b>	<b>3969</b>	<b>1873</b>

Kostnadsbilden vid jämförelse mellan alternativen ser likartad ut som i tidigare beräkning i Förstudien, då årskostnader och vattenpriser jämfördes. Det innebär att tunnelalternativ med distribution av renvatten har högre kostnader än ledningsalternativ med distribution av råvatten.

De beräknade nuvärdena kan användas i den känslighetsanalys som ingår i den fördjupade förstudien för att studera hur energikostnadsutvecklingen påverkar kostnadsskillnaderna mellan tunnelalternativ (alternativ 4) och ledningsalternativ (alternativ 1). Båda alternativen innebär distribution av renvatten. Av tabell 3 framgår differensen i nuvärden av beräknade kostnader mellan de båda alternativen.

Tabell 3. Differens i nuvärden av beräknade kostnader mellan alternativ 4 (tunnelalternativet) och alternativ 1 (ledningsalternativet), Gemensamma anläggningar. *Tillhörande kostnadsanalys enligt nuvärdesmetoden.*

Kalkylränta	Nuvärden av kostnader Mkr		Differens Mkr
	Alt 4	Alt 1	
2 %	3969	3344	625
4 %	3554	2882	672

För att alternativ 4 kostnadsmässigt skall bli likvärdigt med alternativ 1 måste denna differens utgå.

## Resultat nuvärdesberäkning

### Sammanställning av beräknade nuvärden av kostnader för alternativen

#### Gemensamma anläggningar 4 % kalkylränta

	Nuvärden Mkr				
	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
Investeringar	2279	1053	1948	3051	1688
Drifts- och underhållskostnader exkl energikostnad	397	116	376	430	127
Energi kostnad	206	129	247	73	-
<b>Summa nuvärde</b>	<b>2882</b>	<b>1298</b>	<b>2571</b>	<b>3554</b>	<b>1815</b>

## Resultat nuvärdesberäkning

### Sammanställning av beräknade nuvärden av kostnader för alternativen

#### Gemensamma anläggningar 2 % kalkylränta

	Nuvärden Mkr				
	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
Investeringar	2461	1072	2073	3234	1688
Drifts- och underhållskostnader exkl energikostnad	581	170	550	628	185
Energi kostnad	302	189	361	107	-
<b>Summa nuvärde</b>	<b>3344</b>	<b>1431</b>	<b>2984</b>	<b>3969</b>	<b>1873</b>



## Nuvärden, investeringar, reinvesteringar samt restvärden, kalkylränta 4 %

### Gemensamma anläggningar

#### Alternativ 1

Åtgärd	År för åtgärd	Kostnad Mkr	Diskonteringsfaktor	Nuvärde Mkr
Intagsanordning	0	20	1	20
Intagsledning	0	60	1	60
Vattenverk	0	700	1	700
Reinvestering vattenverk	15	350	0,55	193
Reinvestering vattenverk	30	350	0,31	109
Reinvestering vattenverk	45	350	0,17	60
Restvärde vattenverk	50	-233	0,14	-33
Ledningar	0	1112	1	1112
Högreservoar	0	50	1	50
Tryckstegringsstation	0	5	1	5
Reinvestering tryckstegringsstation	15	2,5	0,55	1,4
Reinvestering tryckstegringsstation	30	2,5	0,31	0,8
Reinvestering tryckstegringsstation	45	2,5	0,17	x 0,4
Restvärde	50	-1,7	0,14	-0,2
<b>Summa</b>				<b>2279</b>

## Nuvärde drift och underhållskostnader, kalkylränta 4 %

### Gemensamma anläggningar

#### Alternativ 1

Typ av DoU	År för DoU	Kostnad Mkr/år	Nusumme-fakta	Nuvärde
Energikostnad vattenverk	0-50	2,7	21,48	58,0
Pumpningskostnad vattenverk	0-50	6,6	21,48	141,8
Personalkostnad	0-50	6,0	21,48	128,9
Kemikaliekostnad vattenverk	0-50	1,4	21,48	30,0
Pumpningskostnad tryckstegringsstn	0-50	0,3	21,48	6,4
Underhållskostnader	0-50	11,1	21,48	238,4
				<b>603,5*</b>

\* Varav energikostnad 206,2 Mkr (58+141,8+6,4)

## Nuvärden, Investeringar, reinvesteringar samt restvärden, kalkylränta 2 %

### Gemensamma anläggningar

#### Alternativ 1

Åtgärd	År för åtgärd	Kostnad Mkr	Diskonteringsfaktor	Nuvärde Mkr
Intagsanordning	0	20	1	20
Intagsledning	0	60	1	60
Vattenverk	0	700	1	700
Vattenverk reinvestering	15	350	0,74	259
Vattenverk reinvestering	30	350	0,55	193
Vattenverk reinvestering	45	350	0,41	144
Vattenverk restvärde	50	-233	0,37	-86
Ledningar	0	1112	1	1112
Högreservoar	0	50	1	50
Tryckstegringsstation	0	5	1	5
Tryckstegringsstation reinvestering	15	2,5	0,74	1,9
Tryckstegringsstation reinvestering	30	2,5	0,55	1,4
Tryckstegringsstation reinvestering	45	2,5	0,41	1,0
Tryckstegringsstation restvärde	50	-1,7	0,37	-0,6
<b>Summa</b>				<b>2461</b>

## Nuvärde drift och underhållskostnader, kalkylränta 2 %

### Gemensamma anläggningar

#### Alternativ 1

Typ av DoU	År för DoU	Kostnad Mkr/år	Nusumme-fakta	Nuvärde Mkr
Energikostnad vattenverk	0-50	2,7	31,42	84,8
Pumpningskostnad vattenverk	0-50	6,6	31,42	207,4
Personalkostnad Reinvestering	0-50	6,0	31,42	188,5
Kemikaliekostnad	0-50	1,4	31,42	44,0
Pumpningskostnad tryckstegring	0-50	0,3	31,42	9,4
Underhållskostnader	0-50	11,1	31,42	348,7
<b>Summa</b>				<b>882,8</b>

## Nuvärden, Investeringar, reinvesteringar samt restvärden, kalkylränta 4 %

### Gemensamma anläggningar

#### Alternativ 2

Åtgärd	År för åtgärd	Kostnad Mkr	Diskonteringsfaktor	Nuvärde Mkr
Intagsanordning	0	20	1	20
Intagsledning	0	60	1	60
Råvattenpumpstation	0	75	1	75
Reinvestering råvattenpumpstation	15	37	0,55	20
Reinvestering råvattenpumpstation	30	37	0,31	11
Reinvestering råvattenpumpstation	45	37	0,17	6
Restvärde	50	-25	0,14	-3
Ledningar	0	814	1	814
Högreservoar	0	50	1	50
<b>Summa</b>				<b>1053</b>

## Nuvärde drift och underhållskostnader, kalkylränta 4 %

### Gemensamma anläggningar

#### Alternativ 2

Typ av DoU	År för DoU	Kostnad Mkr/år	Nusumme-fakta	Nuvärde Mkr
Pumpningskostnad	0-50	6,0	21,48	129
Personalkostnad	0-50	2,4	21,48	52
Underhållskostnader	0-50	3,0	21,48	64
<b>Summa</b>				<b>245*</b>

\* Varav energikostnad 129 Mkr

## Nuvärden, Investeringar, reinvesteringar samt restvärden, kalkylränta 2 %

### Gemensamma anläggningar

#### Alternativ 2

Åtgärd	År för åtgärd	Kostnad Mkr	Diskonteringsfaktor	Nuvärde Mkr
Intagsanordning	0	20	1	20
Intagsledning	0	60	1	60
Råvattenpumpstation	0	75	1	75
Råvattenpumpstation reinvestering	15	37	0,74	27
Råvattenpumpstation reinvestering	30	37	0,55	20
Råvattenpumpstation reinvestering	45	37	0,41	15
Råvattenpumpstation restvärde	50	-25	0,37	-9
Ledningar	0	814	1	814
Högreservoar	0	50	1	50
<b>Summa</b>				<b>1072</b>

## Nuvärde drift och underhållskostnader, kalkylränta 2 %

### Gemensamma anläggningar

#### Alternativ 2

Typ av DoU	År för DoU	Kostnad Mkr/år	Nusumme-fakta	Nuvärde Mkr
Pumpningskostnad	0-50	6,0	31,42	188,5
Personalkostnad	0-50	2,4	31,42	75,4
Underhållskostnader	0-50	3,0	31,42	94,2
<b>Summa</b>				<b>358,1</b>



## Nuvärden, Investeringar, reinvesteringar samt restvärden, kalkylränta 4 %

### Gemensamma anläggningar

#### Alternativ 3

Åtgärd	År för åtgärd	Kostnad Mkr	Diskonteringsfaktor	Nuvärde Mkr
Intagsanordning	0	20	1	20
Intagsledning	0	60	1	60
Råvattenpumpstation	0	75	1	75
Råvattenpumpstation reinvestering	15	37	0,55	20
Råvattenpumpstation reinvestering	30	37	0,31	11
Råvattenpumpstation reinvestering	45	37	0,17	6
Råvattenpumpstation restvärde	50	-25	0,14	-73,5
Vattenverk	0	400	1	400
Vattenverk reinvestering	15	200	0,55	110
Vattenverk reinvestering	30	200	0,31	62
Vattenverk reinvestering	45	200	0,17	34
Vattenverk restvärde	50	-133	0,14	-19
Ledningar	0	1115	1	1115
Högreservoar	0	50	1	50
Tryckstegringsstation	0	5	1	5
Tryckstegringsstation reinvestering	15	2,5	0,55	1,4
Tryckstegringsstation reinvestering	30	2,5	0,31	0,8
Tryckstegringsstation reinvestering	45	2,5	0,17	0,4
Tryckstegringsstation restvärde	50	-1,7	0,14	-0,2
<b>Summa</b>				<b>1948</b>

## Nuvärde drift och underhållskostnader, kalkylränta 4 %

### Gemensamma anläggningar

#### Alternativ 3

Typ av DoU	År för DoU	Kostnad Mkr/år	Nusumme-fakta	Nuvärde Mkr
Energikostnad Harge	0-50	8,0	21,48	172
Energikostnad vattenverk	0-50	2,7	21,48	58
Kemikaliekostnad vatten	0-50	4,0	21,48	86
Personalkostnad	0-50	6,0	21,48	129
Pumpningskostnad vatten	0-50	0,5	21,48	11
Pumpningskostnad tryckstegringsstation	0-50	0,3	21,48	6
Underhållskostnader	0-50	7,5	21,48	161,1
<b>Summa</b>				<b>623,1</b>

\* Varav energikostnad 247 Mkr

## Nuvärden, Investeringar, reinvesteringar samt restvärden, kalkylränta 2 %

### Gemensamma anläggningar

#### Alternativ 3

Åtgärd	År för åtgärd	Kostnad Mkr	Diskonteringsfaktor	Nuvärde Mkr
Intagsanordning	0	20	1	20
Intagsledning	0	60	1	60
Råvattenpumpstation	0	75	1	75
Råvattenpumpstation reinvestering	15	37	0,74	27
Råvattenpumpstation reinvestering	30	37	0,55	20
Råvattenpumpstation reinvestering	45	37	0,41	15
Råvattenpumpstation restvärde	50	-25	0,37	-9
Vattenverk	0	400	1	400
Vattenverk reinvestering	15	200	0,74	148
Vattenverk reinvestering	30	200	0,55	110
Vattenverk reinvestering	45	200	0,41	82
Vattenverk restvärde	50	-133	0,37	-49
Ledningar	0	1115	1	1115
Högreservoar	0	50	1	50
Tryckstegringsstation	0	5	1	5
Tryckstegringsstation reinvestering	15	2,5	0,74	1,9
Tryckstegringsstation reinvestering	30	2,5	0,55	1,4
Tryckstegringsstation reinvestering	45	2,5	0,41	1,0
Tryckstegringsstation restvärde	50	-1,7	0,37	-0,6
<b>Summa</b>				<b>2073</b>

## Nuvärde drift och underhållskostnader, kalkylränta 2 %

### Gemensamma anläggningar

#### Alternativ 3

Typ av DoU	År för DoU	Kostnad Mkr/år	Nusumme-fakta	Nuvärde Mkr
Energikostnad Harge	0-50	8,0	31,42	251,4
Energikostnad vattenverk	0-50	2,7	31,42	84,8
Kemikaliekostnad	0-50	4,0	31,42	125,7
Personalkostnad	0-50	6,0	31,42	188,5
Pumpningskostnad vattenverk	0-50	0,5	31,42	15,7
Pumpningskostnad tryckstegringsstation	0-50	0,3	31,42	9,4
Underhållskostnader	0-50	7,5	31,42	235,6
<b>Summa</b>				<b>911,1</b>

## Nuvärden, Investeringar, reinvesteringar samt restvärden, kalkylränta 4 %

### Gemensamma anläggningar

#### Alternativ 4

Åtgärd	År för åtgärd	Kostnad Mkr	Diskonteringsfaktor	Nuvärde Mkr
Intagsanordning	0	20	1	20
Intagsledning	0	60	1	60
Råvattentunnel	0	1260	1	1260
Råvattentunnel restvärde	50	630	0,14	
Vattenverk	0	700	1	700
Vattenverk reinvestering	15	350	0,55	193
Vattenverk reinvestering	30	350	0,31	109
Vattenverk reinvestering	45	350	0,17	60
Vattenverk restvärde	50	-233	0,14	-33
Ledningar	0	617	1	617
Högreservoar	0	50	1	50
Tryckstegringsstation 2 st	0	10	1	10
Tryckstegringsstation 2 st reinvestering	15	5	0,55	3
Tryckstegringsstation 2 st reinvestering	30	5	0,31	1,5
Tryckstegringsstation 2 st reinvestering	45	5	0,17	1
Tryckstegringsstation restvärde	50	-3	0,14	-0,3
<b>Summa</b>				<b>3051</b>

## Nuvärde drift och underhållskostnader, kalkylränta 4 %

### Gemensamma anläggningar

#### Alternativ 4

Typ av DoU	År för DoU	Kostnad Mkr/år	Nusumme-fakta	Nuvärde Mkr
Energikostnad vattenverk	0-50	2,7	21,48	58
Kemikaliekostnad	0-50	1,4	21,48	30
Personalkostnad	0-50	6,0	21,48	129
Pumpningskostnad 2 tryckstegringsstationer	0-50	0,7	21,48	15
Underhållskostnader	0-50	12,6	21,48	271
<b>Summa</b>				<b>503*</b>

\* Varav energikostnad 73 Mkr

## Nuvärden, Investeringar, reinvesteringar samt restvärden, kalkylränta 2 %

### Gemensamma anläggningar

#### Alternativ 4

Åtgärd	År för åtgärd	Kostnad Mkr	Diskonteringsfaktor	Nuvärde Mkr
Intagsanordning	0	20	1	20
Intagsledning	0	60	1	60
Råvattentunnel	0	1260	1	1260
Råvattentunnel restvärde	50	630	0,37	
Vattenverk	0	700	1	700
Vattenverk reinvestering	15	350	0,74	259
Vattenverk reinvestering	30	350	0,55	193
Vattenverk reinvestering	45	350	0,41	144
Vattenverk restvärde	50	-233	0,37	-86
Ledningar	0	617	1	617
Högreservoar	0	50	1	50
Tryckstegringsstation 2 st	0	10	1	10
Tryckstegringsstation 2 st reinvestering	15	5	0,74	3,7
Tryckstegringsstation 2 st reinvestering	30	5	0,55	2,8
Tryckstegringsstation 2 st reinvestering	45	5	0,41	2,0
Tryckstegringsstation restvärde	50	-3	0,37	-1,1
<b>Summa</b>				<b>3234</b>

## Nuvärde drift och underhållskostnader, kalkylränta 2 %

### Gemensamma anläggningar

#### Alternativ 4

Typ av DoU	År för DoU	Kostnad Mkr/år	Nusumme-fakta	Nuvärde Mkr
Energikostnad vattenverk	0-50	2,7	31,42	84,8
Kemikaliekostnad	0-50	1,4	31,42	44,0
Personalkostnad	0-50	6,0	31,42	188,5
Pumpningskostnad 2 tryckstegringsstationer	0-50	0,7	31,42	22,0
Underhållskostnader	0-50	12,6	31,42	396,0
<b>Summa</b>				<b>735,3</b>



## Nuvärden, Investeringar, reinvesteringar samt restvärden, kalkylränta 4 %

### Gemensamma anläggningar

#### Alternativ 5

Åtgärd	År för åtgärd	Kostnad Mkr	Diskonteringsfaktor	Nuvärde Mkr
Intagsanordning	0	20	1	20
Intagsledning	0	60	1	60
Råvattentunnel	0	1260	1	1260
Råvattenledningar	0	348	1	348
<b>Summa</b>				<b>1688</b>

## Nuvärde drift och underhållskostnader, kalkylränta 4 %

### Gemensamma anläggningar

#### Alternativ 5

Typ av DoU	År för DoU	Kostnad Mkr/år	Nusumme-fakta	Nuvärde Mkr
Personalkostnad	0-50	2,4	21,48	52
Underhållskostnad	0-50	3,5	21,48	75
<b>Summa</b>				<b>127</b>

## Nuvärden, Investeringar, reinvesteringar samt restvärden, kalkylränta 2 %

### Gemensamma anläggningar

#### Alternativ 5

Åtgärd	År för åtgärd	Kostnad Mkr	Diskonteringsfaktor	Nuvärde Mkr
Intagsanordning	0	20	1	20
Intagsledning	0	60	1	60
Råvattentunnel	0	1260	1	1260
Råvattenledning	0	348	1	348
<b>Summa</b>				<b>1688</b>

## Nuvärde drift och underhållskostnader, kalkylränta 2 %

### Gemensamma anläggningar

#### Alternativ 5

Typ av DoU	År för DoU	Kostnad Mkr/år	Nusumme-fakta	Nuvärde Mkr
Personalkostnad	0-50	2,4	31,42	75
Underhållskostnader	0-50	3,5	31,42	110
<b>Summa</b>				<b>185</b>

#### 4.6.4 Känslighetsanalys med avseende på energikostnadsutvecklingen

Frågan har ställts hur energikostnadsutvecklingen påverkar kostnadsskillnaderna mellan tunnelalternativ och ledningsalternativ. Ju mer energipriset ökar kommer kostnadsskillnaden mellan alternativen att minska eftersom energiförbrukningen i tunnelalternativen är väsentligt mindre än i ledningsalternativen. En brytpunkt i energiprisets ökning, där kostnadsskillnaden är noll, bör rimligen finnas. En känslighetsanalys för att försöka finna denna brytpunkt har därför genomförts.

I känslighetsanalysen jämförs renvattenalternativen alternativ 1, ledningsalternativ med alternativ 4, tunnelalternativ. De nuvärden som beräknats ovan under avsnitt C samt den årliga energiförbrukning, som beräknats i förstudien utgör därvid utgångspunkt för beräkningarna.

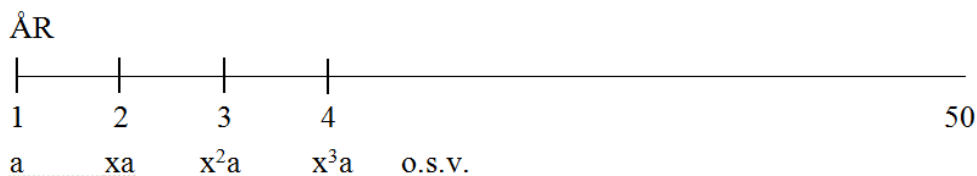
Följande antaganden och förutsättningar görs i känslighetsanalysen:

Låt utgångspriset för energikostnaden vara  $a$  Mkr/år.

Antag att energipriset varje år under 50 år ökar med en faktor  $x$   
( $x = 1,04$  vid 4 % ökn.)

Låt räntefoten vara  $P$ .

Energikostnaden ökar då:



$$\text{Nuvärdet} = a + \frac{x \cdot a}{\left(1 + \frac{P}{100}\right)^1} + \frac{x^2 \cdot a}{\left(1 + \frac{P}{100}\right)^2} + \dots + \frac{x^{50} \cdot a}{\left(1 + \frac{P}{100}\right)^{50}}$$

Ovanstående uttryck är en geometrisk serie vars summa är  $G_{50}$

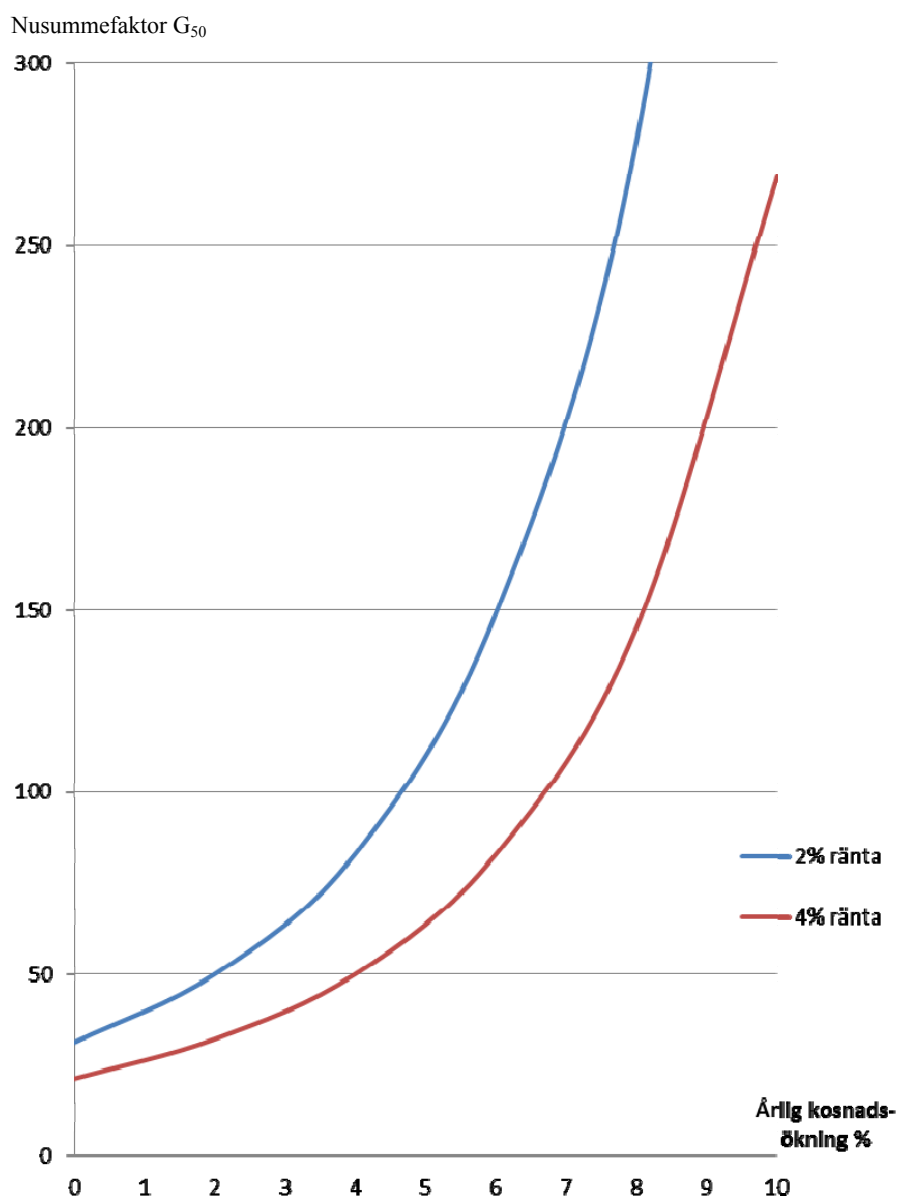
$$G_{50} = \frac{K^n - 1}{K - 1} \quad \text{där } K \text{ är den konstanta kvoten.}$$

$$\text{Kvoten } K = \frac{x \cdot a}{\left(1 + \frac{P}{100}\right) \cdot a} = \frac{x}{\left(1 + \frac{P}{100}\right)} \Rightarrow$$

$$G_{50} = \frac{\left(\frac{x}{1 + \frac{P}{100}}\right)^{50} - 1}{\frac{x}{1 + \frac{P}{100}} - 1}$$

Funktionen  $G_{50}$  har åskådliggjorts i diagram nedan för kalkylräntorna 2 respektive 4 %.

Diagram 1. Nusummeffaktor  $G_{50}$  vid 2 resp. 4 % ränta och varierande årlig kostnadsökning, kalkylperiod 50 år. Tillhörande Känslighetsanalys med avseende på energikostnadsutvecklingen.



För kalkylräntan 2% har följande nuvärden och energiförbrukningar beräknats:

Tabell 4. Beräknade nuvärden och energiförbrukningar för alternativ 1 och 4, 2 % kalkylränta. *Tillhörande Känslighetsanalys med avseende på energikostnadsutvecklingen.*

	Alt 1	Alt 4
Nuvärde av investeringar	2461 Mkr	3234 Mkr
Nuvärde av drifts- och underhållskostnader exkl energiförbrukning	581 Mkr	628 Mkr
Årlig energiförbrukning (enligt tabell 20 sid 123 i förstudien gemensamma anläggningar) MWh/år	9600	3400

Med funktionen  $G_{50}$  för nusummeffaktorn enligt ovan kan brytpunkten, som anger erforderligt värde på  $G_{50}$ , för att nuvärdet av kostnader för alternativ 4 skall vara lika med nuvärdet av kostnader för alternativ 1, beräknas:

Ekvation:

$$2461 + 581 + 9,6 G_{50} = 3234 + 628 + 3,4 G_{50}; \text{ (ekv.1)}$$

$$\rightarrow 6,2 G_{50} = 820$$

$$\rightarrow G_{50} = 132 \text{ (Denna faktor är 31,4 vid konstant energipris).}$$

På motsvarande sätt fås för 4 % kalkylränta:

Tabell 5. Beräknade nuvärden och energiförbrukningar för alternativ 1 och 4, 4 % kalkylränta. *Tillhörande Känslighetsanalys med avseende på energikostnadsutvecklingen.*

	Alt 1	Alt 4
Nuvärde av investeringar	2279 Mkr	3051 Mkr
Nuvärde av drifts- och underhållskostnader exkl energiförbrukning	397 Mkr	430 Mkr
Årlig energiförbrukning (enligt tabell 20 sid 123 i förstudien gemensamma anläggningar) MWh/år	9600	3400

Ekvation:

$$2279 + 397 + 9,6 G_{50} = 3051 + 430 + 3,4 G_{50}; \text{ (ekv.2)}$$

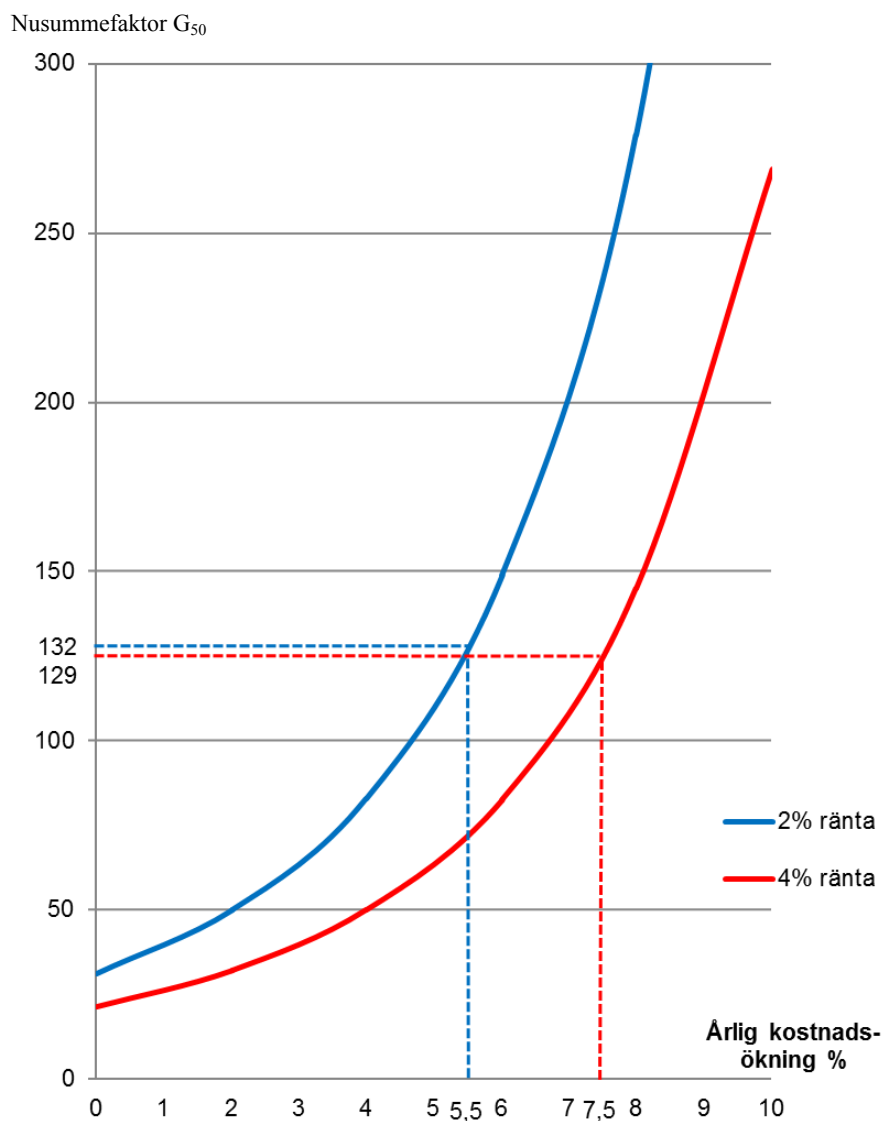
$$\rightarrow 6,2 G_{50} = 805$$

$$\rightarrow G_{50} = 129 \text{ (Denna faktor är 21,5 vid konstant energipris)}$$



De beräknade värdena på nusummeffaktorn  $G_{50}$ , som funktion av årlig ökning av energipriset och som gör tunnelalternativ 1 kostnadsmässigt likvärdigt med ledningsalternativet 1, har lagts in i diagram över  $G_{50}$ , se diagram 2 nedan.

Diagram 2. Nusummeffaktor vid 2 resp. 4 % ränta och varierande årlig kostnadsökning, kalkylperiod 50 år. *Tillhörande Känslighetsanalys med avseende på energikostnadsutvecklingen.*

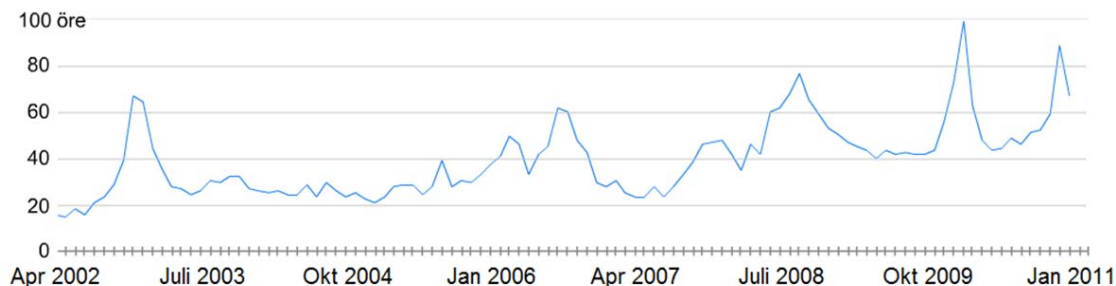


Av diagrammet framgår att erforderlig årlig ökning av energipriset är ca 5,5 % vid 2 % kalkylränta och ca 7,5 % vid 4 % kalkylränta.

Som jämförelse har undersökts hur elpriserna sett ut historiskt. För perioden 2002-2010 har elpriset ökat i genomsnitt med ca 8%, se diagram 3 och tabell 6 baserade på Nordpools medelspotpris.

Diagram 3. Medelspotpris från NordPool 2002-2010. *Tillhörande Känslighetsanalys med avseende på energikostnadsutvecklingen.*

Det rörliga elpriset följer svängningarna på elbörsen NordPool.



Tabell 6. Medelspotpris från NordPool 2002-2010. *Tillhörande Känslighetsanalys med avseende på energikostnadsutvecklingen.*

	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002
Januari	66,90	72,61	50,05	47,54	28,01	37,30	20,97	26,30	64,35	22,94
Februari	61,23	98,75	47,26	41,72	30,83	40,61	23,09	25,08	44,10	18,74
Mars	60,30	62,62	44,96	34,49	25,08	49,15	28,03	26,36	35,48	16,86
April		47,96	43,11	46,09	23,44	45,89	28,31	24,35	27,58	15,85
Maj		43,19	40,34	42,09	26,26	32,91	28,82	24,71	26,97	14,54
Juni		44,60	43,76	60,34	27,91	41,87	24,76	29,04	24,31	18,08
Juli		48,67	42,04	62,01	23,58	45,28	27,42	23,84	25,88	15,74
Augusti		45,87	42,96	67,81	28,08	61,94	29,14	29,89	30,76	20,81
September		51,70	42,04	76,45	33,17	60,28	27,53	25,83	29,72	26,65
Oktober		52,53	42,03	65,48	37,98	48,57	30,42	23,91	32,22	28,78
November		58,72	43,64	59,06	46,02	42,34	29,51	25,34	32,10	39,24
December		89,03	55,66	53,08	46,63	29,34	33,29	22,91	26,54	66,83
<b>Snittpris/år</b>		<b>59,69</b>	<b>44,82</b>	<b>54,68</b>	<b>31,15</b>	<b>44,54</b>	<b>27,64</b>	<b>25,63</b>	<b>33,30</b>	<b>25,24</b>

Till och med juni 2010 är priset baserat på NordPools medelspotpris.

Från juli 2010 är priset baserat på Fortums inköpspris.

Källa: [www.fortum.se](http://www.fortum.se)

Ovanstående prisökning motsvarar en årlig ökning av energipriset med ca 8 %.

Känsligheten för ökade anläggningskostnader för bergtunneln har också analyserats.

Om meterkostnaden för utförande av tunneln ökar från den i kalkylen tillämpade 35.000 kr/m till 45.000 kr/m kan följande ekvationer ställas upp.

För 2% kalkylränta justeras ekvation 1 ovan justeras därvid till:

$$2461 + 581 + 9,6 G_{50} = 3234 + 628 + 3,4 G_{50} + 360; (\text{ekv } 3)$$

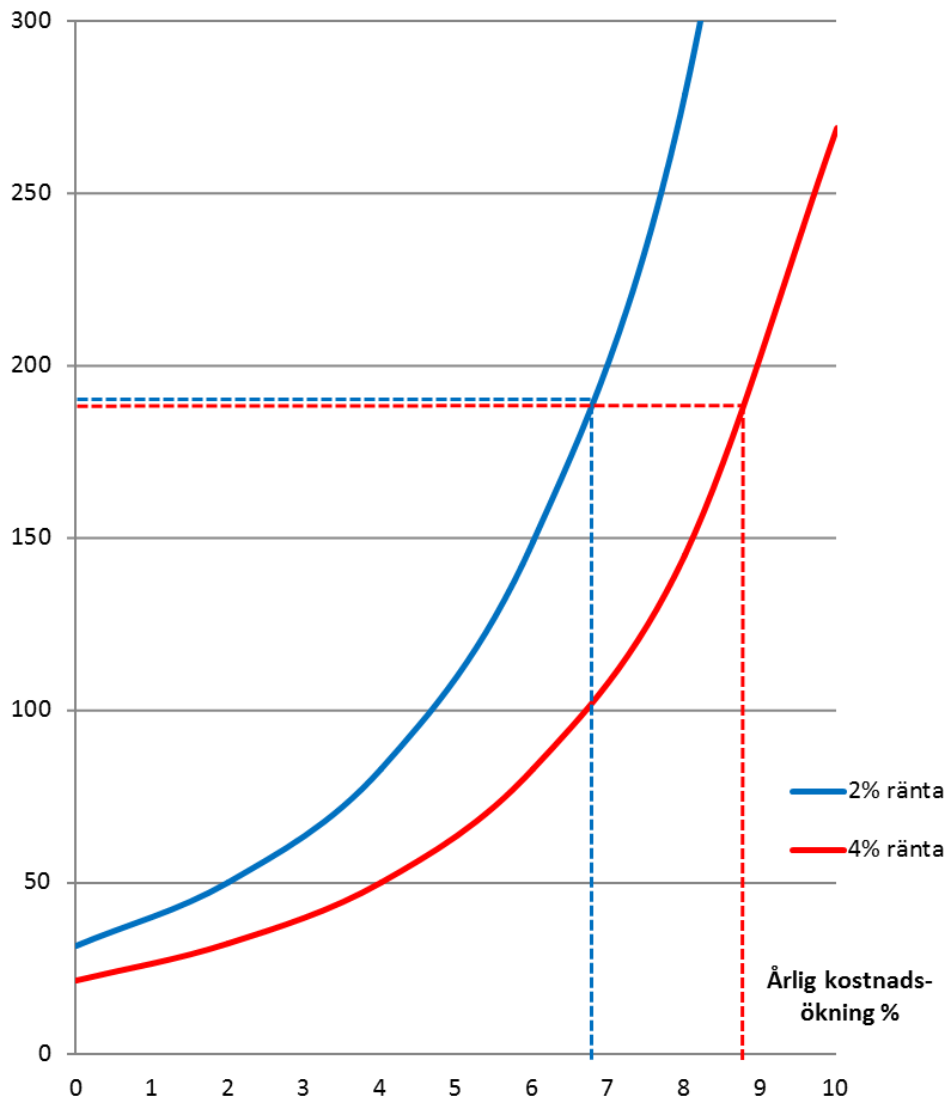
$$G_{50} = 190$$

För 4 % kalkylränta justeras ekvation 2 ovan till:

$$2279 + 397 + 9,6 G_{50} = 3051 + 430 + 3,4 G_{50} + 360; (\text{ekv.4})$$

$$G_{50} = 187$$

Diagram 4. Tillhörande Känslighetsanalys med avseende på energikostnadsutvecklingen .



Som framgår av diagrammet ovan ökar erforderlig årlig kostnadsökning av energipriset till ca 7 resp 9 % om tunnelkostnaden ökar med 10.000 kr/m.

Ovanstående känslighetsanalys visar att tunnelalternativet, trots mycket högre beräknad anläggningskostnad, genom den betydligt lägre energiförbrukningen kan bli ekonomiskt jämförbart med ledningsalternativet om elpriset fortsätter att öka som det gjort den senaste 10-årsperioden.

## 4.6.5 Kostnadsfördelningsanalys

Vid ett genomförande av projektet behöver en organisation för samverkan skapas. Olika former för detta beskrivs längre fram i förstudien under avsnittet 4.7. I det sammanhanget är det också av intresse att veta vilka principer som kan tillämpas för att fördela kostnaderna mellan deltagande kommuner. En studie har därför utförts hur några idag fungerande samverkansorganisationer fördelar sina kostnader. De organisationer som studerats är Norrvatten, Sydvatten och VA-Syd.

Norrvatten och VA-Syd är organiserade som kommunalförbund, medan Sydvatten är ett aktiebolag. Sydvatten och Norrvatten är regionala organisationer och bedriver renodlad vattenproduktion, medan VA-Syd är en integrerad organisation för såväl vattenförsörjning som avlopps- och avfallshantering och äger även anläggningarna inom respektive kommun.

Sydvatten bedöms vara särskilt intressant att studera, eftersom de gemensamma anläggningarna med bl a den 8 mil långa Bolmentunneln påminner en hel del om de i aktuellt projekt.

I studien beskrivs översiktligt respektive organisation och vilka principer som tillämpas för kostnadsfördelning mellan intressenterna. Avslutningsvis genomförs också beräkningsexempel med möjlig fördelning av kostnaderna.

### 4.6.5.1 Norrvatten

Information om Norrvatten har inhämtats genom:

- Intervju 2011-09-07 med Leif Norman, affärscontroller Stockholm Vatten. Han sitter med i arbetsgruppen för Vatten- och avloppssamverkan i Stockholms län, VAS och är därigenom väl insatt i frågor rörande principerna för kostnadsfördelning mellan kommunerna både inom Norrvatten och Stockholm Vatten.
- Telefonkontakt med Tord Andersson, administrativ chef Norrvatten.
- VAS-rådets rapport nr 2 2007, Finansiering av regionala VA-investeringar-tillsammans eller var för sig.
- Förbundsordning för Norrvatten från Tord Andersson.
- Information från hemsidan på nätet.

#### 4.6.5.1.1 Organisation

Kommunalförbundet Norrvatten bildades redan 1926 med uppgift ”att anlägga vattenledningsverk på lämplig plats i Mälaren samt att genom ledningar därifrån tillhandahålla vatten till Stockholms norra förorter med omnejd”. Tre år senare, 1929, invigdes förbundets vattenverk, Görvälnverket. Vid starten fanns tre medlemmar i kommunalförbundet. Den första förbundsordningen är daterad den 11 november 1926. Numera är 14 kommuner medlemmar.



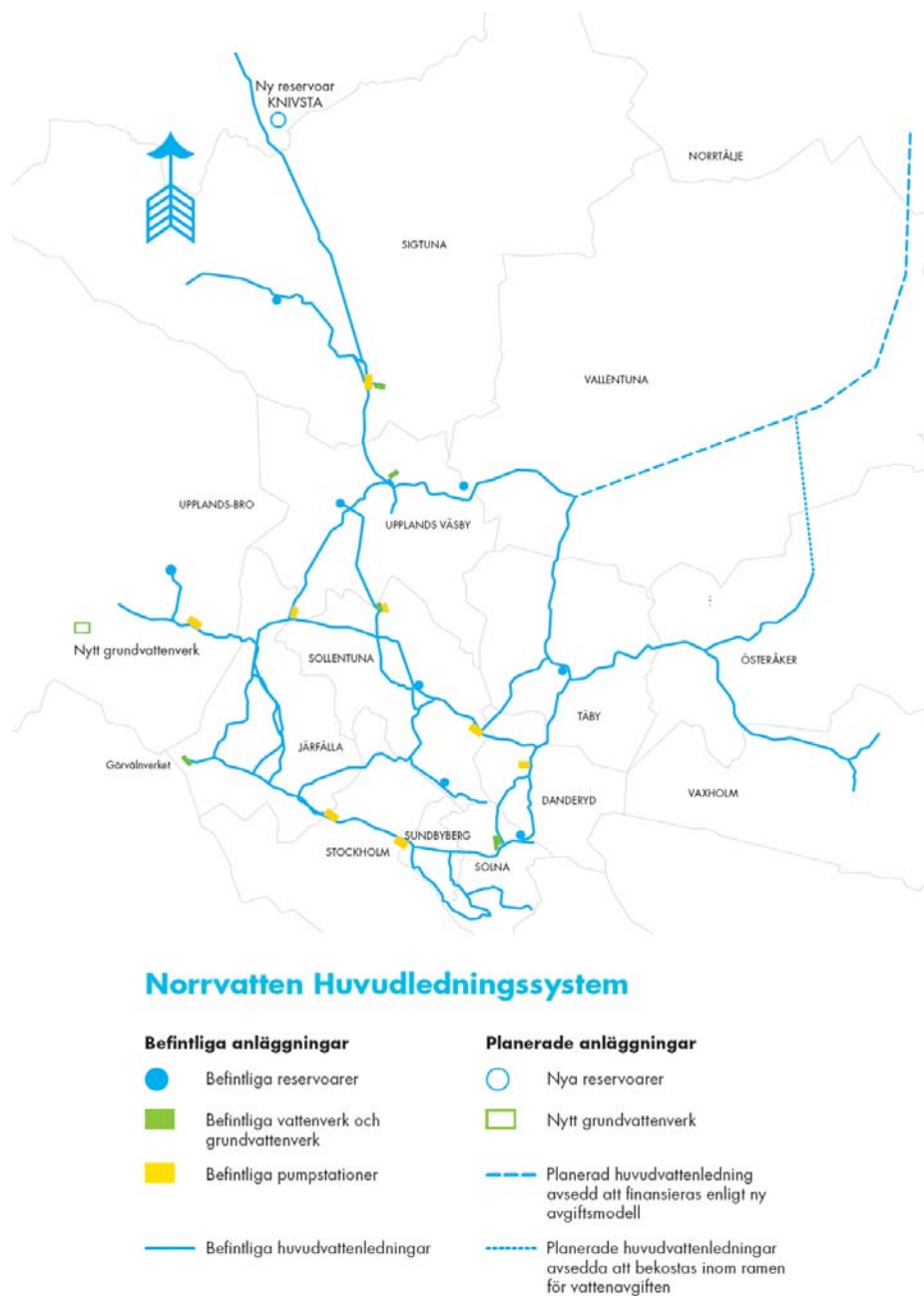
Figur. Norrvattens medlemskommuner (från hemsidan).  
*Tillhörande Kostnadsfördelningsanalys.*

Norrvatten äger den regionala vattenförsörjningsanläggningen, medan varje kommun äger sin kommuns anläggning. Norrvattens regionala anläggning framgår principmässigt nedan.

Norrvatten levererade år 2010 ca 43 Mm<sup>3</sup> vatten till ca 500.000 personer och är därigenom både med hänsyn till befolkningstal och vattenproduktion ca 2 ggr större än den organisation som kan vara aktuell för Vätternprojektet. Omsättningen uppgick till ca 130 Mkr.

Norrvattens förbundsfullmäktige fastställer varje år den vattenavgift som ska betalas av medlemskommunerna för det vatten som Norrvatten levererar. För 2011 är avgiften 2,95 kr/m<sup>3</sup> levererat vatten. Det är sedan upp till respektive kommun att fastställa den avgift som konsumenten skall betala.

Figur. Karta från förbundsordningen, på nätet. Huvudledningssystem.  
Tillhörande Kostnadsfördelningsanalys.



Medlemskommunerna är sammanslutna till ett kommunalförbund för obestämd tid enligt bestämmelserna i kommunallagen (1991:900) med ändamål att förse förbundsmedlemmarna med dricksvatten.

För fullgörande av ändamålet äger förbundet i enlighet med förbundsordningen förvärva, anlägga, underhålla och driva vattenreningsverk, pumpstationer, ledningsnät, vattenreservoarer och andra för verksamheten erforderliga anordningar, samt att leverera dricksvatten och därmed förenliga tjänster.

Förbundets högsta beslutande organ är förbundsfullmäktige som bland annat utser förbundets styrelse. Styrelsen består av politiker från medlemskommunerna. Det är styrelsen som utser VD, som tillsammans med övrig personal sköter den operativa driften.

Förbundets verksamhet styrs av en förbundsordning som reglerar förhållandet mellan förbundet och ägarna, det vill säga de fjorton medlemskommunerna.

Val till förbundsfullmäktige ska äga rum samma år som de allmänna kommunalvalen och ska förrättas av de nyvalda fullmäktige i respektive medlemskommun.

Förbundsmedlem, vars andel av förbundets tillgångar understiger 10,00 % vid utgången av kalenderåret näst före valåret, utser två ledamöter i förbundsfullmäktige.

Medlem vars andel är 10,00–19,99 % utser tre ledamöter.

Medlem vars andel är 20 % och däröver utser fyra ledamöter.

Härutöver utser förbundsmedlem en ledamot för varje uppnådd mängd av 2 miljoner m<sup>3</sup> av förbundet till medlemskommunen under i andra stycket angivet kalenderår levererat vatten.

#### 4.6.5.1.2 *Kostnadsfördelning*

För att täcka kostnaderna för förbundets verksamhet erlägges följande årsavgifter:

- vattenavgift
- anslutningsavgift/ledningsavgift



Vattenavgiften utgör produkten av den under året till förbundsmedlemmen levererade och uppmätta vattenmängden och det av förbundsfullmäktige fastställda vattenpriset. Vattenavgifterna ska täcka förbundets kostnader för förbundsmedlemmarnas förseende med dricksvatten, i den mån de inte täcks av annan avgift eller av annan inkomst.

Levererad vattenmängd mäts hos medlemmens abonnenter eller genom huvudmätare vid kommungräns.

På en karta anges omfattningen av förbundets anläggningar och huvudledningssystem. På kartan redovisas dels de ledningar, reservoarer och övriga anordningar, som förbundet håller inom ramen för vattenavgiften, dels de anläggningar, för vilka anslutnings/ledningsavgift ska erläggas.

För sådana framtida anläggningar och ledningar, vilka förbundet ska svara för utöver detta huvudledningssystem, tar förbundet ut anslutningsavgift/ledningsavgift enligt särskilt träffade avtal. I huvudsak avses härmed anläggningar och ledningar som betjänar en enstaka medlemskommun. En sådan avgift grundas på självkostnadsprincipen och utgår från nuvärdet av framtida vattenavgifter enligt särskild uträkning redovisad i bilaga till förbundsordningen:

#### **Under genomförandet**

Norrvatten finansierar hela projektet fram till anslutning till Norrvattens distributionssystem.

#### **Efter anslutning**

När anslutningskommun anslutits till Norrvattens distributionssystem och dricksvatten börjat levereras till anslutningspunkterna avslutas investeringsprojektet genom summering av samtliga utgifter och intäkter inom projektets ram.

Därefter fakturerar Norrvatten den anslutna kommunen en anslutningsavgift som motsvarar anslutningskommunens andel av investeringsutgiften för projektet. Den sammanlagda utgiften för projektet ska därvidlag godkännas av gemensamt utsedd styr- och projektgrupp. Nedlagd tid för arbete inom respektive organisation (aktiverat eget arbete) ska också medräknas i projektutgifterna liksom kostnader för finansiering av projektet.

Anslutningsavgiften som är anslutningskommunens andel av den totala investeringsutgiften för projektet räknas fram enligt följande formel:

$$\text{Anslutningsavgift för anslutningskommunen} = T - N$$

T = Total investeringsutgift för ledningen enligt ovanstående specifikationer

N = Norrvattens andel av den totala investeringsutgiften

N = Nuvärdet av de framtida brukningsavgifterna från anslutningskommunen vid anslutningstillfället och 40 år framåt med konstant kalkylerad avgift som vid anslutningstillfället.

### **Exempel anslutning av Norrtälje**

Norrtälje kommun är aktuellt att ansluta till Norrvatten via en ca 55 km 700 mm ledning, som kostnadsberäknats till ca 500 Mkr = T i formeln ovan. Norrvattens andel av den totala investeringsavgiften räknas ut som nuvärdet av de framtida brukningsavgifterna vid anslutningstillfället och 40 år framåt och blir vid 4 % ränta ca 100 Mkr = N i formeln ovan. Norrtälje skulle därmed betala en anslutningsavgift om ca 500-100 = 400 Mkr.

Därutöver skall Norrtälje betala en årlig vattenavgift som för 2011 uppgår till 2,95 kr/m<sup>3</sup>.

Norrtäljes anslutning är kostnadsneutralt för de tidigare medlemmarna samtidigt som vattenavgiften är ett bidrag till den låga marginalkostnaden för att ansluta Norrtälje till befintliga anläggningar, där god kapacitet finns. Med anslutningen av Norrtälje dubblas i princip Norrvattens balansomslutning genom att en stor del av tidigare investeringar är avskrivna.

### **Ägandet**

Förbundsmedlem äger andel i förbundets tillgångar efter förhållandet mellan den vattenmängd, som förbundet och dess företrädare levererat till förbundsmedlem, och den sammanlagda vattenmängd, som dessa levererat till förbundsmedlemmarna, allt räknat från förbundsverksamhetens början 1929 till utgången av nästföregående kalenderår.

Förbundsmedlem ska även tillgodoräknas de leveranser, som förbundet fullgör direkt till konsument inom kommunen.

Förbundsmedlem ansvarar för förbundets skulder och andra förbindelser i samma förhållande som ovan sägs.

#### 4.6.5.2 Sydvatten

Information om Sydvatten har inhämtats genom

- Möte med Jörgen Johansson, vd 2011-09-09
- Årsredovisning 2010
- Information från hemsidan på nätet.

##### 4.6.5.2.1 Organisation

Sydvatten AB är ett kommunägt företag som producerar dricksvatten till 15 kommuner i västra Skåne. Bolaget bildades 1966 och är i dag en av Sveriges största dricksvattenproducenter med leverans av vatten till ca 800.000 konsumenter och en årlig vattenproduktion om ca 70 Mm<sup>3</sup>. Det är därmed ca 4 ggr större än den organisation som kan vara aktuell att skapa för aktuellt projekt. Omsättningen uppgick 2010 till ca 245 Mkr.

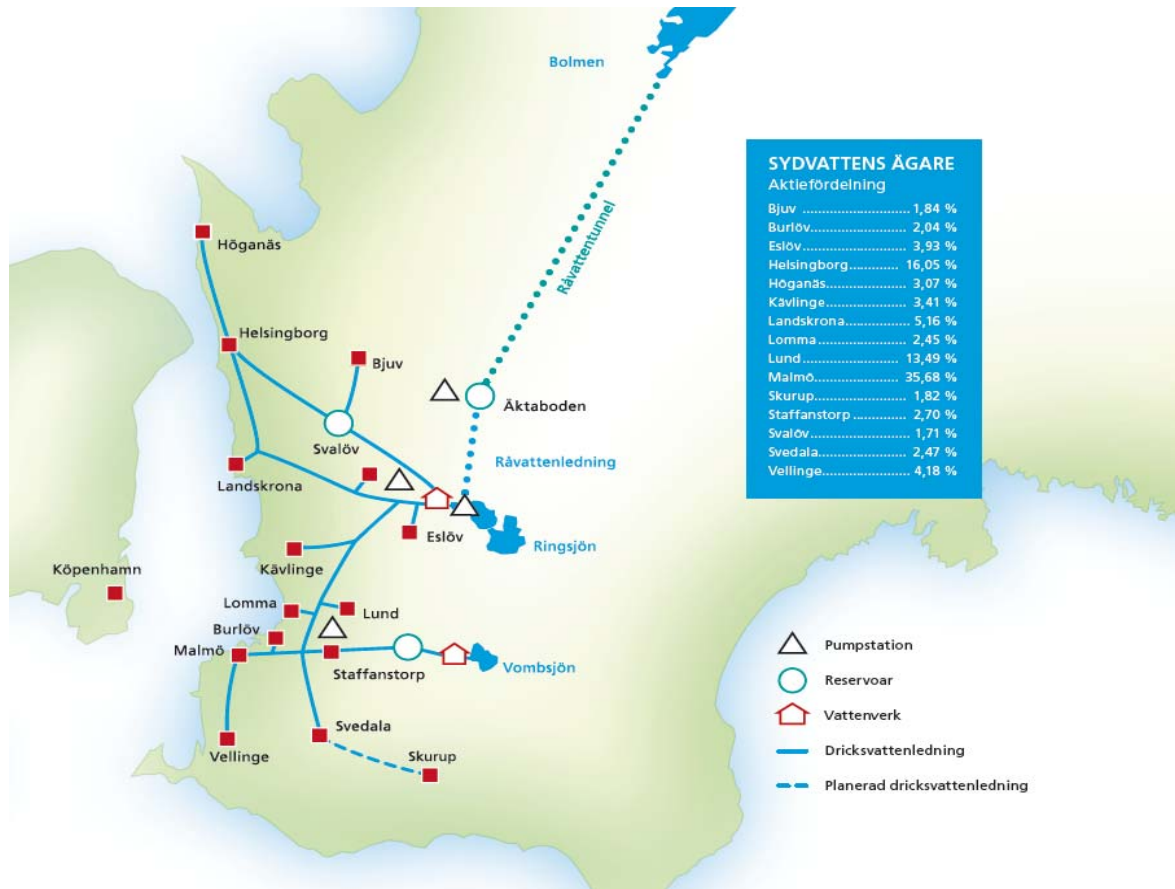
Sydvatten äger och driver Bolmentunneln, de två vattenverken Ringsjöverket och Vombverket samt huvudledningssystemet för distributionen av dricksvatten. Det dricksvatten företaget producerar tas från sjön Bolmen som ligger i Småland och Vombsjön, som ligger i Skåne. Från småländska Bolmen leds vattnet i den 8 mil långa Bolmentunneln till Skåne. Om det skulle uppstå problem med försörjningen från Bolmen finns det även möjlighet att ta vatten från reservvattentäkten Ringsjön i Skåne. Sydvatten distribuerar vatten till bolagets delägarkommuner som ansvarar för ledningsnätet inom respektive kommun.

Sydvatten har sin bakgrund i en statlig utredning i mitten på 1960-talet som förordade att vattenförsörjningen i Skåne borde lösas genom överföring av vatten från sjön Bolmen i Småland. År 1966 slog sig därför Malmö, Helsingborg, Lund, Landskrona och Eslöv samman och bildade aktiebolaget Sydvatten för att trygga vattenförsörjningen inom regionen.

Tio år senare anslöt sig ytterligare sju kommuner till Sydvatten – Burlöv, Höganäs, Kävlinge, Lomma, Staffanstorps, Svalöv och Svedala. 1983 tog Sydvatten över driften av Vombverket och Ringsjöverket. 2004 blev Vellinge kommun delägare, 2008 tillkom Bjuvs kommun och 2010 Skurups kommun.

Delägarkommuner med aktiefördelning samt karta med bolagets anläggningar framgår av figur nedan. Sydvatten äger den regionala vattenförsörjningsanläggningen, medan varje kommun äger sin kommuns anläggning.

Figur. Karta från årsredovisningen 2010.  
Tillhörande Kostnadsfördelningsanalys.



Från början var aktiekapitalet i Sydvatten 25 Mkr. Investeringarna i anläggningen finansierades med räntefria lån från medlemskommunerna. Dessa uppgick under en period till ca 600 Mkr. En stor del av dem eller ca 375 Mkr har senare förts till aktiekapitalet. Idag sker lånefinansieringen till största delen med lån på öppna marknaden, vilket har lett till lägre räntenivåer. Låneskulden är idag ca 1 Mdr kr. Den genomsnittliga räntan för liggande lån är ca 2,4 %. Medlemskommunerna går i borgen för upptagna lån.

#### 4.6.5.2.2 *Kostnadsfördelning*

Sydvattens kostnader täcks genom självkostnadsprincipen.

Kostnaderna mellan Sydvattens delägare regleras i gällande konsortialavtal.

Kostnaderna tas ut som en fast avgift och rörlig avgift.

Kommunernas folkmängd ligger till grund för fördelningen av den fasta kostnaden medan den faktiska vattenanvändningen reglerar den rörliga kostnaden.

Den rörliga avgiften utgöres av Sydvattens kostnader för el och kemikalier, som slås ut på den årliga vattenproduktionen och debiteras respektive kommun som ett vattenpris per m<sup>3</sup> uppmätt vatten. Den rörliga avgiften är för 2011 0,7 kr/m<sup>3</sup>.

Den fasta avgiften utgöres av resterande kostnader sedan kostnader för el och kemikalier räknats av. Dessa kostnader utgör för närvarande ca 169 Mkr. Den fasta avgiften utgör därmed ca 63 % av den totala avgiften. Denna fördelas på respektive kommun i förhållande till invånarantalet. Motivet för att fördela kostnaden på invånarantalet istället för på antalet anslutna personer är enligt uppgift att skapa ett incitament för att ansluta fler. Om hela kostnaden för 2011 skulle tas ut som en rörlig avgift skulle denna bli ca 3,85 kr/m<sup>3</sup>.

#### **Exempel. Anslutning av Skurup**

När Skurups kommun ingick delägarinträde i Sydvatten tecknades ett avtal som tillägg till gällande konsortialavtal. Konsortialavtalet reglerar bland annat villkor för inträde av nya delägarkommuner samt villkor för vattenleveranser och fördelning av olika kostnader. Av avtalet framgår bl a:

Skurup inträder, på det sätt och på de villkor i förhållande till Sydvatten och övriga delägarkommuner som anges nedan, som delägare i Sydvatten. Centralorten ansluts till Sydvattens regionala produktions- och distributionssystem vid den tidpunkt som Skurup önskar, dock senast år 2023, varefter ordinarie vattenförsörjning sker från Sydvatten, medan Skurups lokala anläggning övergår till att utgöra reservanläggning. Anslutning sker genom anläggandet av en överföringsledning mellan Sydvattens planerade anläggning i Sturup till vattenverket i Skurup . Sydvatten övertar om Skurup så önskar, på nedan angivna villkor, Skurups vattentäkter och vattenverk. Centralortens lokala produktionsanläggning skall utgöra reserv för ordinarie försörjning som i normalfallet skall ske med vatten från Vombverket. Försörjningen kan även ske med råvatten från Bolmen respektive Ringsjön (reservvattentäkt) som behandlas i Ringsjöverket. Övriga lokala anläggningar som inte är anslutna till centralortens system skall drivas vidare alternativt ersättas av överföringsledningar. Skurup biträder konsortialavtalet på samma villkor som övriga delägarkommuner och enligt de principer som anges i

detta avtal. Delägarlån som anges i konsortialavtalet har avvecklats och är därmed inte aktuellt.

Genom en riktad nyemissionen till Skurups kommun tecknar Skurup nyemitterade aktier i Sydsvatten till ett antal som medför att Skurups andel av aktierna i Sydsvatten efter teckningen motsvarar Skurups andel av den totala folkmängden i samtliga delägarkommuner (inklusive Skurup) enligt SCB:s statistik per den 31 december 2009. Den sammanlagda teckningslikviden för sålunda emitterade aktier skall motsvara aktiernas andel av Sydsvattens nettotillgångar, baserade på bokförda värden enligt upprättad balansräkning per den 31 december 2009.

Nyemissionen genomfördes vid Sydsvattens årsstämma i juni 2010 varvid Skurup fullt ut tillträdde ovannämnda konsortialavtal med övriga delägarkommuner i Sydsvatten.

Enligt preliminära beräkningar med år 2008 som underlag skulle Skurup ha tecknat 78 992 nyemitterade aktier till en sammanlagd teckningslikvid av 11 625 600 kronor.

Sedan Skurup tecknat aktier och tillträtt konsortialavtalet enligt ovan, garanterar Sydsvatten erforderlig kapacitet på distributionsanläggningen vid Stump så att Skurup från år 2013 kan anslutas med en ny överföringsledning därifrån. Denna förtida investering är beräknad till 10 Mkr och ingår som en del i det totala investeringsbeloppet (50 Mkr). Vid den tidpunkt som Skurup beslutar om, dock senast år 2023, genomförs anläggning av nämnda överföringsledning med nedanstående kostnadsfördelning. Beloppen (Mkr) är preliminära. De verkliga kostnaderna ska fördelas efter respektive andelstal på varje objekt enligt nedan.

	<b>Tot inv</b>	<b>Sydsvatten</b>	<b>Skurup</b>
Nevishög-Sturup (förtida)	10	10	0
Sturup-Skurup	40	25	15
<b>Total summa</b>	<b>50</b>	<b>35</b>	<b>15</b>

Under perioden fram till den tidpunkt då överföringsledningen till Skurup är färdigställd och drifttagen erlägger Skurup inte vare sig fast eller rörlig avgift. Dock skall Skurup under denna period erlägga en årlig administrativ avgift till Sydsvatten om 50 000 kronor.

### 4.6.5.3 VA-Syd

Information om VA-Syd har erhållits:

- Vid intervju 2011-09-09 med Mari Segerberg, economichef och Stefan Åkesson, enhetschef ekonomienheten.
- Utifrån årsredovisning för 2009 och 2010.
- Från hemsidan på nätet.

#### 4.6.5.3.1 Organisation

VA SYD är ett kommunalförbund som består av Burlövs, Lunds och Malmös VA-verksamheter. From 2012 ingår även Eslöv i organisationen. Kommunalförbundet mellan Lunds och Malmös VA-verksamheter bildades 2008.

Förutom organisationsformen kommunalförbund skiljer sig också VA-Syd från Norrvatten och Sydsvatten genom att man inom sin verksamhet hanterar såväl vattenförsörjning som avlopps- och avfallshantering. Kommunalförbundet äger också och driver anläggningarna lokalt inom respektive kommun.

Totalt omfattar förbundet ett invånarantal om ca 410.000 personer med en sammanlagd vattenförbrukning om ca 30 Mm<sup>3</sup>/år. Vattnet till förbundets medlemmar levereras från Sydsvatten.

All personal är anställd i VA-Syd. Man har sett att det sedan organisationen bildats är lättare att rekrytera personal och få bättre kompetens.

#### 4.6.5.3.2 Kostnadsfördelning

Varje kommun råder över sin egen taxa. Taxan föreslås i respektive kommuns ägarnämnd, varifrån förslaget går vidare för beslut i VA-Syds styrelse.

Gemensamma kostnader för bl a laboratorieverksamhet, och administration fördelas efter folkmängd.

Långa lån för investeringar tas upp inom respektive kommun. Idag är räntan för lån hos Kommuninvest ca 4,4 %.

VA-Syd redovisar ekonomin dels för den juridiska personen, dels för varje medlemskommun. Dessutom måste redovisning ske för varje kollektiv VA som avfall.

På sikt tror man att man inom förbundet skapat en gemensam ekonomi och gemensam taxa.

#### 4.6.5.4 Beräkningsexempel kostnadsfördelning

Med ledning av den information som erhållits hur de tre studerade organisationerna fördelar sina kostnader samt egna funderingar, har två alternativa beräkningsexempel tagits fram, som tillämpats på beräknade kostnader för alternativ 4, renvattenalternativ tunnel. Beräkningsexemplen skiljer sig principiellt åt:

- Beräkningsexempel 1 är grundat på den princip som Sydvatten tillämpar för att finansiera sin verksamhet, det vill säga man har en fast avgift och en rörlig avgift. Den rörliga avgiften avser kostnader för energi och kemikalier, medan den fasta avgiften täcker in övriga kostnader. Den rörliga tas ut som ett m<sup>3</sup>pris för levererad vattenmängd till respektive kommun, medan den fasta kostnaden fördelas på respektive kommuns folkmängd. Man kan säga att denna princip följer en solidarisk fördelningsprincip.
- Beräkningsexempel 2 grundas på en princip som är mer fokuserad på hur stor andel respektive kommun har i varje anläggningsdel, vilket kan sägas utgöra en mer rättviseorienterad princip.

För beräkning av vattenpriser i beräkningsexemplen har kostnaderna slagits ut på vattenproduktionen för 2008 (ej på prognostiserad vattenproduktion för 2050). Vid fördelning av kostnader på respektive kommun har i aktuella exempel kostnaderna fördelats efter nycklar med antalet anslutna personer ej efter, som för Sydvatten, den totala folkmängden i respektive kommun.

##### 4.6.5.4.1 Beräkningsexempel 1

Energi- och kemikaliekostnad för alternativ 4 är beräknat till  $2,7+1,4+0,7=4,8$  Mkr/år enligt bilaga 26 i Förstudien. Det ger utslaget på producerad vattenmängd för 2008, se tabell 1 avsnitt 4.1.2 i Förstudien, en rörlig avgift om  $4,8/19,1=0,25$  kr/m<sup>3</sup>. Övriga årskostnader är då enligt bilaga 26,  $157,3-4,8=152,5$  Mkr och kan betraktas som fasta kostnader, som skall fördelas på respektive kommun. Här har förutsatts en fördelning efter antalet anslutna till vattenförsörjningen år 2008. Därvid erhålles fördelningsnyckel 1, se tabell nedan.



Tabell. Fördelningsnyckel 1. Respektive kommuns andel i hela den regionala vattenförsörjningsanläggningen utgående från antalet anslutna personer. *Tillhörande Kostnadsfördelningsanalys.*

Kommun	Antal anslutna personer 2008	Beräknad andel i %
Örebro	114441	63
Kumla	16370	9
Hallsberg	12100	7
Askersund	7862	4
Nora	7579	4
Lindesberg	15000	8
Laxå	4562	3
Lekeberg	2950	2
<i>Summa</i>	<i>180864</i>	<i>100</i>

Den rörliga och fasta avgiften för respektive kommun kan därvid beräknas, se tabell nedan.

Tabell. Beräknad rörlig och fast avgift fördelad på respektive kommun utgående från fördelningsnyckel 1. *Tillhörande Kostnadsfördelningsanalys.*

Kommun	Rörlig avgift Kr/m <sup>3</sup>	Fast avgift	
		Mkr/år	Utslaget per m <sup>3</sup>
Örebro	0,25	96,1	7,94
Kumla	0,25	13,7	8,06
Hallsberg	0,25	10,7	8,92
Askersund	0,25	6,1	6,78
Nora	0,25	6,1	7,62
Lindesberg	0,25	12,2	7,62
Laxå	0,25	4,6	9,2
Lekeberg	0,25	3,0	10,0
<i>Summa</i>		<i>152,5</i>	

Vid genomförande av alternativ 4 med råvattentunnel till en punkt söder om Hallsberg kan Askersund välja att bara delta i de gemensamma intagsanordningarna eller även delta i råvattentunneln och det gemensamma vattenverket. Här har förutsatts det senare alternativet varvid Askersund måste

bygga en renvattenledning tillbaka från vattenverket till kommunen. Denna ledning skulle eventuellt kunna förläggas i råvattentunneln. Kostnaden för denna ledning har längre ned uppskattats till ca 70 Mkr. Detta motsvarar ett vattenpris av ca 0,17 kr/m<sup>3</sup>, som skall läggas till de i tabellen ovan angivna kostnaderna ifall Askersund skall delta i hela projektet och den solidariska fördelningsprincipen skall tillämpas.

#### 4.6.5.4.2 Beräkningsexempel 2

Omfattningen av den regionala anläggningen definieras med karta, se bilaga 14.0 i pärm 2.

- Den regionala anläggningen, som skall drivas av en ny organisation, täcker sina kostnader med dels en vattenavgift, dels en anslutningsavgift. Vattenavgiften bestämmes genom att ett vattenpris beräknas på de för deltagande kommuner helt gemensamma kostnaderna med ett tillägg för de kostnader som är delvis gemensamma. För anläggningar som är helt separata för respektive kommun erläggs en anslutningsavgift baserad på anläggningskostnaden för den kommunspecifika anläggningen.
- Fördelningen av de gemensamma kostnaderna vid beräkning av vattenpriset sker efter fördelningsnycklar baserade på andelen i de aktuella anläggningarna med ansluten folkmängd till aktuella anläggningar i förhållande till den totalt anslutna folkmängden som bas.
- Respektive kommun betalar årligen vattenavgiften efter det beräknade vattenpriset för varje deltagande kommun och den uppmätta levererade vattenmängden som mäts vid anslutningspunkten.
- I beräkningsexemplet har förutsatts att kostnaderna skall fördelas på alla i förstudien deltagande kommunerna (Örebro, Kumla, Hallsberg, Askersund, Nora, Lindesberg, Laxå, Lekeberg).
- För beräkning av vattenpriset har de beräknade kostnaderna för alternativ 4 i bilaga 26 tillämpats med en beräknad anläggningskostnad 2717 Mkr och beräknad årskostnad 157,3 Mkr.

Det bör understrykas att beräkningsexemplet endast är avsett att belysa ett möjligt sätt att fördela kostnaden vid ett genomförande av projektet.

### Helt gemensamma anläggningar

De beräknade årskostnaderna för helt gemensamma anläggningar har i bilaga 26 beräknats till de i tabell nedan angivna.

Tabell. Beräknade årskostnader för anläggningar som är helt gemensamma.  
*Tillhörande Kostnadsfördelningsanalys.*

Anläggningsdel	Beräknad årskostnad enligt bilaga 26, Mkr
Intagsanordning	0,9
Intagsledning	2,8
Råvattentunnel	51
Vattenverk	47,7
Reservoar	2,3
Driftskostnader vattenverk	10,1
Underhållskostnad	11,2
<i>Summa</i>	<i>126 Mkr</i>

Vattenpriset för helt gemensamma anläggningar kan därvid beräknas till:

Utslaget på total vattenproduktion för deltagande kommuner

år 2008 (Tabell 1, avsnitt 4.1.2),

607 l/s motsvarande 19,1 Mm<sup>3</sup>/år:  $126/19,1 = 6,6 \text{ kr/m}^3$

Utslaget på total vattenproduktion för deltagande kommuner

prognostiserat för år 2050 (Tabell 2, avsnitt 4.1.2),

869 l/s motsvarande 27,4 Mm<sup>3</sup>/år:  $126/27,4 = 4,6 \text{ kr/m}^3$

#### 4.6.5.4.3 Delvis gemensamma anläggningar

För fördelning av kostnader för anläggningar som är delvis gemensamma har fördelningsnycklar tagits fram baserade på antalet anslutna personer för respektive kommun i förhållande till det totala antalet anslutna personer.

Vid genomförande av alternativ 4 med råvattentunnel till en punkt söder om Hallsberg kan Askersund välja att bara delta i de gemensamma intagsanordningarna eller även delta i råvattentunneln och det gemensamma vattenverket. Här har förutsatts det senare alternativet varvid Askersund måste bygga en renvattenledning tillbaka från vattenverket till kommunen. Denna ledning skulle eventuellt kunna förläggas i råvattentunneln.

För de anläggningar som inte Askersund deltar i kan fördelningsnyckel 2 nedan tillämpas. Denna nyckel blir aktuell att tillämpa för de gemensamma renvattenledningarna från vattenverket och till förgreningspunkten för Ledningar till Laxå och Hallsberg, en sträcka av ca 1 km.

Tabell. Fördelningsnyckel 2. Gemensamma anläggningar för Laxå, Hallsberg, Kumla, Lekeberg, Örebro, Nora och Lindesberg, ca 1 km ledningar.  
*Tillhörande Kostnadsfördelningsanalys*

<b>Kommun</b>	<b>Antal anslutna personer 2008</b>	<b>Beräknad andel i %</b>
Örebro	114441	66
Kumla	16370	9
Hallsberg	12100	7
Nora	7579	4
Lindesberg	15000	9
Laxå	4562	3
Lekeberg	2950	2
<i>Summa</i>	<i>173002</i>	<i>100</i>

Sedan avgreningen för Laxå och Hallsberg passerats, ca 1 km norr om planerat vattenverk skall kostnaderna för de gemensamma anläggningarna därefter fram till avlänkning mot Kumla fördelas med en nyckel enligt fördelningsnyckel 3 nedan.

Tabell. Fördelningsnyckel 3. Gemensamma anläggningar för Kumla, Lekeberg, Örebro, Nora och Lindesberg, ca 5 km ledningar.  
*Tillhörande Kostnadsfördelningsanalys.*

Kommun	Antal anslutna personer 2008	Beräknad andel i %
Örebro	114441	73
Kumla	16370	10
Nora	7579	5
Lindesberg	15000	10
Lekeberg	2950	2
<i>Summa</i>	<i>156340</i>	<i>100</i>

Kumla avlänkas efter ytterligare ca 9 km varvid fördelningsnyckel 4 gäller för gemensamma anläggningar norr därom till Lekebergs avlänkning.

Tabell. Fördelningsnyckel 4. Gemensamma anläggningar för Lekeberg, Örebro, Nora och Lindesberg, ca 9 km ledningar.  
*Tillhörande Kostnadsfördelningsanalys.*

Kommun	Antal anslutna personer 2008	Beräknad andel i %
Örebro	114441	82
Nora	7579	5
Lindesberg	15000	11
Lekeberg	2950	2
<i>Summa</i>	<i>139970</i>	<i>100</i>

För gemensamma ledningar från Lekebergs avlänkning och till Örebro, en sträcka av ca 9 km gäller fördelningsnyckel 5.

Tabell. Fördelningsnyckel 5. Gemensamma anläggningar för, Örebro, Nora och Lindesberg, ca 9 km ledningar.  
*Tillhörande Kostnadsfördelningsanalys.*

Kommun	Antal anslutna personer 2008	Beräknad andel i %
Örebro	114441	84
Nora	7579	5
Lindesberg	15000	11
<i>Summa</i>	<i>137020</i>	<i>100</i>

För ledningar norr om Örebro gäller fördelningsnyckel 6 fram till avlänknings mot Nora, ca 26 km.

Tabell. Fördelningsnyckel 6. Gemensamma anläggningar för, Nora och Lindesberg, ca 26 km ledningar.  
*Tillhörande Kostnadsfördelningsanalys.*

Kommun	Antal anslutna personer 2008	Beräknad andel i %
Nora	7579	33
Lindesberg	15000	67
<i>Summa</i>	<i>22579</i>	<i>100</i>

#### 4.6.5.4.4 Beräknat vattenpris för respektive kommun

Med ovan beräknade fördelningsnycklar kan vattenpriset för respektive kommun beräknas enligt nedan.

##### Hallsberg

Vattenpris för del i helt gemensamma anläggningar enligt ovan utslaget på vattenproduktion för år 2008

6,6 kr/m<sup>3</sup>

Vattenpris för ca 1 km gemensamma ledningar till Hallsbergs avlänkning, se textbilaga 1

0,04 kr/m<sup>3</sup>

*Summa*

*6,64 kr/m<sup>3</sup>*

**Laxå**

Vattenpris för del i helt gemensamma anläggningar enligt ovan utslaget på vattenproduktion för år 2008

6,6 kr/m<sup>3</sup>

Vattenpris för del i gemensamma ledningar till Hallsbergs avlänkning, se textbilaga 2

0,04 kr/m<sup>3</sup>

*Summa*

6,64 kr/m<sup>3</sup>

De helt separata ledningarna till Laxå, vilkas anläggningsskostnad är beräknad till 75 Mkr förutsätts ersättas den regionala organisationen med en anslutningsavgift.

**Kumla**

Vattenpris för del i helt gemensamma anläggningar enligt ovan utslaget på vattenproduktion för år 2008

6,6 kr/m<sup>3</sup>

Vattenpris för del i gemensamma ledningar till Kumlas avlänkning, se textbilaga 3

0,27 kr/m<sup>3</sup>

*Summa*

6,87 kr/m<sup>3</sup>**Lekeberg**

Vattenpris för del i helt gemensamma anläggningar enligt ovan utslaget på vattenproduktion för år 2008

6,6 kr/m<sup>3</sup>

Vattenpris för del i gemensamma ledningar till Lekebergs avlänkning, se textbilaga 4

0,63 kr/m<sup>3</sup>

*Summa*

7,23 kr/m<sup>3</sup>

De helt separata ledningarna till Lekeberg, vilkas anläggningsskostnad är beräknad till 38 Mkr förutsätts ersättas den regionala organisationen med en anslutningsavgift

**Örebro**

Vattenpris för del i helt gemensamma anläggningar enligt  
ovan utslaget på vattenproduktion för år 2008 6,6 kr/m<sup>3</sup>

Vattenpris för del i gemensamma ledningar till Örebros  
avlänkning, se textbilaga 5 1,09 kr/m<sup>3</sup>

*Summa* 7,69 kr/m<sup>3</sup>

**Nora**

Vattenpris för del i helt gemensamma anläggningar enligt  
ovan utslaget på vattenproduktion för år 2008 6,6 kr/m<sup>3</sup>

Vattenpris för del i gemensamma ledningar till Noras  
avlänkning, se textbilaga 6 2,71 kr/m<sup>3</sup>

*Summa* 9,31 kr/m<sup>3</sup>

De helt separata ledningarna till Nora, vilkas  
anläggningskostnad är beräknad till 30 Mkr förutsätts ersättas  
den regionala organisationen med en anslutningsavgift

**Lindesberg**

Vattenpris för del i helt gemensamma anläggningar enligt  
ovan utslaget på vattenproduktion för år 2008 6,6 kr/m<sup>3</sup>

Vattenpris för del i gemensamma ledningar till Lindesbergs  
avlänkning, se textbilaga 7 2,78 kr/m<sup>3</sup>

*Summa* 9,38 kr/m<sup>3</sup>

De helt separata ledningarna till Lindesberg, vilkas  
anläggningskostnad är beräknad till 52 Mkr förutsätts ersättas  
den regionala organisationen med en anslutningsavgift.



### Askersund

Vattenpris för del i helt gemensamma anläggningar enligt ovan utslaget på vattenproduktion för år 2008

6,6 kr/m<sup>3</sup>

De helt separata renvattenledningarna till Askersund från vattenverket en sträcka av ca 35 km kan, förlagda i råvattentunneln, kostnadsbedömas till ca 70 Mkr. Denna kostnad förutsätts ersättas den regionala organisationen med en anslutningsavgift.

### Kostnadssammanställning

I tabell nedan har gjorts en sammanställning av de i beräkningsexemplet framräknade vattenpriserna och anslutningsavgifterna för respektive kommun. Som angetts ovan är kostnaderna beräknade för alternativ 4, renvattenalternativ tunnel och årskostnaderna utslagna på 2008 års vattenproduktion. Om de beräknade årskostnaderna istället slås ut på den prognostiserade vattenproduktionen för 2050 reduceras de beräknade vattenpriserna med ca 2,2-2,4 kr/m<sup>3</sup>.

Tabell. Sammanställning av i beräkningsexempel 2 beräknat vattenpris och anslutningsavgift för respektive kommun.  
*Tillhörande Kostnadsfördelningsanalys.*

Kommun	Beräknat vattenpris kr/m <sup>3</sup>	Beräknad anslutningsavgift Mkr
Örebro	7,69	-
Kumla	6,87	-
Hallsberg	6,64	-
Askersund	6,60	70
Nora	9,31	30
Lindesberg	9,38	52
Laxå	6,64	75
Lekeberg	7,23	38

#### 4.6.5.4.5 Jämförelse beräkningsexempel 1 och 2

I tabell nedan har resultaten från beräkningsexempel 1 och 2 ställts samman för att få en jämförelse.

Tabell. Jämförelse mellan beräknade avgifter i beräkningsexempel 1 och 2.  
*Tillhörande Kostnadsfördelningsanalys.*

Kommunen	Beräkningsexempel 1		Beräkningsexempel 2	
	Rörlig avgift Kr/m <sup>3</sup>	Fast avgift Mkr/år	Vattenpris Kr/m <sup>3</sup>	Anslutn.avgift Mkr
Örebro	0,25*	96,1 (7,94 kr/m <sup>3</sup> )	7,69	-
Kumla	0,25*	13,7 (8,06 kr/m <sup>3</sup> )	6,87	-
Hallsberg	0,25*	10,7 (8,92 kr/m <sup>3</sup> )	6,64	-
Askersund	0,25*	6,1 (6,78 kr/m <sup>3</sup> )	6,60	70 (3,62 kr/m <sup>3</sup> )
Nora	0,25*	6,1 (7,62 kr/m <sup>3</sup> )	9,31	30 (1,74 kr/m <sup>3</sup> )
Lindesberg	0,25*	12,2 (7,62 kr/m <sup>3</sup> )	9,38	52 (1,51 kr/m <sup>3</sup> )
Laxå	0,25*	4,6 (9,20 kr/m <sup>3</sup> )	6,64	75 (6,97 kr/m <sup>3</sup> )
Lekeberg	0,25*	3,0 (10,0 kr/m <sup>3</sup> )	7,23	38 (5,89 kr/m <sup>3</sup> )

\* Därtill kommer ca 0,17 kr/m<sup>3</sup> för Askersunds renvattenledning från vattenverket till Askersund.

## Beräkningsexempel. Kostnadsfördelning vid genomförande av alternativ 4, Renvattenalternativ tunnel

### Separata kostnader för respektive kommun

#### Hallsberg

	Investeringskostnad			Årskostnad	
	Hela Mkr	Andel		Hela Mkr	Andel Mkr
		%	Mkr		
Renvattenledningar Vattenverk-avgrening Hallsberg-Laxå, ca 1 km	15	7	1,1	0,7	0,05
Underhållskostnad				0,03	0,003
<b>Summa</b>	<b>15</b>			<b>0,73</b>	<b>0,053</b>

Utslaget på vattenproduktion 2008:  $\frac{0,053}{1,2} = 0,04 \text{ kr/m}^3$

Utslaget på prognostiserad vattenproduktion 2050:  $\frac{0,053}{1,2} = 0,03 \text{ kr/m}^3$

## Beräkningsexempel. Kostnadsfördelning vid genomförande av alternativ 4, Renvattenalternativ tunnel

### Separata kostnader för respektive kommun

#### Laxå

	Investeringskostnad			Årskostnad	
	Hela Mkr	Andel		Hela Mkr	Andel Mkr
		%	Mkr		
Renvattenledningar Vattenverk-avgrening Laxå-Hallsberg, ca 1 km	15	3	0,45	0,7	0,02
Underhållskostnad				0,03	0,001
<b>Summa</b>	<b>15</b>			<b>0,73</b>	<b>0,021</b>

Vattenpris för del i 1 km gemensamma ledningar:  $\frac{0,021}{0,5} = 0,04 \text{ kr/m}^3$

Beräknad anläggningskostnad för de helt separata ledningarna till Laxå 75 Mkr ersätts den regionala organisationen som en anslutningsavgift.

## Beräkningsexempel. Kostnadsfördelning vid genomförande av alternativ 4, Renvattenalternativ tunnel

### Separata kostnader för respektive kommun

#### Kumla

	Investeringskostnad			Årskostnad	
	Hela Mkr	Andel		Hela Mkr	Andel Mkr
		%	Mkr		
Renvattenledningar Vattenverk-avgrening Laxå-Hallsberg, ca 1 km	15	9	1,35	0,7	0,007
Renvattenledningar till avgrening Kumla, ca 5 km	75	10	7,5	3,5	0,35
Underhållskostnad				0,18	0,018
<b>Summa</b>	<b>90</b>			<b>4,38</b>	<b>0,38</b>

Utslaget på 2008 års vattenproduktion :  $\frac{0,38}{1,4} = 0,27 \text{ kr/m}^3$

## Beräkningsexempel. Kostnadsfördelning vid genomförande av alternativ 4, Renvattenalternativ tunnel

### Separata kostnader för respektive kommun

#### Lekeberg

	Investeringskostnad			Årskostnad	
	Hela Mkr	Andel		Hela Mkr	Andel Mkr
		%	Mkr		
Renvattenledningar Vattenverk-avgrening Hallsberg-Laxå, ca 1 km	15	2	0,3	0,7	0,01
Renvattenledningar till avgrening Kumla, ca 5 km	75	2	1,5	3,5	0,07
Renvattenledningar till avgrening Lekeberg, ca 9 km	135	2	2,7	6,3	0,1
Underhållskostnad				0,45	0,01
<b>Summa</b>	<b>225</b>			<b>10,9</b>	<b>0,19</b>

Utslaget på 2008 års vattenproduktion :  $\frac{0,19}{0,3} = 0,63 \text{ kr/m}^3$

## Beräkningsexempel. Kostnadsfördelning vid genomförande av alternativ 4, Renvattenalternativ tunnel

### Separata kostnader för respektive kommun

#### Örebro

	Investeringskostnad			Årskostnad	
	Hela Mkr	Andel		Hela Mkr	Andel Mkr
		%	Mkr		
Renvattenledningar Vattenverk-avgrening Hallsberg-Laxå, ca 1 km	15	66	9,9	0,697	0,46
Renvattenledningar till avgrening Kumla, ca 5 km	75	73	54,7	3,49	2,54
Renvattenledningar till avgrening Lekeberg, ca 9 km	135	82	111	6,28	5,15
Renvattenledningar till avgrening Örebro	120	84	101	5,58	4,69
Underhållskostnad				0,69	0,41
<b>Summa</b>	<b>345</b>			<b>16,7</b>	<b>13,25</b>

Utslaget på 2008 års vattenproduktion :  $\frac{13,25}{12,1} = 1,09 \text{ kr/m}^3$

## Beräkningsexempel. Kostnadsfördelning vid genomförande av alternativ 4, Renvattenalternativ tunnel

### Separata kostnader för respektive kommun

#### Nora

	Investeringskostnad			Årskostnad	
	Hela Mkr	Andel		Hela Mkr	Andel Mkr
		%	Mkr		
Renvattenledningar Vattenverk-avgrening Hallsberg-Laxå, ca 1 km	15	4	0,6	0,69	0,03
Renvattenledningar till avgrening Kumla, ca 5 km	75	5	3,7	3,49	0,17
Renvattenledningar till avgrening Lekeberg, ca 9 km	135	5	6,7	6,28	0,31
Renvattenledningar till avgrening Örebro	120	5	6,0	5,58	0,28
Renvattenledningar till avgrening Nora ca 25 km och 2 st tryckstegringsstationer	87,5	33	28,9	4,1	1,35
Underhållskostnad				0,86	0,03
<b>Summa</b>	<b>432,5</b>				<b>2,17</b>

Utslaget på 2008 års vattenproduktion :  $\frac{2,17}{0,8} = 2,71 \text{ kr/m}^3$



## Beräkningsexempel. Kostnadsfördelning vid genomförande av alternativ 4, Renvattenalternativ tunnel

### Separata kostnader för respektive kommun

#### Lindesberg

	Investeringskostnad			Årskostnad	
	Hela Mkr	Andel		Hela Mkr	Andel Mkr
		%	Mkr		
Renvattenledningar Vattenverk-avgrening Hallsberg-Laxå, ca 1 km	15	9	1,35	0,69	0,06
Renvattenledningar till avgrening Kumla, ca 5 km	75	10	0,75	3,49	0,35
Renvattenledningar till avgrening Lekeberg, ca 9 km	135	11	14,8	6,28	0,69
Renvattenledningar till avgrening Örebro	120	11	13,2	5,58	0,61
Renvattenledningar till avgrening Lindesberg ca 25 km och 2 st tryckstegringsstationer	87,5	67	58,6	4,1	2,75
Underhållskostnad				0,865	0,07
<b>Summa</b>	<b>432,5</b>				<b>4,53</b>

Utslaget på 2008 års vattenproduktion :  $\frac{4,53}{1,63} = 2,78 \text{ kr/m}^3$

## 4.7 Drift- och ägandeform

Det är, som framgår ovan, stora utmaningar kostnadsmässigt att genomföra projektet. Vid ett beslut om att gå vidare med projektet måste också ställning tas till hur den organisation skall se ut, som skall svara för genomförandet och driften av anläggningen. En samverkan i någon form mellan de deltagande kommunerna blir nödvändig. Många av de samverkansorganisationer för vatten och avlopp, som finns i Sverige har bildats i samband med att stora investeringar måste göras i VA-anläggningar, som är gemensamma för flera kommuner.

Exempel på en sådan organisation är Skaraborgsvatten, ett kommunalförbund, som bildades 1955 för produktion och leverans av vatten från Vättern till kommunerna Skara, Falköping och Skövde. Förbundet äger samt sköter produktion och drift av vattenförsörjningsanläggningarna fram till respektive kommuns anslutningspunkt.

Ett annat exempel är Gryaab, Göteborgsregionens Ryaverksaktiebolag som bildades 1972 och idag ägs av 7 kommuner. Bolaget bildades för att avleda och rena avloppsvattnet från medlemskommunerna. Det äger tunnlar och ledningar från respektive kommuns anslutningspunkt till det regionala avloppsreningsverket. Det svarar också för investeringar, drift och underhåll av anläggningarna.

Andra exempel på regional samverkan är:

- Norrvatten bildat 1926, ett kommunalförbund för vattenförsörjning av Stockholms norra förortskommuner, numera med 14 ägarkommuner.
- Sydvatten bildat 1966, ett aktiebolag för produktion och leverans av dricksvatten med sjön Bolmen som vattentäkt. Dricksvatten levereras till ägarna som utgöres av 15 kommuner i Skåne.
- VA-Syd, Ett kommunalförbund för Malmö och Lund, som bildades första januari 2008 med syftet att kunna möta framtidsfrågorna i en allt mer komplex bransch.
- BKT, Bergslagens kommunal teknik, ett kommunalförbund med Hälsjöfors, Lindsberg, Ljusnarsberg och Nora kommuner, startat 2003 med samarbete om VA, lokalvård, park-idrott, gator och vägar samt avfall och deponi.

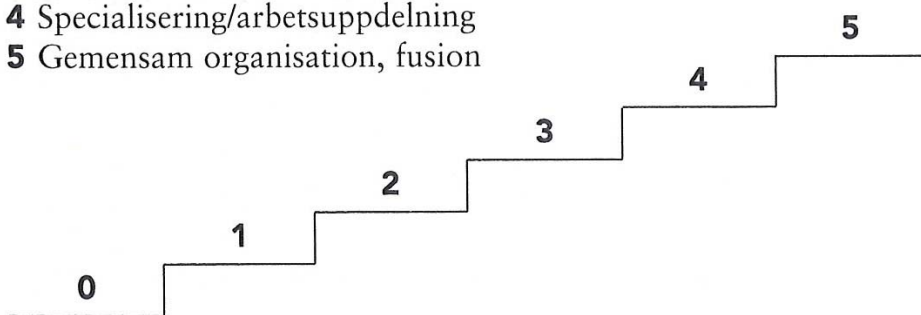
Motiven för samverkan varierar från situation till situation. Förutom ideologiska motiv kan det handla om hur parterna värderar betydelsen av olika samverkans effekter och hur organisationen skall se ut för att åstadkomma det man vill. Följande samverkans effekter brukar framhållas:

- Förbättrad möjlighet till kapitalförsörjning och finansiell styrka
- Förbättrade operativa förutsättningar
- Ökade förutsättningar till god kompetensförsörjning
- Bättre möjligheter till teknisk utveckling
- Tydligare ansvarsfördelning
- Bättre möjlighet att möta ökade kundkrav

De flesta kommuner är positiva till samverkan, men har först på senare år börjat kliva upp för samverkanstrappan.

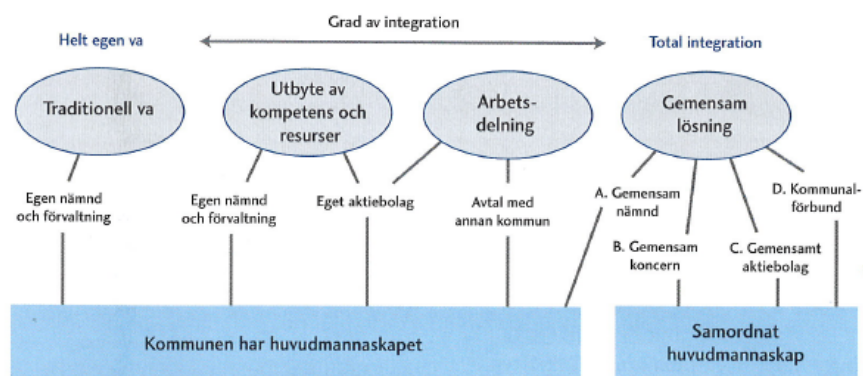
*De olika stegen i trappan betyder:*

- 0** Ingen samverkan
- 1** Erfarenhetsutbyte
- 2** Utbyte av resurser
- 3** Gemensam upphandling
- 4** Specialisering/arbetsuppdelning
- 5** Gemensam organisation, fusion



Figur 34. Anders Lingsten, Svenskt Vatten 6 2004.

Den traditionella VA-verksamheten i kommunerna bedrivs fortfarande i många kommuner med egen nämnd och förvaltning, ibland integrerad med annan verksamhet t ex avfallshantering och gator/vägar. Ett samarbete kan ske med andra kommuner genom utbyte av kompetens och resurser eller arbetsdelning genom avtal med annan kommun. Kommunen har fortfarande huvudmannaskap för VA-anläggningen.



Figur 35. Från VA-Forskrapport Va i samverkan, SKL 2005

En mer integrerad form av samverkan mellan flera kommuner erhålles med samordnat huvudmannskap, vilket kan ske på i princip fyra sätt:

- A. Med gemensam nämnd
- B. Med gemensam koncern
- C. Med gemensamt aktiebolag
- D. Med kommunalförbund

En gemensam nämnd kan omfatta samarbete kring alla de drivkrafter som nämns ovan, men potentialen i samverkansformen är beroende av hur avtalen utformas eller hur stora åtaganden medlemskommunerna är beredda att göra.

Ett exempel på denna form av samverkan är Åstorp och Helsingborg som samverkat sedan 1996, då det första avtalet skrevs. Samverkan blev fastare 2003 då en gemensam nämnd bildades. För den gemensamma nämnden utarbetades ett reglemente. Båda kommunerna hade var också medlemmar i NOSAM (Nordvästra Skånes kommuner is samverkan) med tio kommuner i samverkan. 2009 bildades NSVA, Nordvästra Skånes Vatten och Avlopp AB med där förutom Åstorp och Helsingborg även Båstad, Svalöv och Landskrona ingår. VA-bolaget drivs genom en modell där kommunerna kvarstår som huvudmän och ägare av anläggningarna, medan bolaget har ett förvaltnings-, drift- och utvecklingsansvar. Kvar i respektive kommun är en beställare t ex teknisk chef eller motsvarande.

Styrkan med ett gemensamt bolag är att det möjliggör att uppnå alla samverkans effekterna: Förbättrad möjlighet till kapitalförsörjning och finansiell styrka, förbättrade operativa förutsättningar, ökade förutsättningar till god kompetensförsörjning, bättre möjligheter till teknisk utveckling, tydligare ansvarsfördelning och bättre möjlighet att möta ökade kundkrav.

Genom att en verksamhet överföres till ett gemensamt aktiebolag hävdar vissa att den enskilda kommunens möjlighet till inflytande begränsas. Det kan motverkas genom utformning av tydliga ägardirektiv och uppföljning av verksamheten. I aktiebolag är det möjligt att utse styrelseledamöter som inte är förtroendevalda utan valda på grund av expertkompetens. Detta är inte möjligt i gemensam nämnd eller Kommunalförbund.

Exempel på samverkan där samarbetet sker i bolagsform är Roslagsvatten AB, bildat 1989 och som idag ägs av sex kommuner, Österåker, Danderyd, Täby, Vaxholm, Knivsta och Vallentuna. Organisationsformen är en koncern med bolag för respektive kommun, som tillsammans äger ett driftbolag. Erfarenheterna från detta koncept är i huvudsak positiva med de operativa fördelarna som tydligast. Resursutnyttjandet har blivit effektivare med gemensamma verksamheter för alla kommuner. Stordriftsfördelar har uppstått genom samverkan. Det har också uppstått samverkans effekter vad gäller management och kompetens. Konceptet med moderbolag och kommunspecifika dotterbolag ger inflytande och beslut på kommunnivå i en koncern med gemensam kompetens.

Ett kommunalförbund är en offentligrättslig juridisk person som har egen rättskapacitet och är fristående i förhållande till sina medlemskommuner. Kommunallagen har regler om kommunalförbund. Förbundet har självbestämmanderätt inom ramen för förbundsordningen, kommunallagen och annan lagstiftning som kan gälla för verksamheten.

Kommunalförbundet kan antingen organiseras med fullmäktige eller med en förbundsledning, som är både beslutande församling och styrelse.

I ett kommunalförbund kan man i princip få de samverkansfördelar som nämnts för aktiebolag. Förbundsformen kan ibland upplevas som byråkratisk, trögrörlig och svårmanövrerad, men i ett demokratiskt perspektiv behöver detta inte vara någon nackdel. Exempel på denna samverkansform är BKT. Bergslagens Kommunalkoncern som startade sin verksamhet 2003 och omfattar Hällefors, Lindesberg, Ljusnarsberg och Nora kommuner. Som politisk ledning har valts lösningen med en ledning, som består av nio representanter från de fyra kommunerna. Samverkan omfattar hela det kommunalkoncernområdet.

Om beslut fattas att gå vidare med projektet med regional vattenförsörjning från Vättern behöver någon av ovan diskuterade samverkansorganisationer komma till stånd. För genomförande av projektet måste organisationen i första hand avse den regional vattenförsörjningen från intaget, intagsledningar, eventuellt centralt vattenverk, reservoarer och överföringsledningar fram till respektive kommuns anslutningspunkt. I andra hand kan naturligtvis frågan också uppkomma om inte samverkan skall avse hela VA-verksamheten inom berörda kommuner med BKT som undantag.



## 4.8 Genomförandetid

Ett genomförande av ett så stort projekt är tidskrävande innefattande beslutsfattande, vidare planering, tillståndsansökningar, markförhandlingar för ledningsrätt och marklösen, upprättande av miljökonsekvensbedömningar, behandling i miljödomstol, detaljprojektering, upphandling, byggande och driftsättning. En minsta genomförandetid om 10 år bedöms som erforderlig, vilket framgår av bifogade skiss till genomförandetid för alternativ 1, Renvattenalternativ med ledningar, se bilaga 28.

För råvattenalternativet med ledningar, då inget vattenverk skall byggas, kan tiden kortas något. För tunnelalternativen bedömes genomförandetiden öka med ca 2 år.

Ledningsbyggandet indelas lämpligen i etapper med separata entreprenader, som kan pågå parallellt. I renvattenalternativen kan utbyggnaden av vattenverket bedrivas som en separat entreprenad och pågå parallellt med övrig utbyggnad.





## 4.9 Exempel på ledningsstråk

### 4.9.1 Fördjupad stråkkartering

I kapitel 4.5.2 visas på tänkbara korridorer för placering av jordförlagda överföringsledningar för vattnen från Vättern fram till de berörda kommunernas mottagningspunkter. Avsikten med den i detta avsnitt fördjupade stråkkarteringen har varit att framta ett exempel på sträckning inom huvudsakligen den västra av de i nord-sydlig riktning löpande huvudkorridorerna enligt kapitel 4.5.2 samt studera resp. sträckningen i avseende på besvärliga passager, erf. systeminnehåll etc. I utredningen har även det östra alternativet studerats som löper från den tänkta tunnelmynningen vid Hallsberg och norrut.

### 4.9.2 Ledningsstråk i plan

Utredningen har innefattat principiell utformning och studie av tre exempel på ledningssträckningar enligt följande:

1. Sträckan Harge-Örebro, mellan ett vattenintag vid Harge och mottagningsstation för Örebro belägen 2 km väster om Skråmsta vattenverk. Sträckningen framgår av bilaga 2a-2d i den till detta kapitel knutna avdelningen i rapportkompendie 2.
2. Sträckan Håkamo-Örebro, mellan en tunnelmynning vid Håkamoberget, ca 5 km SO om Hallsberg och nämnda mottagningsstation för Örebro. Sträckningen framgår av bilaga 3a-3b.
3. Sträckan Örebro-Järle, mellan mottagningsstationen för Örebro (till lika tryckstegringsstation) och en nordlig mottagningsstation för Nora/Lindesberg placerad strax norr om Järle. Sträckningen framgår av bilaga 4a-4b.

Placeringen av nämnda planbilagor framgår översiktligt av bilaga 1 i den till detta kapitel knutna avdelningen i rapportkompendie 2.

Vid lokaliseringen av sträckningarna har, så långt som förutsättningarna varit kända, hänsyn tagits till följande:

- Topografi
- Rådande markanvändning
- Fysiska hinder
- Administrativa hinder (planlagda områden, reservat etc.)
- Geologi
- Förväntade svårigheter och risker ur tekniskt/ekonomiskt perspektiv

Utredningen har utgått från bl.a. allmänna topografiska kartverk, tillgängliga kommunala Översiktsplaner och SGUs jordartskartor. Från dessa underlag har sedan ett antal lämpliga ledningsstråk lagts upp. Stråk har valts ut och justerats vid översiktliga okulära studier i fält.

Utredningen har inte innefattat bedömning av ytornas juridiska tillgänglighet, ekonomiskt intrång od.

### 4.9.3 Ledningsprofiler

Profiler längs de valda ledningssträckningarna har upprättats med utgångspunkt från nivåkurvor i tillgängliga kartverk. Sträckan Harge-Örebro framgår av bilaga 2e-2h, sträckan Håkamo-Örebro av bilaga 3c-3d och sträckan Örebro-Järle av bilaga 4c-4d.

Kommunernas primärkartor har införskaffats, i den mån som dessa innefattat nivåkurvor med bättre ekvidistans än 5 m. Underlagen framgår av bilaga 1 samt tabellen i profilbilagorna där använd ekvidistans för profilernas upprättande angivits.

#### 4.9.3.1 Ledningskomponenter

Ledningarnas kompletterande tekniska komponenter (ledningskompletteringar) har placerats ut i avseende på teknisk funktion, grundförhållanden och tillgänglighet ur drifhänseende. Exempelvis har stationerna om möjligt lokaliserats med närhet till bef. vägar som sköts av det allmänna eller förmodat fungerande vägföreningar. Följande kompletterande anläggningar förekommer:

##### **Luftare:**

Högpunkter förses med dels automatiska luftare som avför ansamlad luft, dels manuella luftningsventiler för användning i samband med ledningarnas tömning vid underhåll/repairation. Anordningen placeras i separat brunn för varje ledning.

##### **Tömningsventiler:**

Lågpunkterna förses med anslutning och ventil som möjliggör tömning av ledning vid underhåll/repairation. Anordningen placeras i separat brunn för varje ledning.

**Ventilstationer:**

Ventilstationer har utplacerats med ett inbördes avstånd av ca 5 km längs ledningssträckningarna. Stationerna möjliggör sektionering så att den ena av de dubbla ledningarna kan stängas och tömmas för underhåll/reparation på en delsträcka. Nämnad funktion och den principiella utformningen är beskriven i kapitel 4.5.3. Dessa stationer innefattar därtill luftnings- och/eller tömningsanordningar avpassat efter hur ledningsprofilen ser ut på sträckan där aktuell station placerats. Stationerna förses dessutom med ingångar för ledningarnas rengöring.

**Anslutningsstationer:**

Dessa stationer är utplacerade för att passa till de exempel på ledningssträckningar som utsetts för anslutning till respektive orters mottagningsstation. Förutom anordningarna för anslutning och vattenuttag från huvudledningen, så bestyckas anslutningsstationerna med utrustning likartad med ventilstationerna, se ovan.

**4.9.3.2 Konflikter**

Kända konflikter i de studerade exemplen på ledningsträckningar är införda i tabellerna på respektive profilbilaga. Fysiska hinder är endast redovisade i den mån de är lokala och i sig ansetts utgöra en betydande kostnad eller risk vid anläggningens utförande i jämförelse med genomsnittet för kringliggande sträckor.

Åkermark är i allmänhet försedd med dräneringar som kan medföra avsevärda fördyringar. Denna kostnad kan jämföras med kostnaden för erf. underhållsvägar där sträckningarna löper genom skogsområden. Sådana långsträckta fördyrande förhållanden är således inte redovisade men kan översiktligt bedömas med utgångspunkt från annat tabellinnehåll.

Väggkorsningar är redovisade som fysiska hinder, såvida vägarna inte bedömts som obetydliga. För bedömning av dessa hinder har vägarna särskilts i avseende på beläggning, bredd och trafikbelastning (antal fordon per dygn, f/d).

Diken och vattendrag är endast angivna i de fall de kunnat ses som betydande kostnadspåverkande hinder. Grunda diken och små vattendrag är således inte redovisade.

#### 4.9.3.3 Svårighetsbedömning

Profiltabellerna innehåller en rad benämnd ”svårighetsklass”. Här har en värdering gjorts kopplad till relativ kostnad och risk i en tregradig skala enligt följande:

1. Enkla till normalsvåra förhållanden.
2. Förhöjda risker och kostnader (gul markering).
3. Särskilt svåra förhållanden eller krav på kostsamma anläggningar (röd markering).

#### 4.9.4 Intag/vattenverk vid Harge

I bilaga 2i visas ett exempel på hur vattenintaget vid Vättern, med två intagsledningar och pumpstation, samt anslutande vattenverksområde vid Harge skulle kunna utformas. Det ska betonas att detta endast är ett exempel som start för framtida studier. Observera att med anledning av planerat naturreservat är intagets läge ändrat i jämförelse med det som visas principiellt i kapitel 4.3.2. Intagsstationen och det tänkta vattenverksområdet har nu givits ett östligare läge.

#### 4.9.5 Tunnelmynning/vattenverk vid Hallsberg

I bilaga 3e visas ett exempel på hur tunnelnedfart, anslutande ledningar och vattenverksområdet vid den tänkta tunnelmynningen vid Håkamo (Hallsberg) skulle kunna utformas. Det ska betonas att detta endast är ett exempel som start för framtida studier.

#### 4.9.6 Kostnadsavstämning

Sammantaget har studien inte gett skäl till att revidera den kostnadsbedömning som gjorts tidigare i utredningen.

## 4.10 Tunnel - Fördjupad inventering och bedömning

### 4.10.1 Orientering

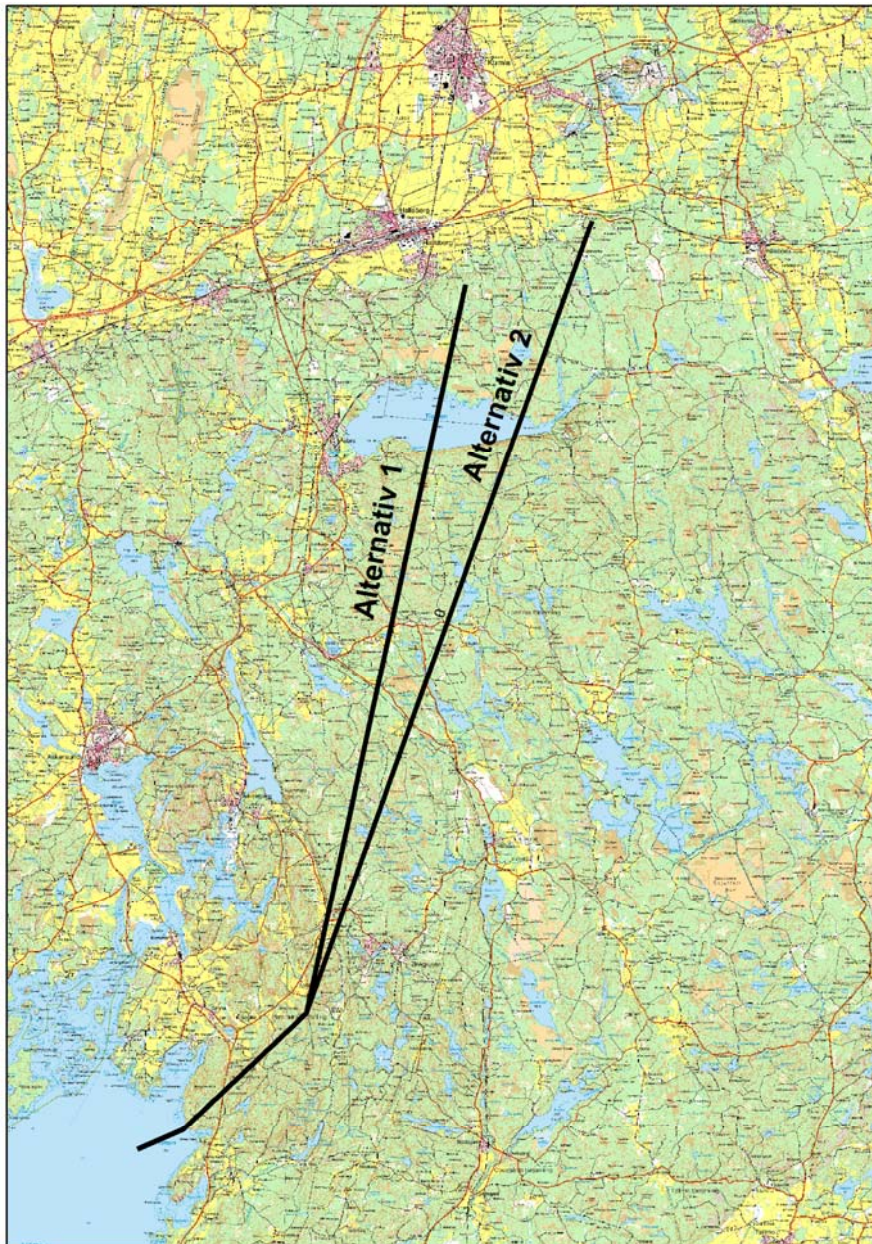
Bergab-Berggeologiska Undersökningar AB har som underkonsult till Norconsult AB genomfört en fördjupad genomgång av olika typer av dokumentation av bergförhållanden längs de två, i förstudien föreslagna, tunnelsträckningarna. Utgående från en sammanställning och värdering av förhållandena har en bedömning gjorts av behovet av kompletterande studier och undersökningar.

### 4.10.2 Förutsättningar

De i förstudien föreslagna tunnelsträckningarna har utgått från lämpliga intagspunkter i Vättern respektive ett lämpligt läge för ett vattenverk söder om Hallsbergs tätort. Vid Bergabs genomgång av geologisk information har fokus legat på förhållandena kring de båda sträckningarna. Dessa visas i figur 1. Ingen granskning eller värdering av sträckningsvalen har gjorts och inte heller några studier av andra lämpliga linjer.

Genomförd utredning är en skrivbordsprodukt. Inget fältbesök har gjorts för att kontrollera de tolkningar som beskrivs i denna rapport.





Bergab Figur 1. Sträckningar för de två tunnelalternativ som föreslagits av Norconsult (2010).

### 4.10.3 Underlag

Följande underlag har inventerats och studerats inom ramen för uppdraget:

#### 4.10.3.1 Kartmaterial och databaser

- Berggrundsgeologiska och strukturgeologiska kartor (SGU Af 164 och Af 165) inklusive rapporter.
- Berggrundsgeologiska databaser (SGU).
- Strukturgeologiska databaser (SGU).
- Höjddata ekvidistans 10 m (Länsstyrelsen i Örebro Län).
- Bergsstatens databas över undersöknings- och bearbetningskoncessioner (uppdaterad 2011-04-01).
- Databas över dokumenterade mineraliseringar (SGU).
- Karta över grundvattnet i Örebro län (SGU Ah 20).
- Brunnsarkivet (SGU).
- Bergobservationer (databas Länsstyrelsen).
- Riksintressanta fyndigheter av ämnen och material (SGU).

Övrigt tillgängligt underlag som kan komma att bli aktuellt att ta fram för fortsatt fördjupning är:

- Höjddata 2 meter upplösning med höjdprecision 0,5 meter.
- VLF-data (SGUs flygmätning).
- Radiometrisk VLF (SGU/LKAB).

#### 4.10.3.2 Tidigare utredningar och erfarenheter

Generellt finns det inom utredningsområdet mycket begränsad erfarenhet av bergbyggande och få bergundersökningar har utförts. Undantaget är området kring Zinkgruvan (se nedan).



Banverket Östra Banregionen (numera Trafikverket) har genomfört en järnvägsutredning för sträckan Hallberg-Degerön. Inom utredningen har förutsättningarna för en bergtunnel norr om Åsbro utretts. Tunnelns längd varierar mellan 470 m och 3820 m i de olika sträckningsalternativen. I *PM Geoteknik, Bergteknik, Hydrogeologi* (Reblin m fl 2006) beskrivs översiktligt förväntade geologiska/bergtekniska förhållanden för tunneln. Utredningens slutsats är att inget av de studerade alternativen förväntas innebära några stora problem vid byggandet av respektive tunnel. Förhöjda bergförstärknings- och tätningsåtgärder förväntas erfordras i samband med passage av ett begränsat antal sprickzoner. Byggbarheten förväntas allmänt vara god. De refraktionsseismiska mätningar som utförts inom ramen för järnvägsutredningen visar på förekomst av sprickzoner med vanligen ca 5 m bredd i anslutning till de topografiskt indikerade lineamenten i terrängen. Det skall dock noteras att utredningen ej berör de förkastningar och större lineament som finns på SGU:s kartor.

Vid Zinkgruvan har gruvverksamhet bedrivits under mycket lång tid och en stor mängd erfarenhet finns från såväl prospekteringsborrning som ort- och schaktdrivning. Generellt är de bergtekniska erfarenheterna mycket goda. Inga större problem har noterats i någon av bergarterna, men några observationer är värda att notera (Malmström, pers. komm.).

- Vid brytning parallellt med och i liten vinkel mot den inre strukturen i metasediment/metavulkaniter uppstår ibland skiviga bergutfall.
- I kontakterna mellan diabasgångar och omgivande bergarter är berget mer uppsprucket än i övrigt, och bildar en ”tegelstensliknande” blockighet.
- Zinkgruvan Mining har drivit orter genom en av de på SGU:s kartor (se avsnitt 4.10.6.2 - Deformationszoner) markerade större förkastningar med nord-sydlig orientering utan några bergtekniska svårigheter. Den aktuella deformationszonen var ca 75 m bred, men de ingående sprickorna visade sig till övervägande delen vara läkta.
- Gruvan är att beteckna som torr mot djupet. I orter på ytligare nivåer kan man notera inläckande grundvatten, framförallt under perioder med riklig nederbörd.
- Vittrat berg och lerfyllda sprickor har noterats lokalt vid borrningar, men i mycket liten omfattning.

#### 4.10.4 Motstående intressen

Ett flertal motstående intressen till byggandet av en bergtunnel finns, exempelvis förekomst av malmer och mineraliseringar samt andra bergartsresurser.

En bergtunnel kommer även att ge upphov till påverkan på grundvattennivåer och grundvattenflöden, pga den bortledning av inläckande grundvatten som kommer att ske under både bygg- och driftskede för tunneln. Detta kan innebära skador på grundvattentäkter, energibrunnar, grundvattenberoende växtlighet samt eventuellt även uppkomst av konsolideringssättningar i mark.

I denna studie berörs enbart de motstående intressen som finns genom förekomst av malmer och mineraliseringar. För att kunna bedöma risk för skadlig påverkan orsakad av grundvattennivåsänkning krävs en inventering av potentiella skadeobjekt.

##### 4.10.4.1 Malmer och mineraliseringar

En malm är definitionsmässigt en förekomst av metalliska mineral som kan brytas med ekonomisk vinning. Om halterna av den aktuella metallen är för låga för att vara ekonomiskt lönsamma, benämns förekomsten för en mineralisering.

De största förekomsterna av aktuella malmineral finns i den södra delen av området kring Zinkgruvan. I dagsläget bryts här framförallt zink och bly ner till mer än 1000 m djup. Även inom andra delområden längs studerade tunnelsträckningar finns emellertid mineraliseringar med förutom zink och bly även järn, koppar, kobolt och silver. Järnmalm har historiskt brutits i ett större antal små gruvor.

#### 4.10.4.2 Undersökningstillstånd och bearbetningskoncessioner

I den södra delen av området som berörs av studerade tunnelsträckningar finns ett antal gällande tillstånd och koncessioner. I faktarutan nedan beskrivs kortfattat skillnaden mellan olika typer av juridiskt skydd för mineralresurser.

##### **Faktaruta (SGU)**

###### ***Undersökningstillstånd***

*Endast skydd mot prospektering av andra än tillståndshavaren. Inget skydd mot annan markanvändning. Ett undersökningstillstånd ger tillträde till marken inom tillståndsområdet och företrädesrätt till bearbetningskoncession. Ett undersökningstillstånd gäller i tre år. Därefter kan giltighetstiden förlängas om särskilda villkor är uppfyllda. Maximal giltighetstid för ett undersökningstillstånd är 15 år.*

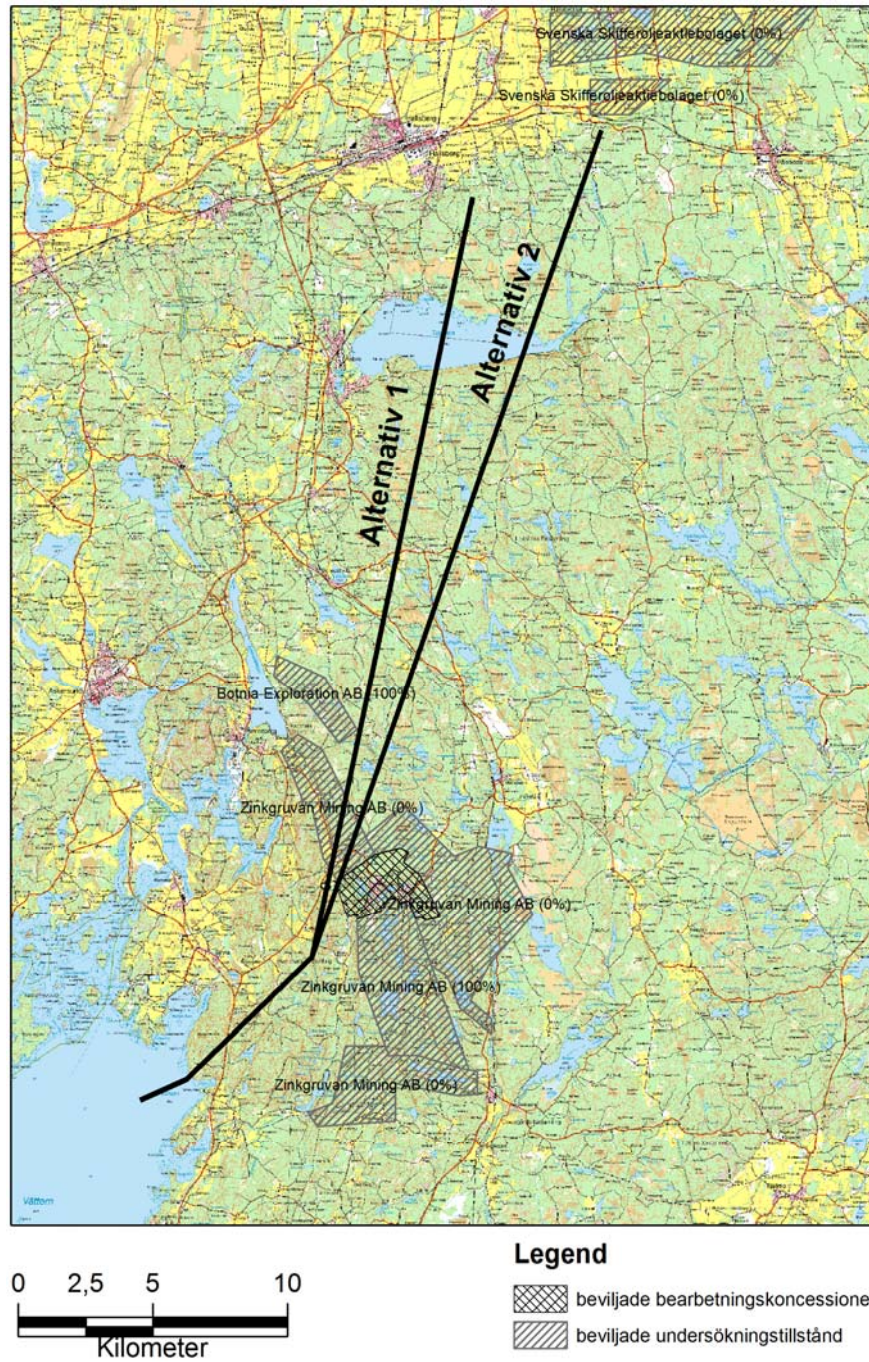
###### ***Bearbetningskoncession***

*En bearbetningskoncession ger innehavaren rätten att förfoga över en påvisad utvinningsbar mineralfyndighet. Rätten gäller i 25 år och kan förlängas. Kan ibland vara klassat som riksintresse för att ytterligare skydda området till förmån för mineralutvinning.*

###### ***Markförvärv genom markanvisning***

*Bergmästaren utför förrättning för markanvisning vilken reglerar ersättningar mm till berörda markägare, nästan alltid på grundval av att avtal ingåtts mellan företaget och markägarna samt de andra rättighetshavare som kan beröras. Markanvisning ger nyttjanderätt till marken. Projekt inom området villkoras av ägaren till markanvisningen.*

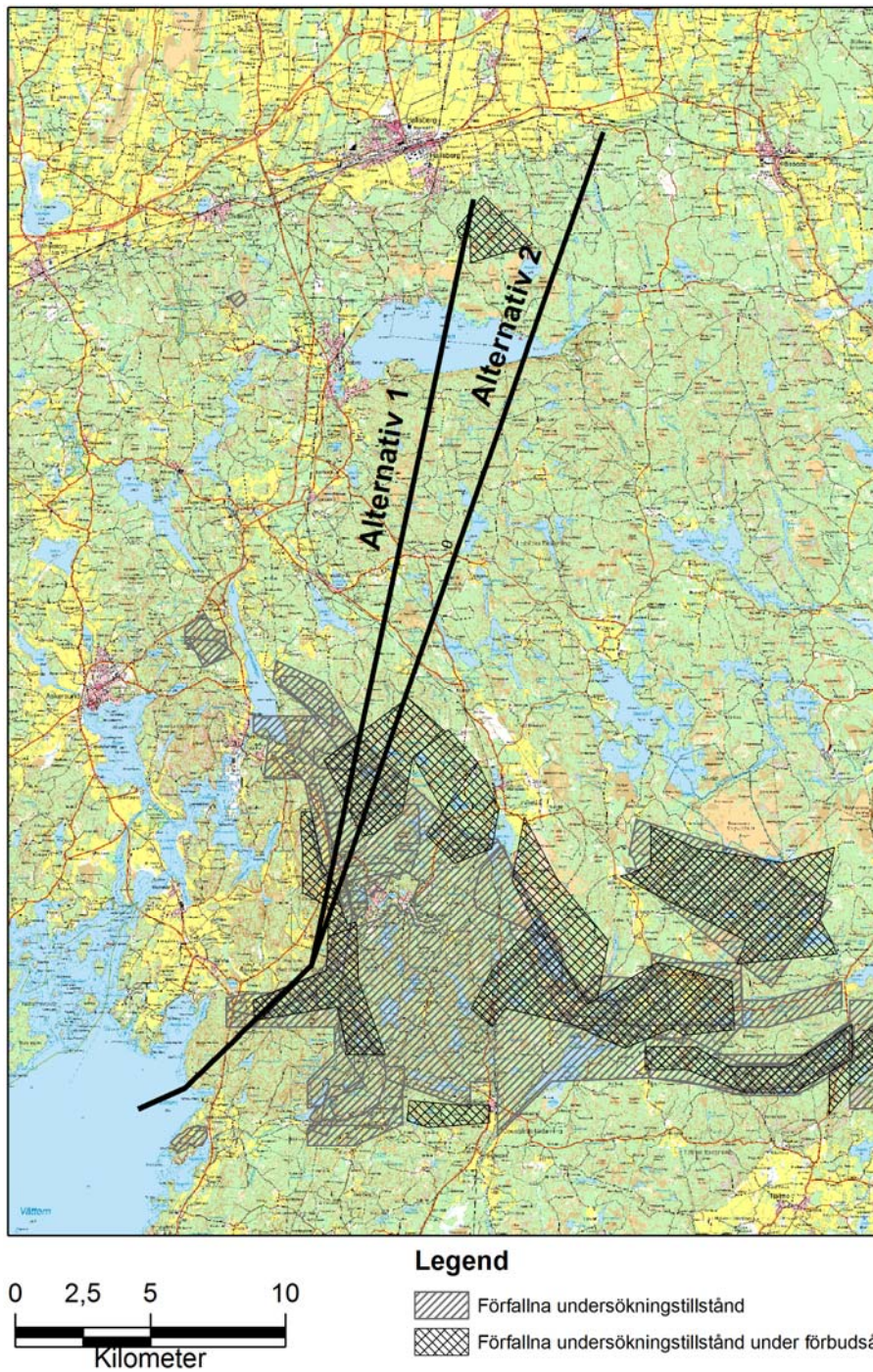
I figur 2 visas omfattningen av gällande undersökningstillstånd och bearbetningskoncessioner i området. Som framgår finns, förutom Zinkgruvan Mining AB:s gällande tillstånd, ett undersökningstillstånd för Botnia Exploration AB.



Bergab Figur 2: Redovisning av gällande koncessioner. Området rasterat med korsade linjer visar utbredningen av Zinkgruvan Mining AB:s nuvarande verksamhet.



I området längs studerade tunnelsträckningar finns även ett antal områden med utgångna undersökningstillstånd (se figur 3).



Bergab Figur 3. Förfallna undersökningstillstånd vilka utgör intresseområden för prospektering.

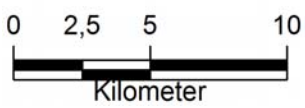
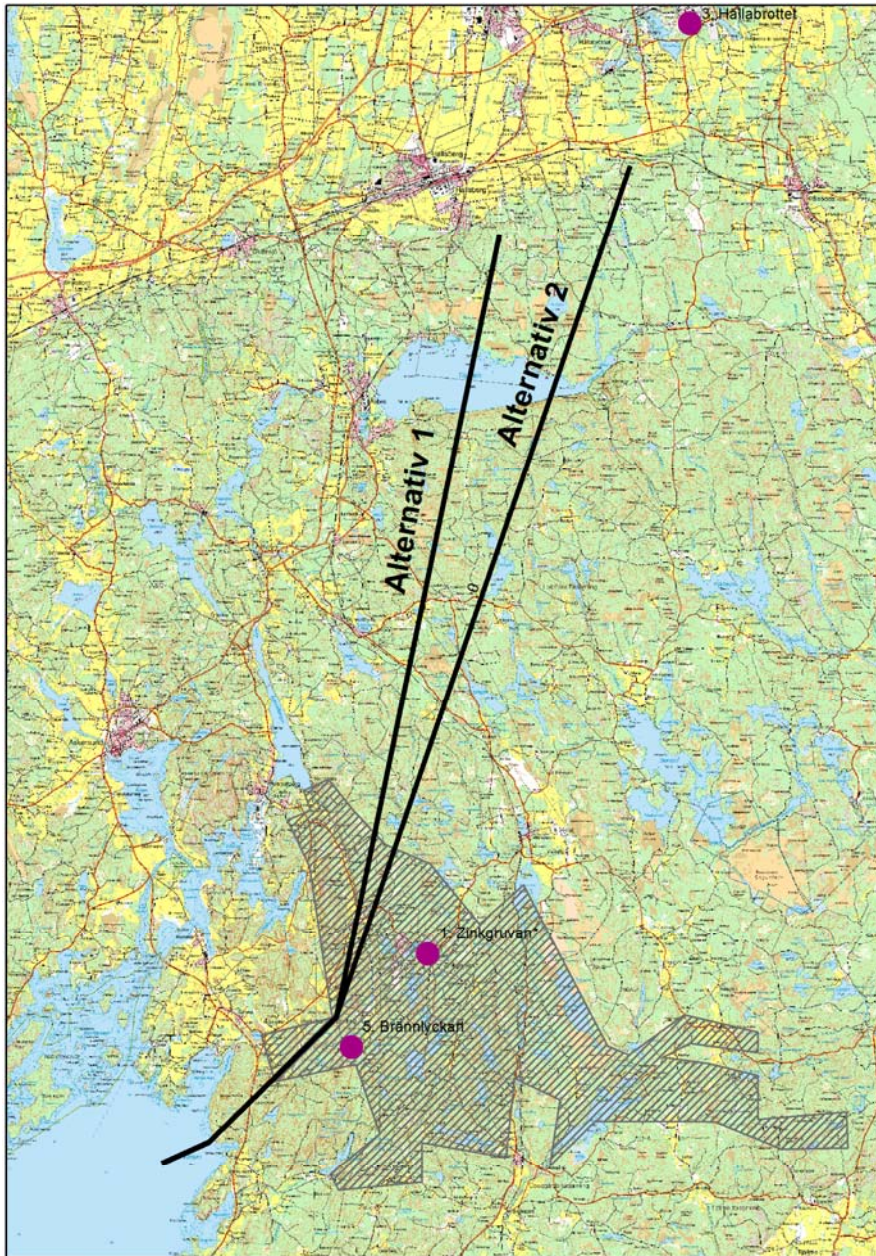
#### 4.10.4.3 Riksintressanta fyndigheter av ämnen och material

Av miljöbalkens tredje kapitel 7§ andra stycket framgår att områden som innehåller fyndigheter av ämnen eller material som är av riksintresse skall skyddas mot åtgärder som påtagligt kan försvåra utvinningen av dessa.

Det som avses i lagrummet är främst fyndigheter av sådana ämnen eller material som är eller bedöms kunna bli av stor betydelse, bland annat för landets försörjningsberedskap. Inom sådana områden får kommunerna och de statliga myndigheterna inte planera för eller lämna tillstånd till verksamheter som kan förhindra eller påtagligt försvåra ett utnyttjande av resurserna.

Tunnelsträckningen går genom riksintresset för Zinkgruvan (zinkblände, blyglans och silver) samt i närheten av riksintresset Brännlyckan (marmor av kolmårdstyp). Det senare ligger inom zinkgruvans riksintresse vars utbredning visas i figur 4.





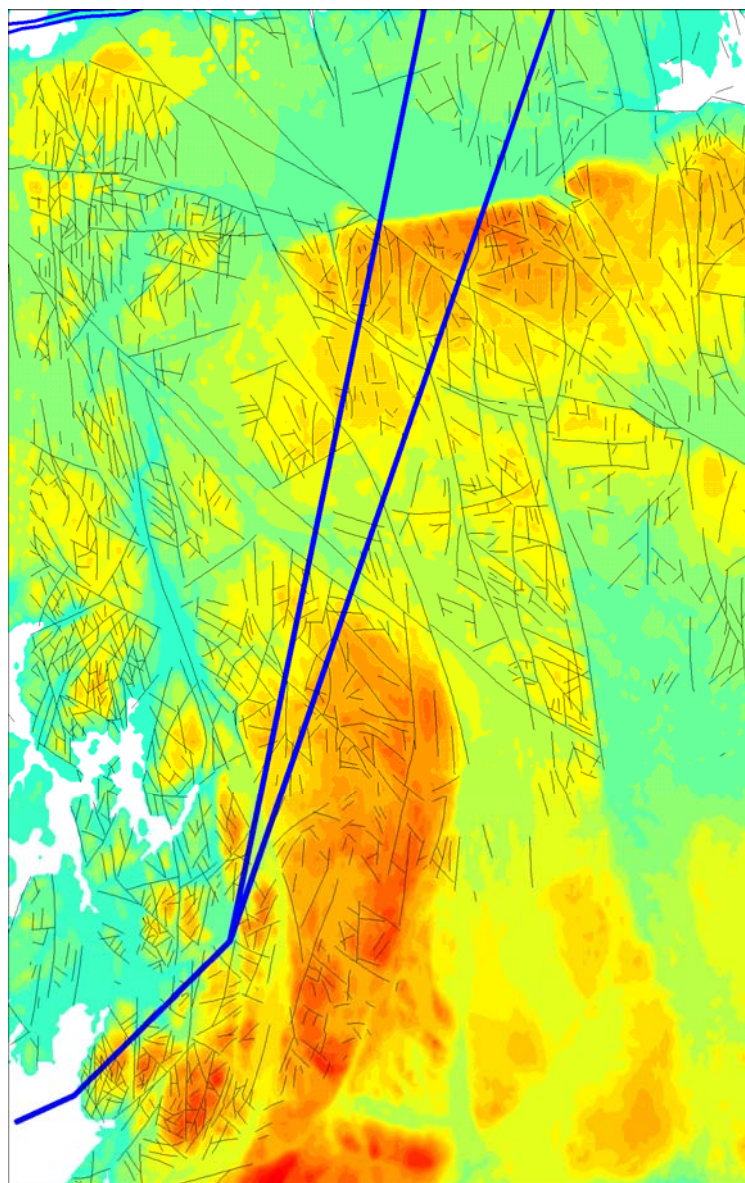
**Legend**

- Riksintessen ö
  - Riksintesse zir
- Riksintressanta fyndigheter inom Örebro Län
- Riksintesse Zinkgruvan**

Bergab Figur 4. Riksintressanta fyndigheter av ämnen och material.

#### 4.10.5 Topografiska förhållanden

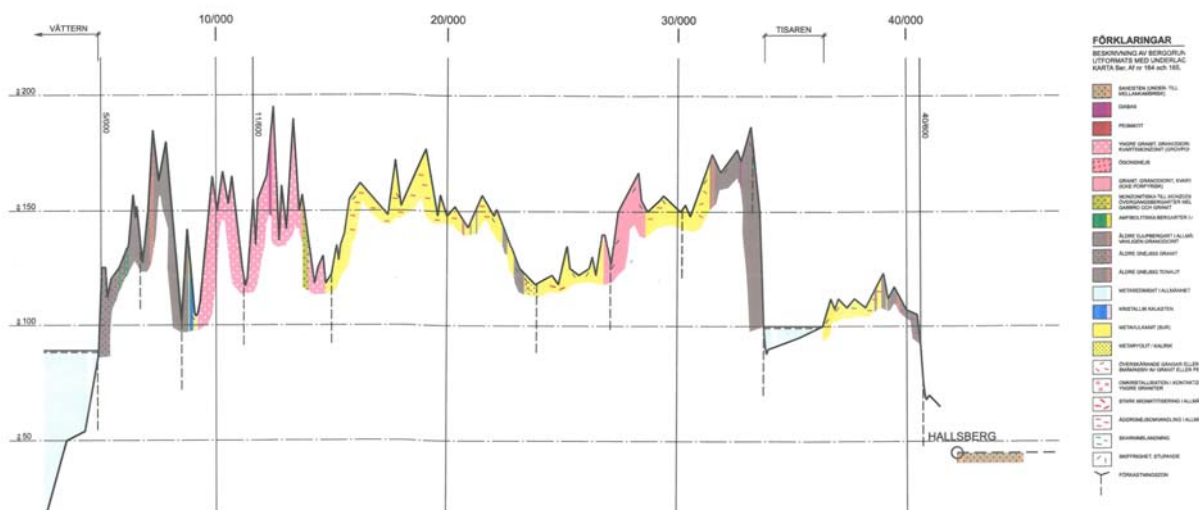
Vätterns normalvattennivå ligger på +88,5. Längs studerade tunnelsträckningar varierar marknivåerna mellan ca +100 och +190 m. I figur 5 framgår i stort omfattningen av högre respektive lägre belägna områden kring tunnelinjerna. I figuren har även redovisats av SGU tolkade spröda deformationszoner. Vi kan se hur de större zonerna i huvudsak sammanfaller med dalstråk i terrängen. Omfattning av deformationszoner beskrivs vidare i avsnitt 4.10.6.2.2.



Bergab Figur 5. Karta som visar områdets topografi samt ett urval av SGU tolkade deformationszoner. Modellen baseras på topografiska data från Länsstyrelsen i Örebro Län, höjdkurvor med ekvidians 10 meter).



I figur 6 visas en förenklad bild av topografin längs en av de studerade tunnelsträckningarna. Av bilden framgår att de högsta marknivåerna längs sträckan ligger på ca +190. Sjön Tisaren som passerar av båda sträckningarna har sin vattenyta på +100. Sannolikt kommer passagen av Tisaren att vara styrande för val av djupförläggningen av tunneln.



Bergab Figur 6. Förenklad profil av markytan längs en av tunnelsträckningarna. De olika bergarter som passerar visas schematiskt. Ingen hänsyn till mäktighet hos överliggande jordlager har tagits (figur framtagen av Norconsult AB).

## 4.10.6 Geologiska förhållanden

### 4.10.6.1 Allmänt

Av jordartskartan över området framgår att blottningsgraden är hög, dvs att jordtäckte saknas eller är mycket tunt inom stora delar. Detta gäller i synnerhet över högsta kustlinjen (HK) som i aktuellt område ligger på ca +130 m. Jordarterna har bildats i samband med avsmältningen av den senaste inlandsisen, s.k. glaciala jordarter, och under tiden därefter, s.k. postglaciala jordarter. Förutom morän, vilken avlagrats direkt av inlandsisen framgår av kartan en större isälvsavlagring, benämnd Karlslundsåsen, med sträckning i riktning NNV-SSO från Motala i söder, via området direkt väster om Tisaren till Lindesberg i norr. Dessutom förekommer inom utredningsområdet i viss omfattning grovmo-grus och direkt norr om Vättern även lera-finmo.

Berggrunden utgörs av ytbergarter, huvudsakligen metavulkaniska bergarter bildade för ca 1900 miljoner år sedan samt djupbergarter, en äldre (ca 1890- 1850 miljoner år) och en yngre grupp (1850-1750 miljoner år). Urbergsområdet avgränsas i norr av en större ost-västlig förkastningsbrant någon kilometer söder om Hallsberg. Området norr om denna förkastning, utanför aktuellt utredningsområde, täcks av sedimentära bergarter av kambrisk-ordovicisk ålder (ca 500 miljoner år).

## 4.10.6.2 Berggrundsgeologi

### 4.10.6.2.1 Bergarter

Längs studerade tunnelsträckningar förekommer ett antal olika bergarter. I figur 7 visas en berggrundskarta.

De *metavulkaniska bergarterna* utgörs huvudsakligen av finkorniga, kvarts- och fältspatdominerade bildningar, vars ursprung primärt är vulkaniska askor, men även lavar förekommer. Dessa bergarter är värdbergart för de flesta malmförekomsterna och kan i vissa fall vara hydrotermalt omvandlade. På den berggrundsgeologiska kartan är dessa bergarter gula.

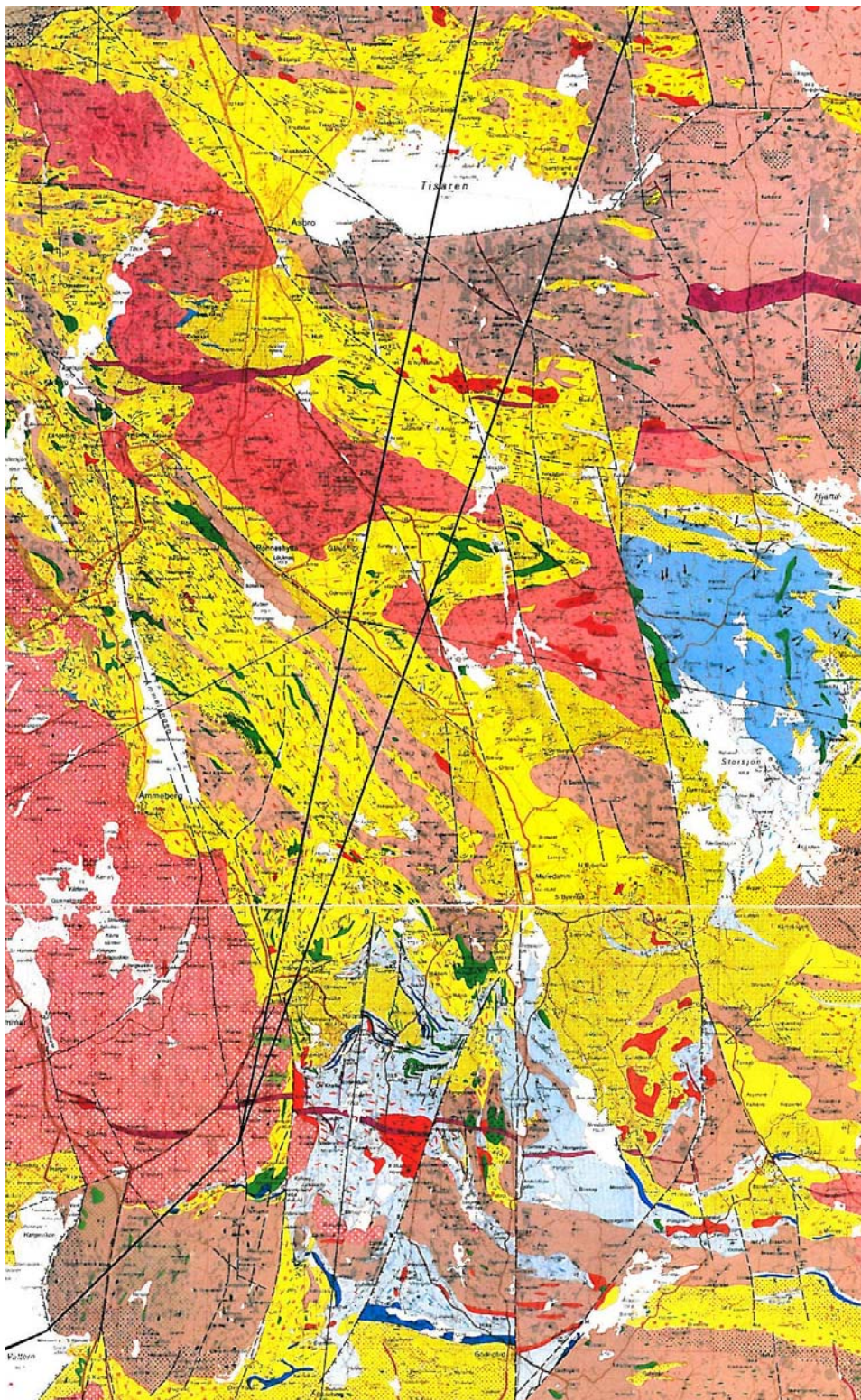
Den *äldre gruppen av djupbergarter* (bruna på den berggrundsgeologiska kartan) domineras av granodiorit och tonalit. Bergarterna är omvandlade och uppvisar vanligen stänglighet och förskiffring. Lokalt är de utbildade som ådergnejsler.

Den *yngre gruppen av djupbergarter* (röd färg) inom aktuellt område tillhör det Transskandinaviska magmatiska bältet. Bergarterna utgörs huvudsakligen av granit, kvartsmonzonit och basiska bergarter. I Askersundsområdet uppvisar berget vanligtvis en betydande gnejsighet, och benämns ibland ögongnejs.

Inom utredningsområdet förekommer även olika gångbergarter, framförallt diabas och pegmatit, relativt frekvent. Tunnellinjerna korsar på två delsträckor mer eller mindre ost-västliga stråk av diabaser.

Generellt är de yngre djupbergarterna mer homogena i sin uppbyggnad än de äldre djupbergarterna, som ofta är relativt rika på inslag av pegmatit, och metavulkaniterna.



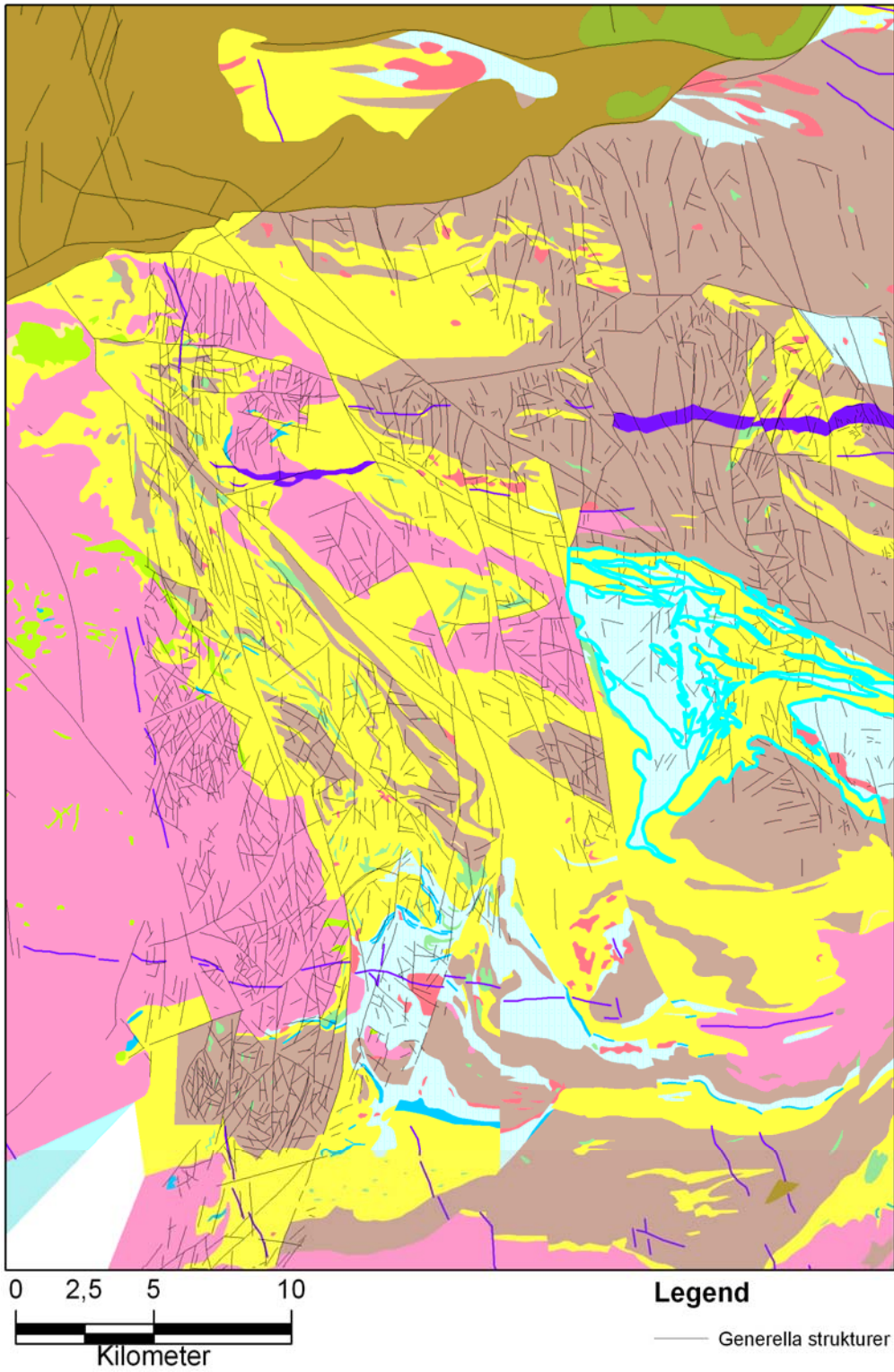


Bergab Figur 7. Berggrundskarta med studerade tunnelsträckningar (skannade kartor SGU Serie Af 164 och 165)

#### 4.10.6.2.2 *Deformationszoner*

En deformationszon är en svaghetszon i berget längs vilken berggrundsblocken på ömse sidor rört sig i förhållande till varandra. Två typer av deformationszoner kan särskiljas; plastiska zoner där deformationen skett på stort djup under högt tryck, och spröda zoner där deformationen skett närmare jordytan så att bergarten brutits upp mekaniskt och en uppsprickning skett. SGUs strukturgeologiska kartblad visar ”morfologiska lineament, vanligen sprickzoner” tolkade framförallt från flygbildstolkning. I figur 8 visas en sammanställning av de av SGU tolkade spröda zonerna.

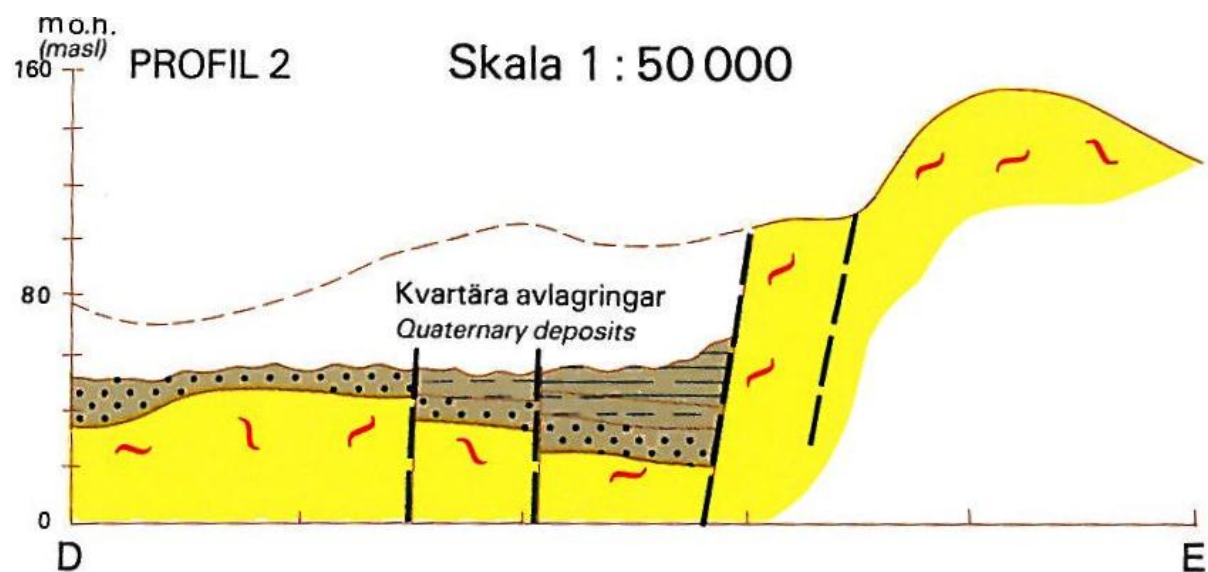




Bergab Figur 8. Generellt strukturmönster med spröda deformationszoner. Data från SGU:s strukturgeologiska databas.

En förkastning är en deformationszon där rörelsen skett parallellt med zonen. I figur 9 visas en profil genom den förkastning vid Hallsberg som avgränsar urbergsområdet i söder från slättområdet i norr. Den vertikala förskjutningen har varit mycket stor, vilket sannolikt har resulterat i uppbrutet berg inom en sträcka på ömse sidor om förkastningen.

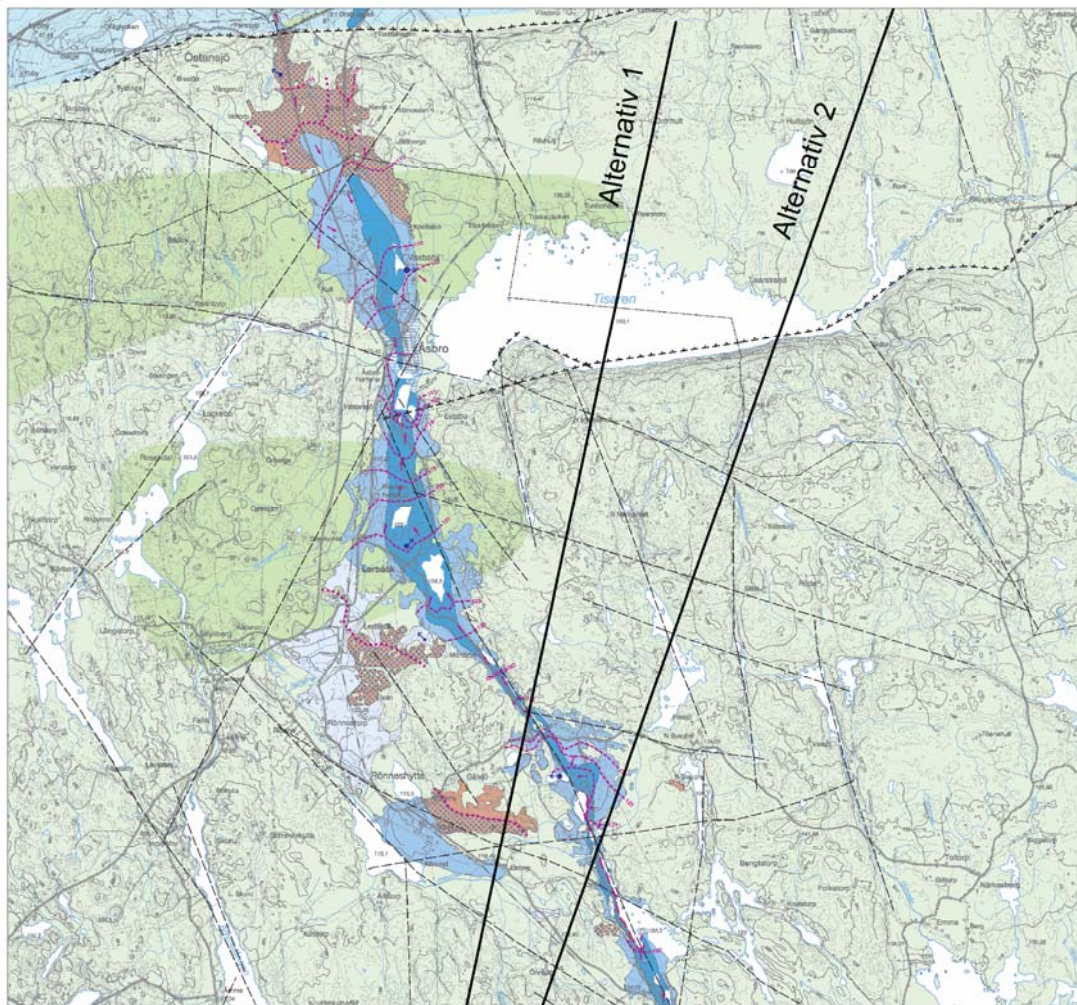
Inom utredningsområdet finns ett flertal förkastningar, med olika orientering. De studerade tunnellingarna korsar flera av dessa.



Bergab Figur 9. Nord-sydlig profil genom förkastningszonen söder om Hallsberg. (figur från SGU:s kartblad Af 164).

#### 4.10.6.3 Hydrogeologi

Större grundvattenförekomster i det aktuella området finns i de isälvsavlagringar som finns i ett stråk från området öster om Zinkgruvan till området väster om sjön Tisaren. Båda de studerade tunnelsträckningarna tvärsar dessa avlagringar ungefär halvvägs mellan ändpunkterna (se figur 10). Mäktigheten hos jordlagren inom isälvsavlagringen kan vara betydande.



Bergab Figur 10. Isälvsavlagring (Karlslundsåsen) inom det område där de studerade tunnelsträckningarna passerar. (Underlag från SGU)

Kapaciteten i de urbergsbergarter som berörs är generellt relativt låg. Pousette m fl (2000) redovisar variationer i uttagsmöjligheter ur brunnar baserat på data ur SGU:s brunnsarkiv för Örebro län, se tabell 1.

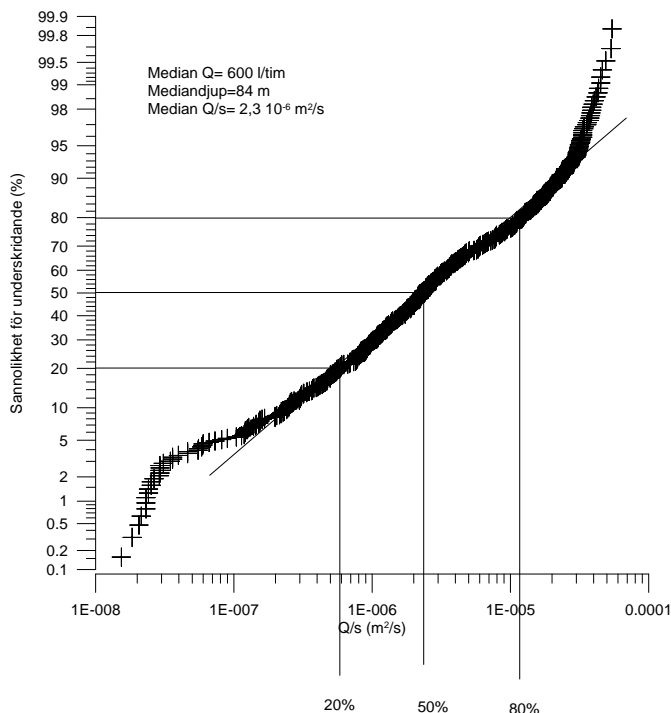


Bergab Tabell 1. Uttagsmöjligheter i de olika bergarter som finns längs studerade tunnelsträckningar. Statistik baserad på hela Örebro län. (Pousette m fl 2000).

Bergart	Mediankapacitet (l/h)	Mediandjup (m)	Hydraulisk konduktivitet (m/s)	Baserat på antal brunnar
Smålands-Värmlandsgranit	600	67 m	$5,7 \cdot 10^{-8}$	608
Sura vulkaniska bergarter	600	70	$5,2 \cdot 10^{-8}$	1425
Äldsta graniter	800	65	$8,1 \cdot 10^{-8}$	643

Motsvarande siffror erhålls om man ur brunnsarkivets data extraherar de brunnar som finns inom det område som berörs av tunnelsträckningarna. Figur 11 visar ett sannolikhetsdiagram för drygt 600 brunnar. Mediankapaciteten för brunnarna är 600 l/tim, och medeldjupet 84 m. Ur detta kan man uppskatta ett regionalt medianvärde på hydraulisk konduktivitet på ca  $5 \cdot 10^{-8}$  m/s.





Bergab Figur 11. Sannolikhetsdiagram avseende specifik kapacitet för bergbrunnar inom det område som berörs av tunnelsträckningarna. (Data från SGU:s brunnarkiv).

## 4.10.7 Bergtekniska/hydrogeologiska förutsättningar för tunnel

### 4.10.7.1 Bergteknik

Tillgänglig information om berggeologiska förhållanden visar på mycket goda förutsättningar för att bygga en bergtunnel. Urberget går frekvent i dagen och jorddjupen är till största delen att beteckna som måttliga. De geologiska förutsättningarna bedöms ur byggnadsteknisk synpunkt som likvärdiga för de två föreslagna alternativa tunnellingarna.

Tunneln måste utföras så att den kan fungera under lång tid med hänsyn tagen till de i princip obefintliga möjligheterna att utföra besiktning och löpande underhåll. De studerade sträckningarna bedöms baserat på tillgänglig information erbjuda goda geologiska/bergtekniska förhållanden. Kombinationen av ett litet tunneltvåsnitt och de förväntat goda förhållandena bedöms innebära att bergförstärkning längs större delen av sträckningen kan bli relativt begränsad. Erforderlig bergförstärkning bedöms komma att utgöras huvudsakligen av

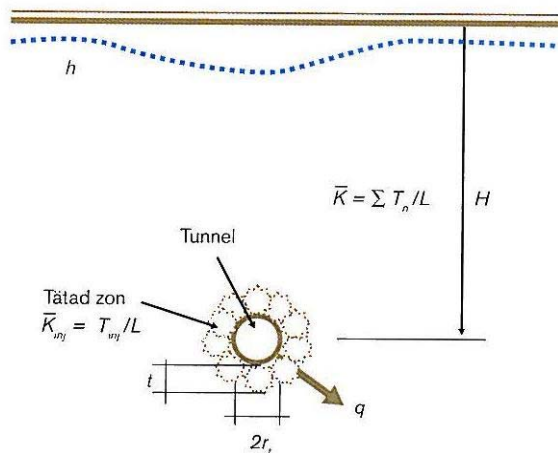
sprutbetong i kombination med konventionell bergbultning. Vid passage av zoner med mer omfattande uppsprickning kan det eventuellt bli aktuellt med betonginklädnad.

En bergtunnel med 30-40 km längd genom ett område med övervägande homogena bergtekniska förhållanden, bör vara fördelaktig att driva med tunnelborrningsmaskin, även om det emellertid skulle vara möjligt att även bygga tunneln konventionellt med borrhning och sprängning. Huvudalternativet är dock sannolikt fullortsborrnning. Starkt tids- och kostnadspåverkande är vilken utnyttjandegrad som man kan ha på tunnelborrnningen. Framförallt omfattningen av förinjektering (se avsnitt 4.10.7.2) är avgörande för hur snabbt man kan ta sig fram. Behovet av arbetstunnlar behöver utredas.

#### 4.10.7.2 Hydrogeologi

Den hydrogeologiska information som finns tillgänglig visar generellt på måttlig vattenföring i berggrunden. Det finns dock ett antal passager genom troliga sprickzoner där bergets genomsläplighet kan vara betydligt större än vad som visas i avsnitt 4.10.6.3. Inläckaget av grundvatten till tunneln framförallt under byggtiden leder till att omgivningens vattenbalans påverkas negativt. Grundvattennivåerna i berget (och även jordlagren) kommer att sjunka. Inom vattenförande sprickzoner och där det finns genomsläppliga jordarter kan grundvattenpåverkan nå mycket långt ut från tunneln. Konsekvenserna beror på vilka skadeobjekt som finns längs tunnelsträckningen. Troligen är det enskilda brunnar och vissa naturvärden som riskerar att skadas. En miljöprovning av tunneln enligt miljöbalkens kapitel 11 avseende vattenverksamhet kommer med stor sannolikhet att innebära att bortledningen av grundvatten villkoras. En viktig tillkommande fråga för en råvattentunnel är vilket tillskott av inläckande grundvatten som ur ett kvalitetsperspektiv kan accepteras.

Man kan med en enkel analytisk modell uppskatta inläckaget av grundvatten till en injekterad tunnel utifrån olika antaganden (se figur 12).



Bergab Figur 12. Inläckage till en förinjekterad tunnel (Gustafson 2009).

$$q = \frac{2\pi \bar{K} H}{\ln \frac{2H}{r_t} + \left(\frac{\bar{K}}{K_{inj}} - 1\right) \cdot \ln\left(1 + \frac{t}{r_t}\right) + \xi} \quad (\text{Gustafson 2009})$$

där

$q$  = inläckage ( $\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{m}$ )

$K_{inj}$  = den injekterade zonens hydrauliska konduktivitet (m/s)

$K$  = bergmassans hydrauliska konduktivitet (m/s)

$H$  = vattentryck (m) räknat till tunnelcentrum

$r_t$  = tunnelradie (m)

$t$  = injekterade zonens tjocklek (m)

$\xi$  = skinfaktor (-)

Skinfaktorn orsakas av spänningskoncentrationer samt en partiellt omättad zon närmast tunneln, utfällningar i sprickor mm.

Om vi gör följande antaganden för en otätad tunnel

$$K = 5 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}$$

$$H = 50 \text{ m}$$

$$R = 2 \text{ m}$$

$$\xi = 5$$

kan inläckaget uppskattas till  $q = 10 \text{ l/min} \cdot 100 \text{ m}$ . Eftersom inläckaget är direkt proportionellt mot den hydrauliska konduktiviteten kan det inom sprickzoner, där genomsläppligheten kan vara flera tiopotenser högre, bli mycket högt.

Hur mycket man kan täta en tunnel genom förinjektering med vanlig injekteringscement beror på många olika faktorer, såsom sprickgeometri och sprickviddsfördelning, hur man utför injekteringen samt vilken bruksblandning man väljer. En rimlig uppskattning är att man för aktuell tunnel bör kunna nå  $2\text{-}5 \text{ l/min} \cdot 100 \text{ m}$ , med ett väl anpassat injekteringsförfarande. Som tidigare nämnts är dock omfattningen av injektering starkt tids- och kostnadspåverkande.

## 4.10.8 Rekommendationer

### 4.10.8.1 Allmänt

Genomgången av tillgängligt material visar i dagsläget inget som byggtkniskt hindrar något av tunnelalternativen då de berggeologiska och hydrogeologiska förutsättningarna bedöms vara goda. Föreslagna tunnellinjer går genom områden där det finns både gällande och förfallna undersökningstillstånd för mineralresurser. Dessa områden är delvis även klassade som riksintresse, vilket innebär att man inte får planera eller lämna tillstånd för verksamheter som kan förhindra eller påtagligt försvåra utnyttjande av resurserna.

För att kunna utföra en genomförandestudie för en tunnelentreprenad med tillförlitlig bedömning av tid och kostnader behöver man kvantifiera omfattningen av passager med sämre bergkvalitet med risk för drivnings- och stabilitetsproblem samt uppskatta hur mycket förinjektering som behöver utföras.

Vidare bör man ur ett bergtekniskt perspektiv studera de inom förstudien preliminärt valda ändpunkterna för tunneln och därmed lägen för intagspunkter respektive behandlingsanläggning/fördelningsstation. Mellan ändpunkterna bör man försöka optimera tunnelsträckningen med hänsyn till bergförhållanden, motstående intressen i form av bl a malmresurser och närhet till potentiella skadeobjekt. Även en lämplig djupprofil för tunneln bör väljas med hänsyn till geologiska förhållanden, marktopografi och förekomst av sjöar, samt hur tunneldrivningen kan komma att genomföras. Eftersom tunneln kommer att stå under tryck motsvarande Vätterns nivå är det ur ett hydrauliskt perspektiv inget som hindrar att man om det befinner lämpligt sänker nivån på någon delsträcka mellan valda ändpunkter.

I en genomförandestudie bör även utredas behovet av arbetstunnlar samt var dessa lämpligen förläggs.

#### 4.10.8.2 Förslag på kompletterande studier/undersökningar

Följande fältundersökningar föreslås genomföras:

Steg 1:

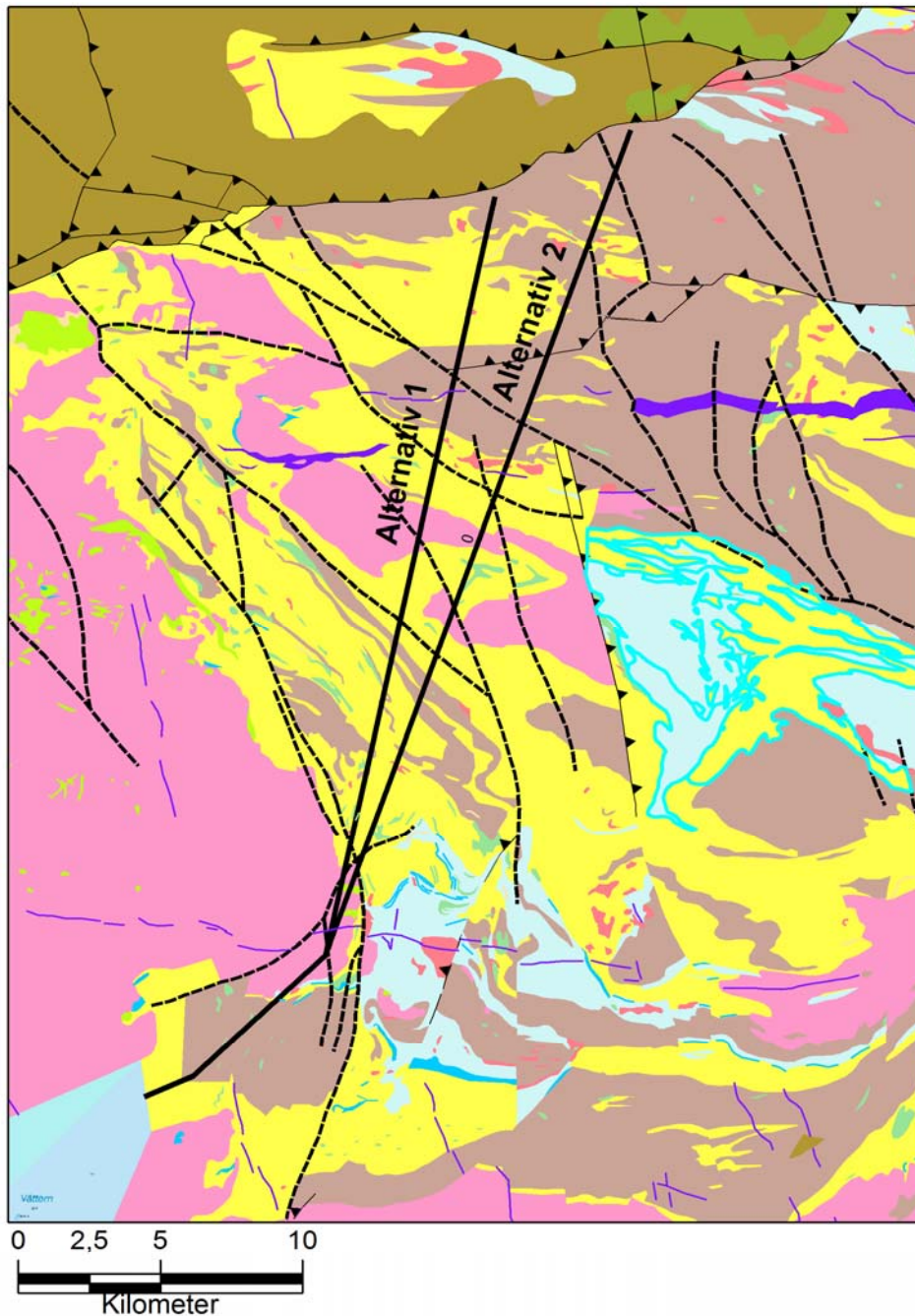
1. Översiktlig kartering av hållar och skärningar på utvalda platser längs sträckningen. Fokus ligger här på att studera sprickriktningar och sprickegenskaper för att korrelera dessa mot den storskaliga information som ges på SGU:s kartor.
2. Geofysiska undersökningar (refraktionsseismik, eventuellt i kombination med resistivitetsmätning (CVES)). Undersökningarna koncentreras till några områden/geologiska strukturer som, baserat på information på SGU:s kartor och textbeskrivningar, bedöms kunna medföra problem vid tunneldrivning. I figur 13 visas de deformationszoner som preliminärt bör studeras. Val av undersökningslägen i detalj bör ske efter en inledande syn i fält med hänsyn till framkomlighet och markåtkomst.

Steg 2:

3. Utförande av några borrhål genom prognostiserade deformationszoner för att verifiera geofysikresultat och undersöka bergets vattenförande förmåga.
4. Provtagning av representativa bergarter för eventuell bergmekanisk testning, främst för att kunna uppskatta slitage på cuttrar för tunnelborrningsmaskin.

Följande övriga studier/utredningar föreslås:

1. Inventering av potentiella skadeobjekt med hänsyn till grundvattenpåverkan, framförallt brunnsinventering.
2. Utredning av förutsättningarna för tunnel genom det område som innehåller fyndigheter av mineral vilket klassats som riksintresse.
3. Sträckningsstudie i plan och höjddled med hänsyn till faktorer som framkommit inom momenten ovan. Genomförandestudie för ett tunnelborrningsalternativ, inklusive preliminär lokalisering av arbetstunnlar, samt tid- och kostnadsanalys.



### Strukturtyp

- ▲ Spröd deformationszon, symbolerna ligger i det sänkta blocket
- Lineament, geofysiskt indikerat

Bergab Figur 13. Större tolkade spröda deformationszoner och förkastningar. Områden där tunnelinjen skär zonerna är aktuella för mer detaljerade undersökningar (förtäad ytkartering samt geofysik).

### 4.10.9 Referenser

Gustafson, G, 2009. Hydrogeologi för bergbyggare. Forskningsrådet Formas T2:209.

Malmström, L. Personlig kommunikation med Lars Nordström, Zinkgruvan Mining AB.

Norconsult, 2010. Förstudie regional vattenförsörjning från Vättern, steg 2 av 3, 2010-11-29.

Pehrson, M. Personlig kommunikation med Mats Pehrson, Norconsult AB

Pousette, J, Müllern, C-F, Rurling, S, Thunholm, B, 2000: Beskrivning till kartan över grundvattnet i Örebro län. SGU Serie Ah nr 20, Sveriges Geologiska Undersökning, Uppsala.

Reblin, T, Wallner, F, Edlund, L, Söder, C-O, Ericsson, H, Liedholm, M, 2006: Järnvägsutredning Hallsberg-Degerön. PM geoteknik, Bergteknik, Hydrogeologi. Banverket Östra Banregionen, SWECO VBB.

Wikström, A & Karis, L, 1991. Beskrivning till berggrundskartorna Finspång NO, SO, NV, SV, SGU Serie Af 162, 163, 164, 165. Sveriges Geologiska Undersökning, Uppsala.





## 4.11 Redundans/reservsystem

### 4.11.1 Allmänt

Ett utnyttjande av Vättern för regional vattenförsörjning för aktuella kommuner ställer stora krav på kvalitets- och leveranssäkerhet. Det är särskilt viktigt med god redundans i distributionssystemen med hänsyn till de stora transportavstånden. Buffertvolymerna av vatten erfordras för att ge tid till åtgärdsinsatser. Likaså erfordras kompletta reservsystem för produktion av dricksvatten för att möta behoven vid långvariga driftavbrott i ordinarie anläggningar. Utförandet av redundansåtgärder och reservsystem bör stå i rimlig proportion till sannolikheten för störning och störningarnas konsekvens. I utredningen har följande studerats för respektive systemalternativ 1, 2, 4 och 5:

- Identifiering av tänkbara störningsscenarior.
- Konsekvensanalys med utgångspunkt från funna störningsscenarior.
- Riskanalys avseende de mest sannolika scenariorna, med utgångspunkt från känd statistik, förekomst och historik.
- Insatsbehov.
- Dimensioneringskriterier för reservvattenfunktion (produktionsvolym, insättningstid, brukstid).
- Principiellt förslag till reservvattenlösningar.
- Acceptabla avbrottstider, insattstider etc. i föreslagen lösning.
- Krav i reservvattenanläggningen för att upprätthålla beredskapsläge.

### 4.11.2 Aktuella systemkomponenter

Så som tidigare visats i utredningen har 5 olika principlösningar för gemensam vattenförsörjning studerats:

- Systemalternativ 1 (Alt 1): Renvatten (verksprocessat) till mottagarna via ledning
- Systemalternativ 2 (Alt 2): Råvatten till mottagarna via ledning
- Systemalternativ 3 (Alt 3): Renvatten (konstgjort grundvatten) till mottagarna via ledning
- Systemalternativ 4 (Alt 4): Renvatten (verksprocessat) till mottagarna via bergtunnel/ledning
- Systemalternativ 5 (Alt 5): Råvatten till mottagarna via bergtunnel/ledning

Av dessa alternativ har Alt 3 för närvarande bedömts som mindre intressant och avhandlas därför inte i detta avsnitt.

Varje systemalternativ innefattar en kedja av urskiljbara komponenter. Den totala systemfunktionen är avhängig på att varje sådan komponent fungerar eller kan ersättas med reserver. De kollektiva delarna av systemalternativen skiljer sig i viss mån i avseende på komponentinnehåll:

Tabell Sammanställning över komponenter i resp. systemalternativ.

	Alt 1	Alt 2	Alt 4	Alt 5	Anm.
Råvattentäkt (Vättern)	x	x	x	x	
Råvattenintag:					
Intagstorn	x	x	x	x	
Intagsledning, sjö	x	x	x	x	
Pumpstation	x	x			
Intagsledning, land	x				Sträckan p-st till vattenverk
Vattenverk:					
Internpumpning					Prel. inte aktuellt i något fall
Förbehandling	x		x		Se avsnitt 4.4.5
Primärprocess	x		x		Se avsnitt 4.4.5
Desinficering	x		x		Se avsnitt 4.4.5
Lågreservoar	x		x		
Distributionsanläggningar:					
Huvudpumpstation	x	x	x	x	
Rörledningar	x	x	x	x	Innefattar i sig en mängd komponenter så som: sektioneringsventiler, ventiler för tömning/avlufning, anläggningar för korsning av vattendrag/vägar etc.
Bergtunnel			x	x	
Mellanreservoar	x				
Tryckstegringsstationer	x	x	x		
Desinficering	x		x		I förbindelsepunkten till mottagande kommunnät.

De kommuninterna processdelarna i Alt 1 och 4 berörs inte i detta avsnitt.

### 4.11.3 Systemen ur säkerhetssynpunkt

Systemalternativen har i utredningen utformats med översiktlig hänsyn till säkerhetskrav och rimlig nivå på redundans. Bakgrund och förslag beskrivs i respektive avsnitt. Nedan följer en generell kompletterande beskrivning med kommentarer till respektive systemkomponent:

#### Råvattentäkten (Vättern)

Den historiskt dokumenterat goda vattenkvaliteten i Vättern utgör i sig en betryggande faktor. Den långa omsättningstiden om ca 60 år kan också sägas vara en säkerhetsbarriär mot snabba kvalitetsförsämringar. Det gemensamma skyddsområdet med skyddsföreskrifter för Vättern, som är på väg att fastställas, stärker väsentligt skyddet för Vättern som vattentäkt. Kontrollen och bevakningen av Vätterns miljö och vattenkvalitet som sker genom Vätternvårdsförbundet borgar också för att vidmakthålla den goda vattenkvaliteten.

#### Intaget

Ett genomförande av projektet måste föregås av undersökningar, provtagningar och analyser under en längre period för att lokalisera lämplig plats för vattenintag. Förutsättningarna är goda för att finna lämpliga intagspunkter som säkerställer en god vattenkvalitet med tillräckligt låg temperatur och små variationer över tiden.

Som redundansåtgärd har två intagspunkter föreslagits som ger möjlighet att under drift skifta intagspunkt såväl i plan som i djupled, se avsnitt 4.3.2 och 4.9. Turbiditet och temperatur föreslås kontinuerligt registreras i respektive intagsläge och vattendjup för att göra omkopplingar om så erfordras som skyddsåtgärd och för att nå det för tillfället bästa vattnet ur kvalitetssynpunkt.

#### Nytt vattenverk (Alt 1 och 4)

Vattenverket kommer att byggas med minst två säkerhetsbarriärer mot mikrobiologisk förorening enligt Livsmedelsverkets föreskrifter. I renavattenalternativen kommer en slutlig säkring mot mikrobiologisk förorening att ske med UV-behandling och eventuell kloraminisering vid respektive kommuns anslutningspunkt.

Vattenverket förses med alternativ kraftmatningsväg och eget fast reservkraftverk för full produktion. En lågreservoar för 4 timmers konsumtion förläggs till vattenverket.

I tunnelalternativet (Alt 4) kan vattenverket eventuellt sprängas in helt eller delvis i berget, vilket bedöms vara positivt ur säkerhetssynpunkt.

### **Överföringsledningar**

Transportledningarna föreslås utformade med dubblerade ledningar i ledningsgator med serviceväg, se avsnitt 4.5.2 och 4.5.3. Sektionsindelningen med ventilstationer möjliggör urdrifttagande av 5 km enkelledning utan att kapaciteten påtagligt försämras.

Tryckstegringsstationer förses med alternativ kraftmatning och eget fast reservkraftaggregat. Kapaciteten säkras med pumpreserver.

### **Bergtunnel**

Höga krav ställs på utförandet innefattande förinjekteringar och förstärkningar som minimerar inläckage och risken för ras. Tunneln kan utföras på konventionellt sätt med utsprängning eller genom fullortsborrning med sk. TBM-maskin. Den förra metoden är troligen något dyrare men ger i sig mellanpåslag med arbetstunnlar vilket ger fördel av bättre åtkomstmöjligheter för framtida reparation och underhåll. Även en borrarad tunnel bör av nämnda skäl förses med liknande åtkomstmöjligheter.

I utredningen har förutsatts en enkeltunnel vilket gör tunneln till den enda del i komponentkedjan som inte är dubblerad eller har kompletterande funktionsmässiga alternativ. Även om en bergtunnel normalt är mycket driftsäker så är detta en negativ aspekt eftersom det kräver kostsamma reservproduktionssystem stående i beredskap, samtidigt som driftstopp alltid är svåra att hantera. Dubbla tunnlar skulle i stort sett eliminera behovet av sådana fullödiga produktionsreserver.

### **Högreservoar**

Gemensam högreservoar i distributionssystemen är främst aktuellt i Alt 1 (renvattenalternativet med vattenverk vid Harge). Även i Alt 4 (renvatten från vattenverk vid Hallsberg, tunnelalternativ) finns en högt belägen reservoar planerad för systemet, men då i anslutning till vattenverket. Reservoarerna ges en volym motsvarande 4 timmars drift vid medelvattenförbrukning, dvs. ca 12 tm<sup>3</sup>.

## 4.11.4 Reservvattenförsörjning

### 4.11.4.1 Vattenbehov

Följande vattenbehov har prognoserats för år 2050, se kap. 4.1.3:

Kommun	l/s	m <sup>3</sup> /h	tm <sup>3</sup> /d	Anm.
Askersund	38	137	3.2	
Hallsberg	52	187	4.5	
Kumla	80	288	6.9	
Laxå	16	58	1.3	
Lekeberg	13	47	1.1	
Lindesberg	52	187	4.5	
Nora	28	101	2.4	
Örebro	590	2120	51	
<b>Summa produktionsbehov år 2050</b>	<b>869</b>	<b>3125</b>	<b>75</b>	Exkl. underhållspålägg åsvattentäkter, se nedan

Bef. åsvattentäkter för konstgjort grundvatten till Blacksta och Skråmsta vattenverk bibehålls i systemalternativ 1 och 4 som reservoarer för vattenförsörjning vid veckolånga driftstopp i ordinarie system. För att hålla täkterna och anslutande anläggningar fräscha, påläggs kontinuerligt renvatten från Vättern upp till en mängd om ca 10% av nuvarande uttagen mängd. Ca 5% återtas ur brunnarna till verken för nyttiggörande. Renvattenbehovet i Alt 1 och 4 ökar således till följande:

Grundvattenformation	l/s	m <sup>3</sup> /h	tm <sup>3</sup> /d	Anm.
Underhållspålägg åstäkter (10% av nuvarande uttag)				
Blacksta	12	43	1.0	
Bista	8	29	0.7	
Jägarbacken	10	36	0.9	
Eker	21	76	1.8	
Hammarby/Mogetorp	25	90	2.2	Osäkra uppgifter
<b>Summa påläggsbehov</b>	<b>76</b>	<b>274</b>	<b>6.6</b>	
Summa återtag från åstäkter (5% av nuvarande uttag)	-38	-137	-3.3	
<b>Summa produktionsbehov år 2050</b>	<b>907</b>	<b>3260</b>	<b>78</b>	Vätternvatten

#### 4.11.4.2 Råvattentillgångar

Följande legala uttagsrätter av intresse finns:

	l/s	tm <sup>3</sup> /d
Grundvatten:		
Åsen söder Lindesberg för Rya vattentäkt (Lindesberg)	110	9.5
Ytvatten:		
Sjön Tisaren för Blacksta vattenverk (Kumla/Hallsberg)	400	35
Svartån för Skråmsta vattenverk (Örebro)	1 200	104
Summerat, ca	1 700	150

Andra ytvattentillgångar finns också i området, så som Hjälmarens, Järleån mfl. Men då tillståndsgivna, eller prövade, uttagsrätter saknas har dessa inte medtagits i studien.

#### 4.11.4.3 Vattenproduktionsresurser

Följande sammanställning visar bef. vattenverks nuvarande och framtida kapaciteter i avseende på förmåga att leverera vatten kortsiktigt resp. långsiktigt:

	Maxproduktion/leverans				Åsmagasinet uthållighet utan på- fyllning (tm <sup>3</sup> )
	Långtids		Korttids (2 v)		
	l/s	tm <sup>3</sup> /d	l/s	tm <sup>3</sup> /d	
Kumla VV, Blacksta	210	18	240	21	220
Lindesbergs VV, Rya	110	9	130	11	-
Örebro VV, Skråmsta, Bista	100	9	140	12	100
Örebro VV, Skråmsta, Jägarbacken	150	13	200	17	180
Örebro VV, Skråmsta, Eker	300	26	330	29	250
Summa (bef. anläggningar)	870	75	1040	90	750
Örebro VV, Hammarby/Mogetorp (planerad)	500	43	650	56	300
<b>Summa totalt</b>	<b>1370</b>	<b>118</b>	<b>1690</b>	<b>146</b>	<b>1050</b>

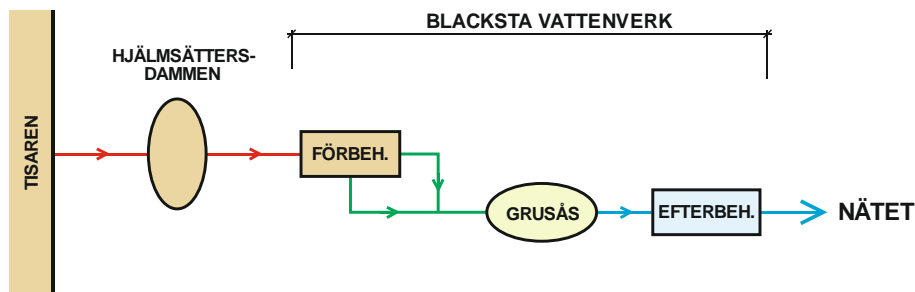
Med fullt korttidsuttag vid Rya så täcker magasinvolymerna i åsarna knutna till Blacksta och Skråmsta behovet under följande tid (2050 års vattenbehov):

Exkl. åsen vid Mogetorp/Hammarby	12 dygn
Inkl. åsen vid Mogetorp/Hammarby	16 dygn



#### 4.11.4.4 Blacksta vattenverk för reservvatten

Blacksta vattenverk är i gott skick och levererar normalt ett vatten av mycket god kvalitet. Funktionsprincipen framgår schematiskt av bilden nedan.



Figur Blacksta vattenverk, systemfunktion.

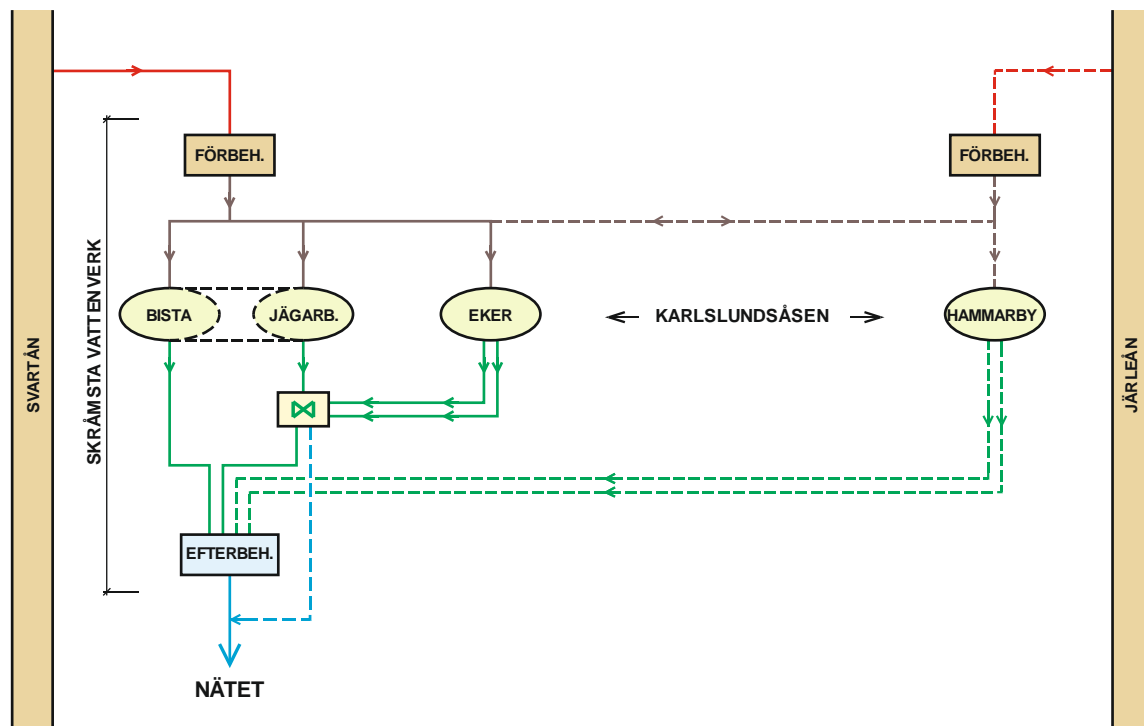
Verkets kapacitet vad gäller fullödig behandling av råvattnet före infiltration (förbehandling genom fällning/filtrering) är idag begränsad. Vid stora påläggsbehov måste en delström av mikrosilat råvattnet föras förbi förbehandlingssteget direkt till infiltration vilket bl.a. leder till ökade skumningsbehov i infiltrationsbassängerna. Verkets maximala produktionskapacitet uppgår i dagsläget till 210 l/s (18t m<sup>3</sup>/d), se tabellen ovan.

Verket kan i renvattenalternativen (systemalternativ 1 och 4) ställas i beredskap för reservvattenproduktion enligt följande alternativ:

1. Åsen används som magasin för att täcka korta driftavbrott i den ordinarie försörjningen från Vättern. Renvatten cirkuleras över anläggningen för att hålla ås, brunnar och distributionssystem i skick. Verket torrläggts i övrigt. Råvattendelen läggs ner.
2. Som pkt 1 ovan, men råvattendelen ställs i beredskap för att fungera tillsammans med verket i övrigt, på samma sätt som idag.

#### 4.11.4.5 Skråmsta vattenverk för reservvatten

Skråmsta vattenverk är i gott skick och levererar normalt ett vatten av mycket god kvalitet. Funktionsprincipen framgår schematiskt av bilden nedan.



Figur Skråmsta vattenverk, systemfunktion.

Verkets kapacitet för produktion av infiltrationsvatten uppgår idag till 660 l/s (57 m<sup>3</sup>/d). Anläggningens kapacitet att leverera dricksvatten är i det långa perspektivet i stor sett kopplat till mängden pålagt infiltrationsvatten, dvs. maximalt 660 l/s (57 m<sup>3</sup>/d). För att nå denna nivå på dricksvattenproduktion krävs vissa kompletteringar i anläggningen. Med kompletteringar kan kapaciteten höjas ytterligare. Tillståndsgiven uttagsrätt i Svartån uppgår till 1 200 l/s (104 tm<sup>3</sup>/d) vilket gott och väl täcker det gemensamma behovet år 2050.

Verket kan i renvattenalternativen (systemalternativ 1 och 4) ställas i beredskap för reservvattenproduktion enligt följande:

- Åsarna används som magasin för att möta korta driftavbrott (2 veckor) i det ordinarie systemet. Verket klarar då tillsammans med Blacksta, alt. Rya, att täcka hela bortfallet. Med Mogetorp/Hammarby i drift klarar verket ensamt hela försörjningen. I beredskapsläge cirkuleras renvatten över anläggningen för att hålla ås, brunnar och distributionssystem i skick.
- Verket i övrigt torrläggs och ställs i beredskap för återstart till samma funktion som idag i händelse av längre driftavbrott i distributionen av vätternvatten. Med åstakten vid Mogetorp/Hammarby utbyggd och inkluderad så kan verket i det korta perspektivet verket ensamt producera erforderligt vatten vid ett bortfall av den ordinarie försörjningen från Vättern. För att klara ett längre avbrott krävs att kapaciteten hos förbehandlingen för infiltrationsvatten byggs ut. Alternativt träder Blacksta och/eller Rya in parallellt.

Verket kan i råvattenalternativen (systemalternativ 2 och 5) ställas i beredskap för att leverera ut infiltrationsvatten bakvägen i det gemensamma ledningssystemet. Kapaciteten är emellertid begränsad i dagsläget, så som beskrivits ovan. Med en kapacitetsökning skulle råvattenanläggningen vid Blacksta kunna slopas.

#### 4.11.4.6 Rya vattenverk för reservvatten

Rya vattenverk bör bibehållas som reservvattenverk för egen del och de norra anslutningarna till systemet. Verkets kapacitet är begränsad till 110 l/s (9 tm<sup>3</sup>/d), se tabellen ovan.

### 4.11.5 Störningsanalys

Driftstörningar kan analyseras i avseende på följande aspekter:

#### Konsekvens

Hur stor inverkan får störningen på systemets huvuduppgift, dvs. i detta fall, att leverera vatten till förbindelsepunkterna vid mottagarna. Mottagarna kan ha skilda förutsättningar för att klara en störning i leveransen av vatten, men detta avhandlas inte i detta avsnitt. Bef. reservoarvolym och behov berörs exempelvis i avsnitt 5. Vidare kan störningen få långsiktiga följder eller inverka på annan systemkomponent vilket i så fall bör klarläggas. Analysresultaten avgör hur stor möda som skall läggas vid att förebygga störningen och/eller ordna med parallella

ersättande alternativ i systemet. Konsekvensernas omfattning reduceras genom **åtgärd**. Studien har här enbart berört de kollektiva delarna av systemet.

### **Insatstid**

Systemet bör innefatta en rimlig beredskap för åtgärdsinsats vid störning. Med insatstid avses här tiden från det att störningen inträffar till dess att nöjaktiga motåtgärder påbörjas. Ev. krav på maximerad insatstid är kopplat till störningens konsekvens.

### **Varaktighet**

Med varaktighet avses här tiden från det att driftstörningen inträffar till dess den är avhjälpt eller på annat sätt har upphört. Felet kan i sig kvarstå för åtgärd samtidigt som störningen i driften upphört. Varaktighet är kopplad till felets art och förekommande redundans.

### **Återkomsttid**

Hur ofta en typ av driftstörning kan förväntas återkomma kan uppskattas med ledning av känd statistik och historik. Här är det emellertid fel att generalisera eftersom förhållandena kan vara så vitt skilda. Risker för ledningsbrott är i hög grad beroende på rörens ålder, typ av rör, förläggning, risk för konflikter med annan verksamhet mm. Samma gäller givetvis för bergtunnlar där bergets kvalitet, förstärkningsåtgärder etc. är avgörande för driftsäkerheten. I ett bra berg förekommer historiskt sett inga ras, medan det i sämre berg finns exempel på sådana.

Tabell Sammanställning över resultatet från störningsanalyser.

Fall	Systemkomponent	Händelse	Åtgärd	Insats-tid	Varaktighet	Återkomst
A1	Råvattentäkt	Försämrat råvatten pga. lokal naturlig variation.	Skiftning av intagspunkt.	<1 tim	<1 mån	1 år
A2	Råvattentäkt	Otjänligt råvatten pga. lokal olycka, sabotage od.	Alt 1: Skiftning intag. Alt 2: Start reservvattenförsörjning.	<1 tim <12 h	<1 mån	100 år
A3	Råvattentäkt	Långsiktigt försämrad råvattenkvalitet.	Ny vattenförsörjning utreds och anordnas.	10 år	-	-
B1	Intag	Haveri råvattenintag.	Skiftning intag. Reparation.	< 1 tim	<5 mån	50 år
B2	Intag	Underhåll råvattenintag.	Skiftning intag.	<1 tim	<1 mån	5 år
B3	Intag	Elavbrott.	Reservkraft.	<1 tim	<1 d	5 år
B4	Intag	Pumphaveri.	Skiftning till reservp. Pumpbyte.	<1 tim	<2 mån	10 år
B5	Intag	Ledningshaveri.	Skiftning till parallell ledning. Reparation.	<1 tim	<2 mån	50 år
C1	Vattenverk	Haveri mikrosil.	Växling till annan enhet, alt. förbikoppling. Reparation.	<1 tim	<1 mån	5 år
C2	Vattenverk	Processstörningar. (Typ beror av vald process, utformning, redundans etc.)	Ska hanteras med inbyggda redundanssystem.			
C3	Vattenverk	Elavbrott.	Reservmatning/reservkraft.	<1 tim	<1 d	10 år
C4	Vattenverk	Brand.	Alt 1, lokal brand: Skiftningar inom de interna redundanssystemen. Alt 2, stor brand: Start reservvattenförsörjning.	2 tim 12 h	5 mån 1 år	50 år 200 år
C5	Vattenverk	Planerat underhåll, revisioner, reservoar-spolning etc.	Verket planeras med sektioneringar, parallella system etc. som möjliggör detta utan att påverka produktionen.			
D1	Distribution	Måttligt läckage på överföringsledning: Ledningsalternativet Tunnelalternativet	Sektionering. Reparation.	<2 d	<5 d	1 mån 3 mån
D2	Distribution	Brott på en överföringsledning.	Sektionering. Reparation.	<12 h	<5 d	2 år
D3	Distribution	Brott på båda överföringsledningarna inom samma sektion.	Start reservvattenförsörjning. Reparation.	<12 h	<5 d	100 år
D4	Distribution	Elavbrott i tryckstegringsstation.	Reservmatning/reservkraft.	<2 tim	<1 d	2 år
D5	Distribution	Pumphaveri.	Skiftning till reservp. Pumpbyte.	<1 tim	<2 mån	10 år
D6	Distribution	Ras i bergtunnel. Driften bibehållen.	Förberedelse och planerad inkoppling av reservvattenförsörjning. Reparation.	<1 mån	<6 mån	25 år
D7	Distribution	Ras i bergtunnel. Driftstopp.	Start reservvattenförsörjning. Reparation.	<12 h	<12 mån	50 år
D8	Distribution	Revision av bergtunnel.	Förberedelse och planerad inkoppling av reservvattenförsörjning. Inspektion och underhåll	<1 mån	<3 mån	25 år

## Kommentarer till tabellen:

- A1-2 Två intag arrangeras som är reserv för varandra och förläggs väl åtskilda på olika plats. Vattenkvaliteter mäts fortlöpande i varje intagspunkt via pilotledning varvid läge och intagsdjup kan optimeras. Varningssystem byggs in för snabb växling.
- A3 Ev. trendartade försämringar i vattenkvalitet antas ske mycket långsamt varvid tid finns för åtgärdsinsatser.
- B Intagsanläggningen byggs i sin helhet dubblerad.

- C Verket utformas med skydd, sektioneringar, interna reserver etc. för att klara brand, processtörningar, underhåll od. utan långvarigt driftstopp.
- D Överföringsledningarna förläggs dubblerade och korskopplade sektionvis så att ena ledningen kan stängas utan att nämnvärt påverka kapaciteten, se ovan.
- D1 Enligt statistik från VASS uppgår läckageförekomsten på Sveriges bestånd av huvudvattenledningar till ca 0.8 st/mil ledning och år. Siffran kan anses spegla den genomsnittliga förekomsten under en lednings livstid, dvs. är allt för pessimistisk för nyare ledningar.
- D6-7 I Sverige finns tusentals mil bergtunnlar av skilda slag så som gruvtunnlar, kraftverkstunnlar, trafik-tunnlar och tunnlar för VA. Bara i Stockholm finns 18 mil avloppstunnlar. Statistiken över ras i tunnlar är emellertid knapphändig, sannolikt därför att tunnelras sällan förekommer. Ras i tunnlar i bra berg är mycket ovanligt. De flesta ras uppkommer i samband med tunnarnas driftsättning. Ras ger strömningsförluster, men sällan eller aldrig totalstopp. Bolmentunneln har i detta fall legat till grund för bedömning av störningars återkomsttid. Bolmentunneln har haft 2 ras efter drifttagandet år 1987. Tunneln ger emellertid en pessimistisk bild då berget där skattats som dåligt till 20% och mycket dåligt till 5% längs den 8 mil långa sträckan.

#### 4.11.6 Tillämpningar

Följande systemutformningar har betraktats som de mest intressanta av de varianter som kan urskiljas ur de mer generella beskrivningarna tidigare i denna rapport. Det bör dock påpekas att alternativ finns.

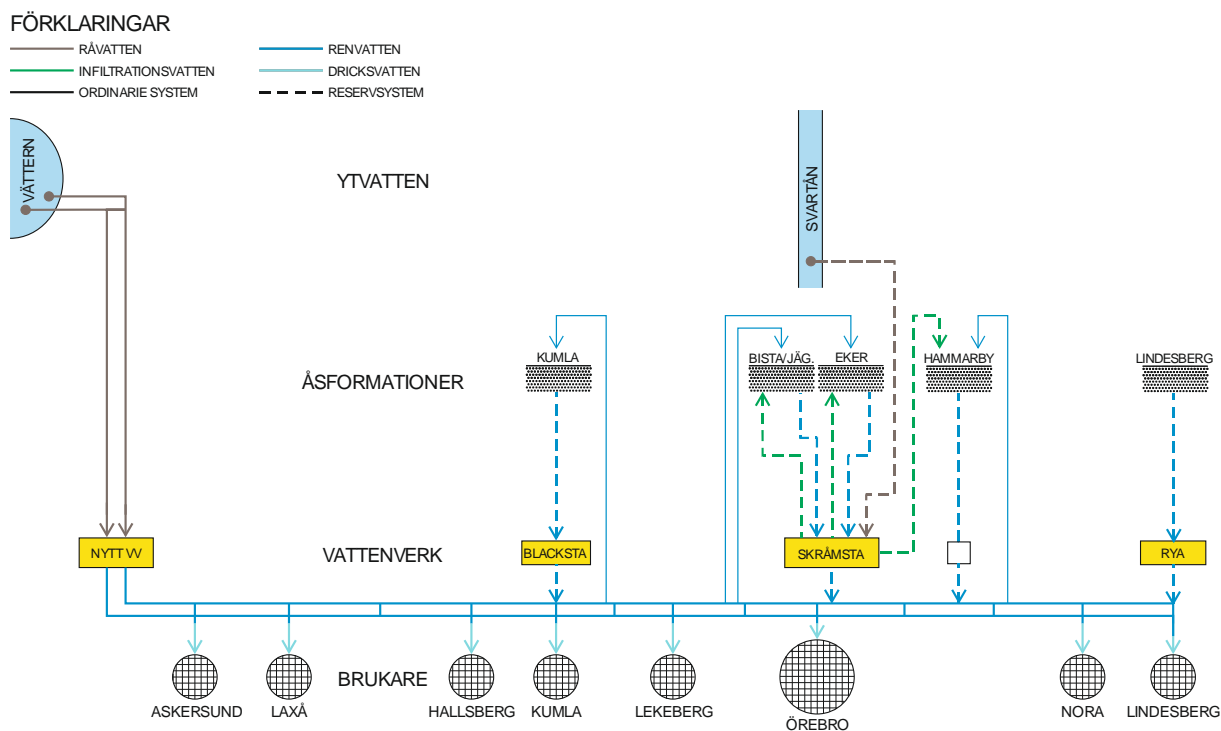
Sent i utredningen har planer uppkommit om att införliva Lekebergs vattenförsörjning till Örebros nät. Reservvattenförsörjningen kommer då att hanteras på samma sätt som kranorterna till Örebro stad.

Reservvattenförsörjningen för Lekebergs kommun berörs därför inte i det följande.

##### 4.11.6.1 Systemalternativ 1 – renvatten via ledning, VV Harge

Ett nytt regionalt vattenverk anläggs vid Harge. Dubbel överföringsledning förläggs från vattenverket och norrut. Ledningen sektioneras så som tidigare beskrivits. En högreservoar byggs vid förkastningskrönet väster om Hallsberg. Tryckstegring erfordras mellan Örebro och Nora/Lindesberg.

Överföringsledningens tänkta sträckning och anslutningspunkter till den framgår av kapitel 4.9.



Figur Systemets grundutformning.

### Beredskap för korta avbrott (mindre än 2 v)

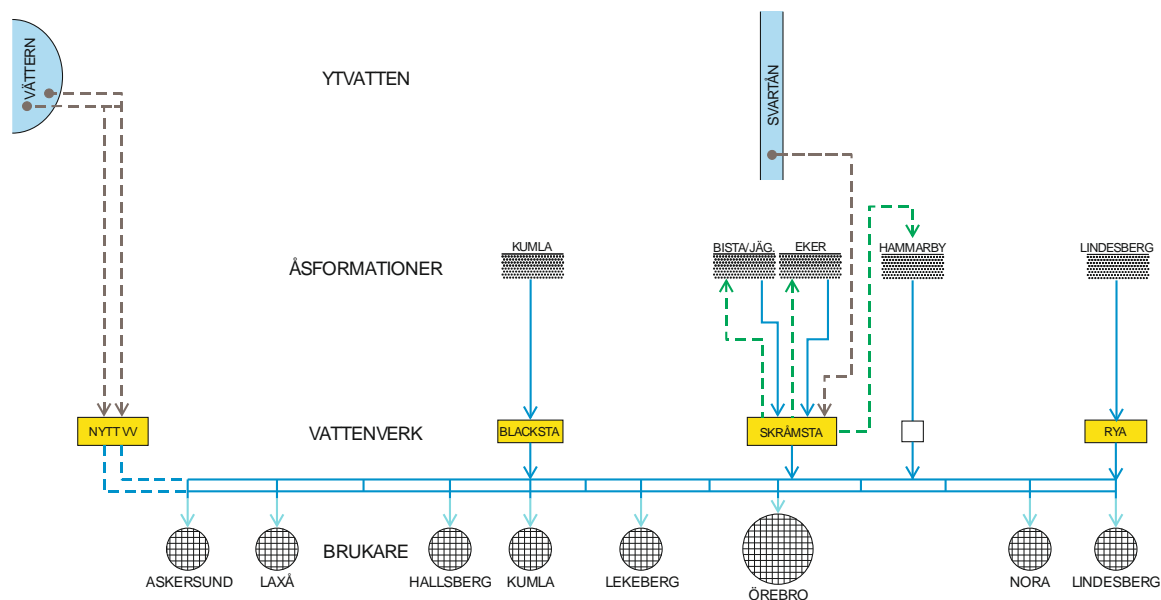
Åspartierna och anslutande anläggningar vid Blacksta, Bista, Jågarbacken, Eker och den planerade tåkten vid Mogetorp/Hammarby underhålls genom pålägg av Vätternvatten för att med några timmars varsel kunna startas upp för uttag. Även åsbrunnarna vid Rya hålls i beredskapslåge för motsvarande insåttningstid. Erforderlig efterbehandling sker vid resp. verk innan vattnet pumpas in på de gemensamma överföringsledningarna.

### Beredskap för långvariga avbrott

Flertalet tänkbara störningsscenarioer klaras att åtgårda inom 2 veckor, dvs. bemöts som korta avbrott enligt ovan. Svår påverkan av råvattenkvaliteten, storbrand i vattenverket etc. kan medföra längre driftavbrott. För att klara sådana situationer bibehålls Skrämssta vattenverk torrlagt i beredskapslåge för att kunna driftsättas inom 2 veckor, dvs. inom den tid som åsarna förmår att täcka behovet.

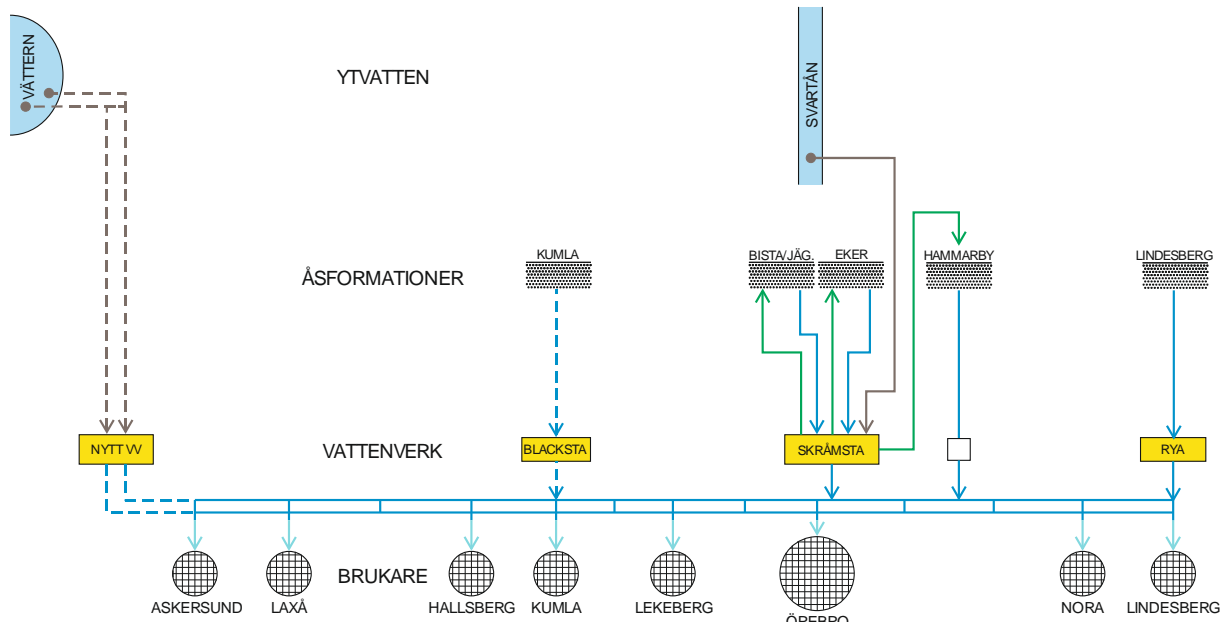
Det är även möjligt att försörja Askersund ”bakvägen”, men särskild pumpning krävs för detta i anslutning till förkastningsbranten vid Hallsberg.

Följande figurer visar några störningsscenarior och hur vattenförsörjningen kan arrangeras:

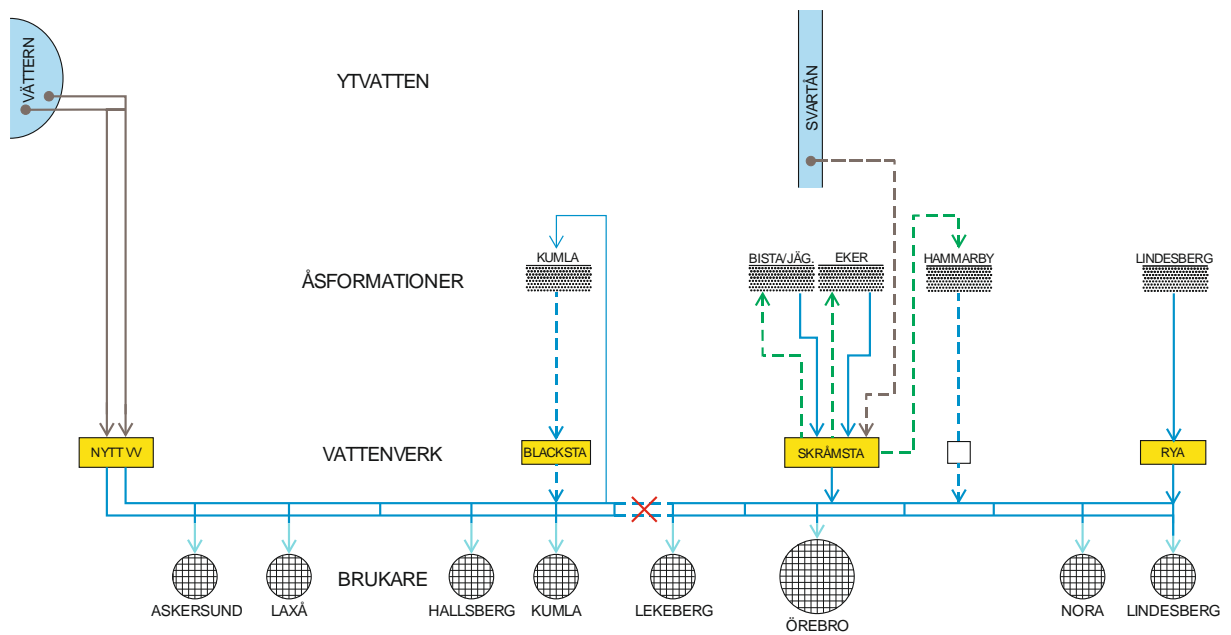


Figur Försörjning med reservvatten vid kortvarigt avbrott i ordinarie matning från vattenverket vid Harge (ex. störningsfall A2 eller C4).





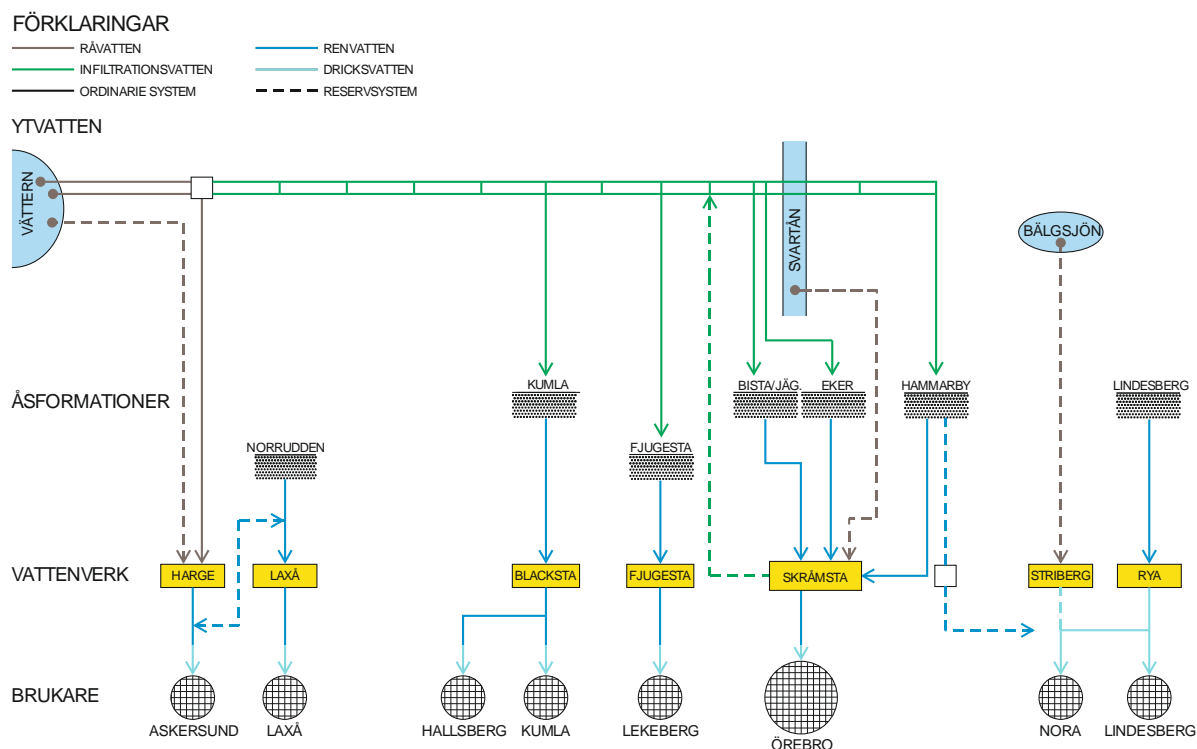
Figur Försörjning med reservvatten vid långvarigt avbrott i ordinarie matning från vattenverket vid Harge (ex. störningsfall A2, A3 eller C4).



Figur Försörjning med reservvatten vid totalt rörbrott (båda rören) mellan Kumla och Örebro (störningsfall D3).

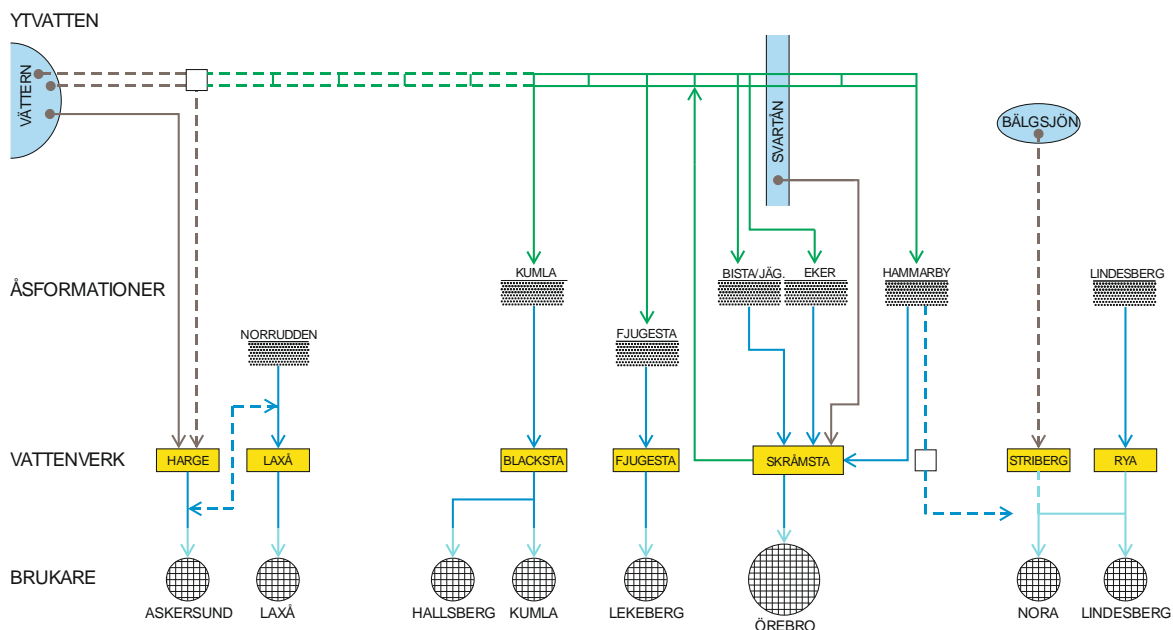
#### 4.11.6.2 Systemalternativ 2 – råvatten via ledning

Dubbel överföringsledning förläggs från intaget vid Harge och norrut. Ledningen sektioneras så som tidigare beskrivits. Överföringsledningens tänkta sträckning och anslutningspunkter till den framgår av kapitel 4.9.



Figur Systemets grundutformning.

Flertalet tänkbara störningsscenarioer i överföringen av råvattnet från Vättern klaras att åtgärdas inom 2 veckor, dvs. inom den tid som produktionsanläggningarna klarar försörjningen genom upplagrat vatten i åsmagasinen.



Figur Försörjningen vid långvarigt avbrott i ordinarie matning med råvatten från Harge (ex. störningsfall A2 eller A3).

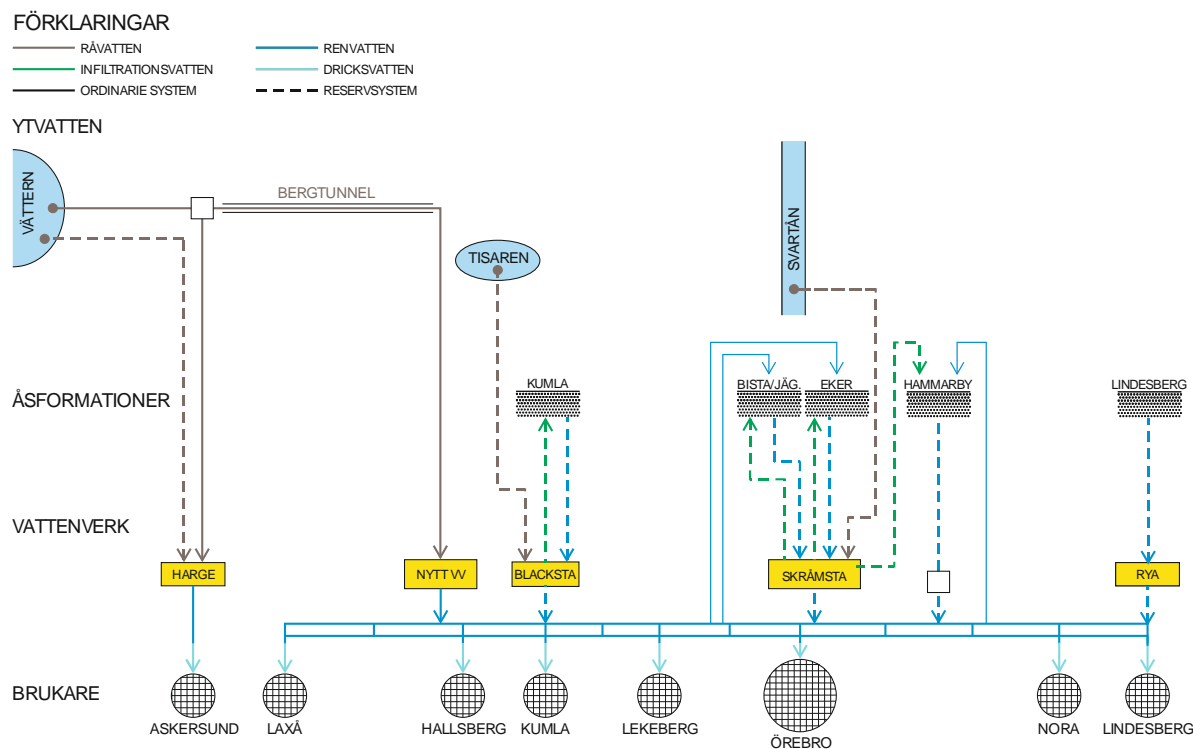
Exempelvis svår påverkan av råvattenkvaliteten kan medföra längre driftavbrott. För att klara sådana situationer bibehålls Skråmsta vattenverk torrlagt i beredskapsläge för att kunna driftsättas inom 2 veckor, dvs. inom den tid som åsarna förmår att täcka behovet. Vattnet pumpas in på den gemensamma överföringsledningen varvid även Blackstaverket kan försörjas med färdigt infiltrationsvatten.

#### 4.11.6.3 Systemalternativ 4 – renvatten via tunnel/ledning, VV Hallsberg

Ett nytt regionalt vattenverk och högreservoar anläggs vid Håkamo strax SO om Hallsberg. Verket försörjs med råvatten från Vättern via en bergtunnel med intag söder om Harge. Dubbel överföringsledning för renvatten förläggs från vattenverket och norrut. Ledningen sektioneras så som tidigare beskrivits.

Tryckstegring erfordras mellan Örebro och Nora/Lindsberg.

Överföringsledningens tänkta sträckning och anslutningspunkter till den framgår av kapitel 4.9.



Figur Systemets grundutformning.

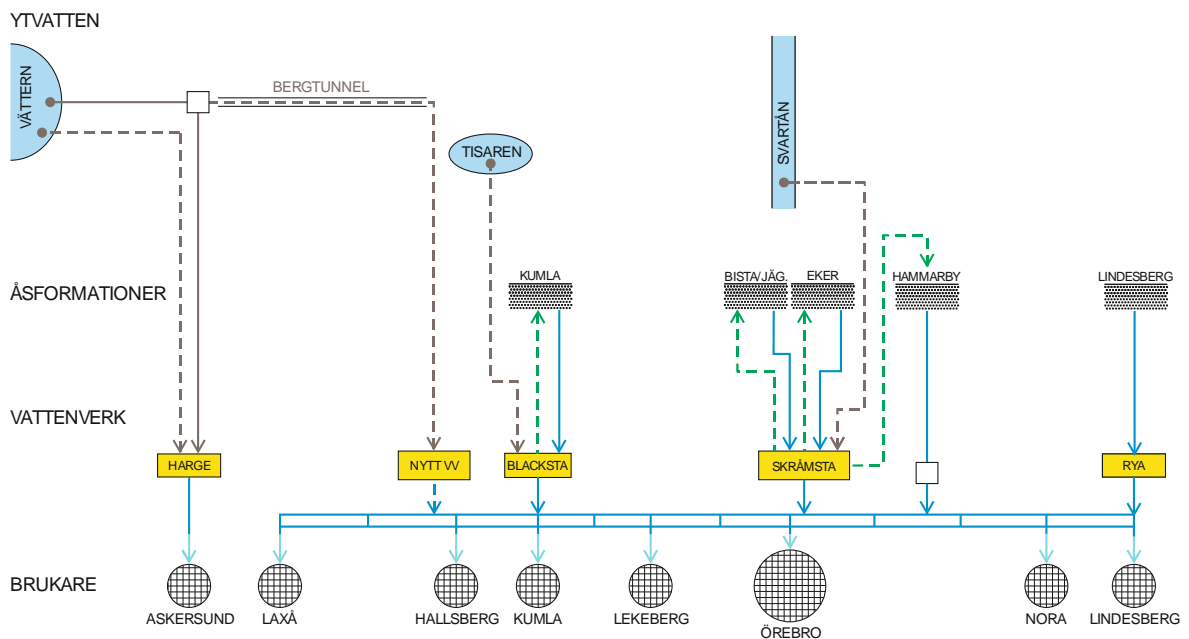
### Beredskap för korta avbrott (mindre än 2 v)

Åspartierna och anslutande anläggningar vid Blacksta, Bista, Jägarbacken, Eker och den planerade tåkten vid Mogetorp/Hammarby underhålls genom pålägg av Vätternvatten för att med några timmars varsel kunna startas upp för uttag. Även åsbrunnarna vid Rya hålls i beredskapsläge för motsvarande insättningstid. Erforderlig efterbehandling sker vid resp. verk innan vattnet pumpas in på de gemensamma överföringsledningarna.

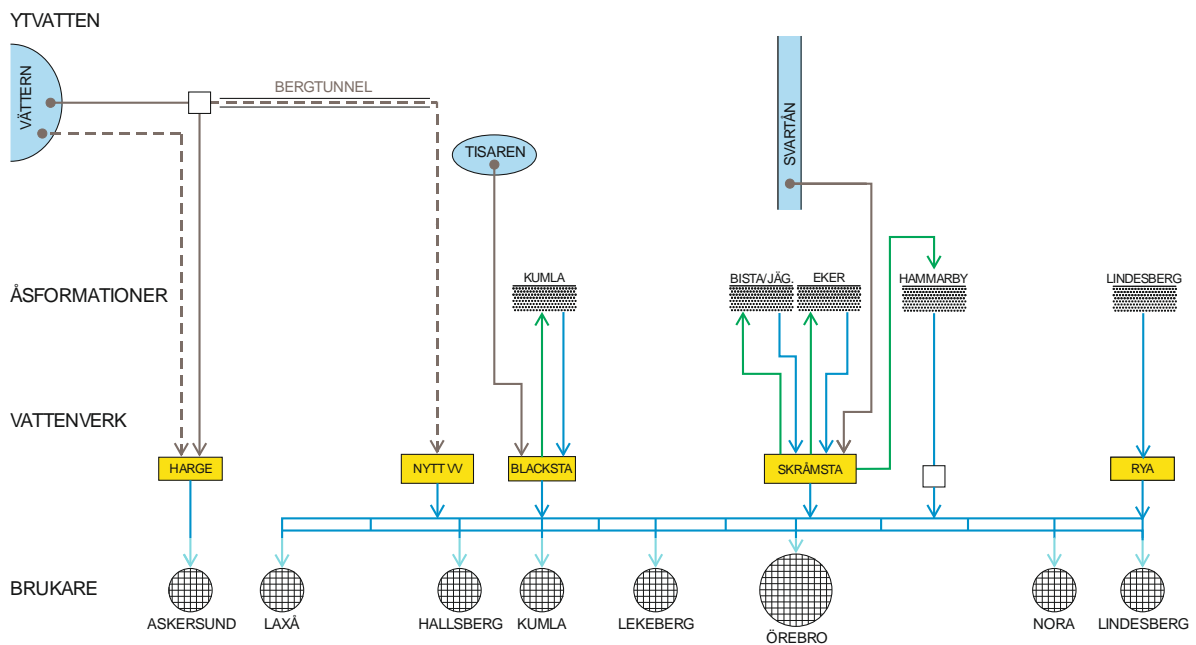
### Beredskap för långvariga avbrott

Flertalet tänkbara störningsscenarior klaras att åtgärdas inom 2 veckor, dvs. bemöts som korta avbrott enligt ovan. Svår påverkan av råvattenkvaliteten, tunnelras, storbrand i vattenverket etc. kan medföra längre driftavbrott. För att klara sådana situationer bibehålls Skråmsta vattenverk torrlagt, liksom Blacksta VV inkl. råvattenförsörjning, i beredskapsläge för att kunna driftsättas inom 2 veckor, dvs. inom den tid som åsarna förmår att täcka behovet.

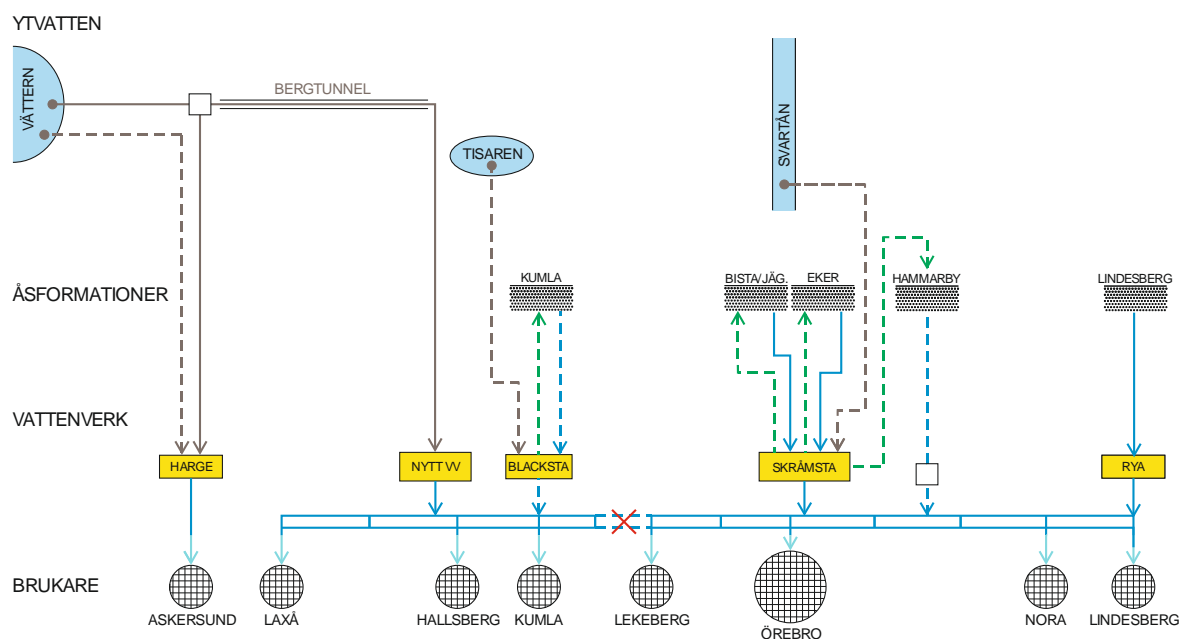
Följande figurer visar några störningsscenarioer och hur vattenförsörjningen kan arrangeras:



Figur Försörjning med reservvatten vid kortvarigt avbrott i ordinarie matning från vattenverket vid Hallsberg (ex. störningsfall A2 eller C4).



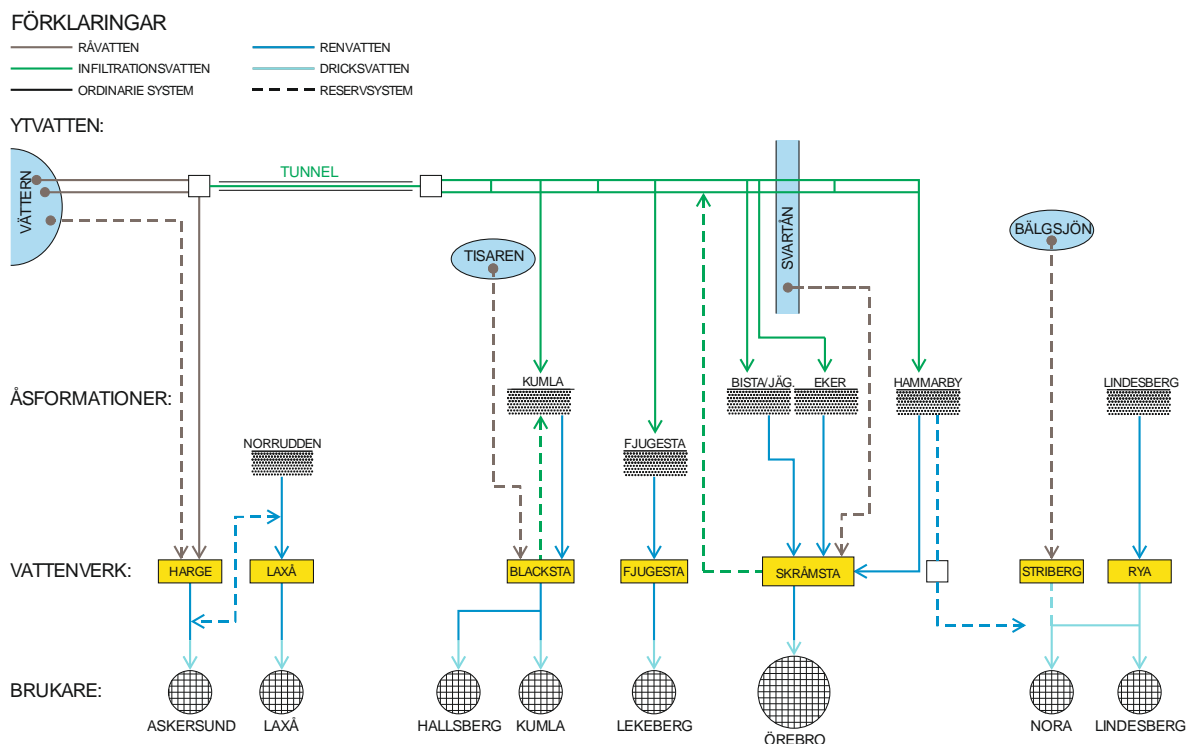
Figur Försörjning med reservvatten vid långvarigt avbrott i ordinarie matning från vattenverket vid Hallsberg (ex. störningsfall A2, A3, D7 eller D8).



Figur Försörjning med reservvatten vid totalt rörbrott (båda rören) mellan Kumla och Örebro (störningsfall D3).

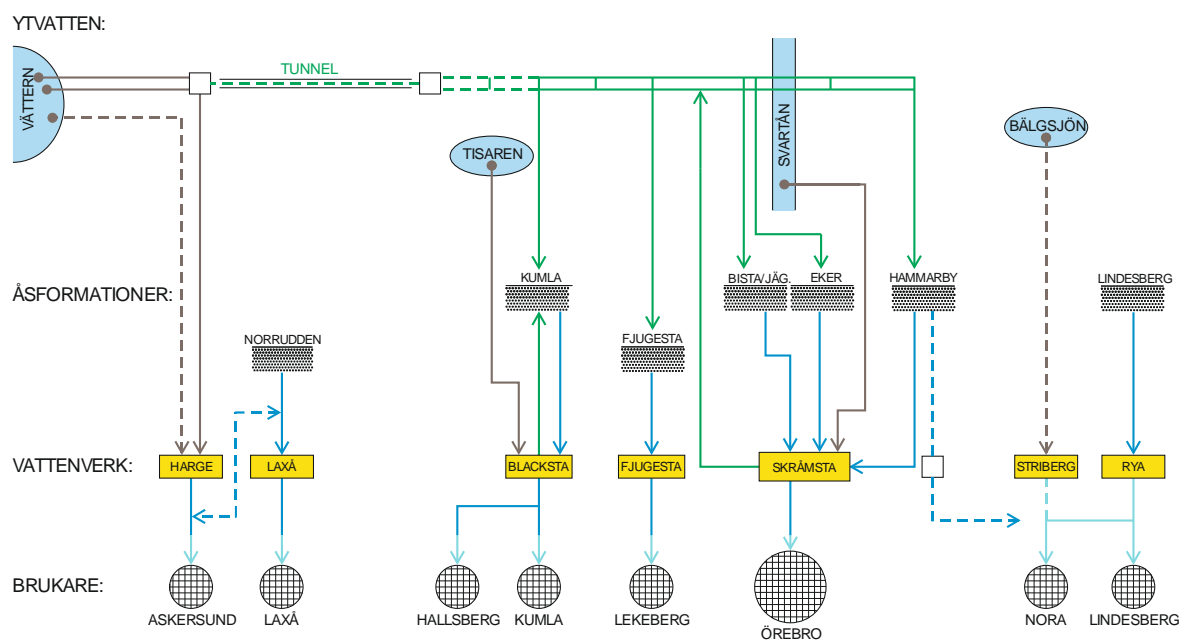
#### 4.11.6.4 Systemalternativ 5 – råvatten via tunnel/ledning

En bergtunnel anläggs mellan intaget strax söder om Harge och en fördelningsstation vid Håkamo SO om Hallsberg. Dubbel överföringsledning förläggs från fördelningsstationen och norrut. Ledningen sektioneras så som tidigare beskrivits. Överföringsledningens tänkta sträckning och anslutningspunkter till den framgår av kapitel 4.9.



Figur Systemets grundutformning.

Flertalet tänkbara störningsscenarior i överföringen av råvattnet från Vättern klaras att åtgärdas inom 2 veckor, dvs. inom den tid som produktionsanläggningarna klarar försörjningen genom upplagrat vatten i åsmagasinen. Exempelvis svår påverkan av råvattenkvaliteten, tunnelras etc. kan medföra längre driftavbrott. För att klara sådana situationer bibehålls Skråmsta vattenverk torrlagt i beredskapsläge för att kunna driftsättas inom 2 veckor, dvs. inom den tid som åsarna förmår att täcka behovet. Vattnet pumpas in på den gemensamma överföringsledningen varvid också Blackstaverket kan försörjas med färdigt infiltrationsvatten från Skråmsta. För att klara uppgiften krävs viss utbyggnad vid Skråmstas anläggning för beredning av infiltrationsvatten. Alternativt bibehålls råvattendelen och förbehandlingssteget i beredskapsläge även vid Blackstaverket, så som också systemfigurerna här visar.



Figur Försörjningen vid långvarigt avbrott i ordinarie matning med råvatten från Harge (ex. störningsfall A2 eller A3).





## 4.12 Kunskapsluckor

Om beslut fattas att gå vidare med projektet med regional vattenförsörjning från Vättern finns behov av att inom vissa delområden öka kunskapen.

Vad gäller intaget måste noggranna undersökningar utföras med kartering av botten- och strömförhållanden samt vattendjup. För att få en optimal placering av intaget erfordras också närmare studium av vissa parametrar, framför allt med avseende på fenomenet Intern Kelvinvåg, som kan uppkomma i Vättern. Temperatur, organiskt material och turbiditet måste därvid registreras under en flerårsperiod för att fånga upp de variationer som kan förekomma och för att få en uppfattning om vilka djup språngskiktet ligger på generellt under sommartid vid en potentiell intagspunkt.

Mikrobiologisk vattenkvalitet kan variera kraftigt i både tid och rum, lokala variationer kan vara stora och det är därför viktigt att en omfattande provtagning sker för att kunna beskriva kvaliteten på ett rättvist sätt. En utförligare mikrobiologisk undersökning där både indikatororganismer och sjukdomsframkallande mikroorganismer ingår bör genomföras vid en potentiell intagspunkt. Dessutom bör metallanalyser (framför allt zink och bly) ingå samt provtagning på sediment. Förekomst av parasiterna Giardia och Cryptosporidium är inte undersökt i Vättern efter vad som kunnat fås fram. Det föreslås att provtagningar och analyser görs för att klarlägga om de förekommer i Vätternvattnet.

Ledningskorridorerna måste studeras närmare med hänsyn till befintliga och aktuella fysiska planer. Mättningsarbete och utsättning blir aktuellt i principförslagsskedet. Särskilt känsliga och besvärliga passager måste studeras närmare. Hit hör te x passage av spårområdet i Hallsberg och ledningssträckningar inne i Örebro tätort.

Om tunnelalternativen är aktuella måste närmare studier/undersökningar enligt avsnitt 4.10 genomföras. Bland annat måste ökad kunskap om bergkvaliteten i aktuellt område tas fram, inventering ske av potentiella skadeobjekt samt riksintresset för fyndigheter av mineraler ytterligare klarläggas. Detta ger då säkrare underlag för beräkning av tunnelalternativens kostnader.



## 4.13 Riksintresse

Länsstyrelserna i Kronoberg och Skåne lämnade 2007 in en gemensam begäran att få Bolmentunneln riksintresseförklarad. Naturvårdsverket förklarade under 2010 tunneln, som förser 15 av Skånes kommuner med råvatten, som av riksintresse. Därmed är Bolmentunneln den första anläggning för vattenförsörjning som skyddas på det sättet.

Riksintresseförklaringen innebär att Bolmentunneln ges ett starkare skydd i den kommunala planeringen med översikts- och detaljplaner enligt PBL och i tillståndsfrågor för miljöfarlig verksamhet eller vattenverksamhet enligt miljöbalken. Pågående markanvändning påverkas inte av riksintresset.

Om projektet med regional vattenförsörjning från Vättern drivs vidare kan det ligga nära till hands att även här se den gemensamma anläggningen som av riksintresse. Särskilt om det skulle visa sig att det finns fler intressenter än de aktuella i Örebro län.



## 5. Avdelning 2 – Mottagarnas anläggningar

### 5.1 Askersunds kommun

#### 5.1.1 Nuvarande Anläggningar

##### 5.1.1.1 Ledningsnät

###### 5.1.1.1.1 Rörnät kommunen

Centralorten Askersund vattenförsörjs från vattenverket vid Harge. Överföringsledningen är ca 1.2 mil lång och är markförlagd från verket upp till Hammar, se bilaga 5.1.1. Resterande del utgörs av en sjöledning som ansluter till en lågreservoar inne i Askersund.

Följande kransorter i Askersunds kommun är anslutet till kommunens huvudnät för dricksvatten och därmed till vattenverket vid Harge, se bilaga 5.1.1:

- Harge – Bastedalen – Säna – Hammar – Hjälmarsnäs – Gammelträtt – Åmmeberg – Ladäng – Skyllberg – Kårberg, samt Rönneshytta – Lerbäck via Ladäng
- Olshammar (via sjöledning)

Samhällena Ladäng, Skyllberg, Kårberg m. fl. försörjs via en nord-sydgående vattenledning Ø110 PE anlagd i slutet av 1970-talet, fortsättningsvis kallat ”Ladängsystemet”. Ledningen är år 2010 sammankopplad med Åmmeberg via en sjöledning PN16 i Åmmelången.

###### 5.1.1.1.2 Stomnät huvudorten

Det primära vattenledningsnätet inom Askersunds tätort framgår av bilaga 5.1.2. Systemet är uppbyggt inom en enda tryckzon. Tryckhållande högreservoar saknas, dvs. nätet är stumt. Distribution sker via pumpar och hydroforer i anslutning till lågreservoaren till vilken ledningen från Harge ansluter.

Följande reservoarer finns totalt för Askersunds huvudnät:

Namn/läge	Typ	Volym m <sup>3</sup>	Nivå		Anm.
			Full	Tom	
Harge	Lågreservoar	180	+90.6	+88.4	Vattenverksreservoar
Askersund	Lågreservoar	500	+93.8	+90.5	(Reservation för nivåerna)

Inga särskilda svagheter av betydelse för utredningen har kunnat lokaliseras i nätet. Nätet är rutformat på gammalt vis med flertalet ledningar i dimension 150 mm, dvs. ofta väl tilltaget. Nätet är starkast kring lågreservoaren från vilken ledningar i dimension 200 mm grenar ut.

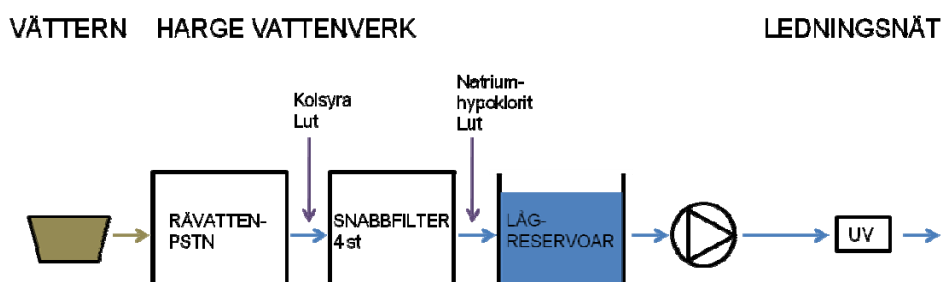
### 5.1.1.2 Huvudortens vattenverk, Harge vattenverk

#### 5.1.1.2.1 Allmänt

Harge vattenverk försörjer centralorten Askersund och de i föregående avsnitt omnämnda samhällena med dricksvatten. Ca 6250 personer är i dagsläget anslutna till verket. Verket byggdes ursprungligen på 1950-talet och tillbyggdes i mitten av 1970-talet med snabbfilter som då ersatte de tidigare långsamfiltren. För några år sedan förlängdes intagsledningen för att nå en bättre kvalitet på råvattnet till verket.

#### 5.1.1.2.2 Verkets utformning

Råvattnet utgörs av ytvatten som hämtas ur Vättern via en 2.7 km lång intagledning i Hargeviken. Tillstånd finns för ett uttag om 52 l/s (för närvarande tas ca 29 l/s, 2500 m<sup>3</sup>/d). Vattnet pumpas in till verket från en intagsbrunn belägen vid sjökanten.



Processen i verket, som framgår av ovanstående figur, är baserad på snabbfilter. Vattnet desinfekteras före överföring till mottagande orter och UV-behandlas före resp. nät. Verkets kapacitet framgår av följande tabell:

	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /h	l/s	Anm.
Dimensionerande flöde, medel	3460	144	40	
Dimensionerande flöde, max	4750	198	55	

Dricksvattenbehovet hos anslutna abonnenter uppgår idag teoretiskt till ca 1600 m<sup>3</sup>/d.

#### 5.1.1.2.3 Vattenkvalitet, processresultat:

Kvaliteten på råvattnet är i huvudsak god. Enligt vägledningen till Livsmedelsverkets föreskrifter (2001:30) erfordras 2 säkerhetsbarriärer mot mikrobiologisk förorening varav en ska vara av avskiljande typ.

Det färdiga dricksvattnet är i huvudsak också av god kvalitet vilket framgår av följande sammanställning baserad på ca 50 analyser:

	Koli cfu / 100 ml	E.coli	Ente	Clost	Temp C°	Turb FNU	Färg mgPt/l	Lukt	pH	Alk mg/l	COD mgO <sub>2</sub> /l	TOC mgO <sub>2</sub> /l	Ca mg/l	Mn mg/l	Fe mg/l	F mg/l	PO <sub>4</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> mg/l	NO <sub>2</sub> mg/l
Tjänligt m. anm.	1				20	0.5	15		7.5				100	0.05	0.1			20	0.10
Otjänligt	10	>0	>0						10.5							1.5		50	0.50
Medel	<1	<1				0.43	<5		8.4	73	1.53		15	<0.02	<0.05	0.1			
Max	4																		
Min																			

#### 5.1.1.2.4 Anläggningens beskaffenhet och skick samt planerade åtgärder i anläggningen

Vattenverket är funktionellt, men delvis ålderstiget. Lågreservoaren med distributionspumpar i Askersund är ca 30 år gammal. Överföringsledningen är också ca 30 år, men planer finns för ett byte eftersom ett antal ledningsbrott förekommit. Intagledningen är ny. Vattenverket synes kapacitetsmässigt kunna täcka det framtida behovet under överskådlig tid. Verket bör ses över i avseende på antalet barriärer.



#### 5.1.1.2.5 Redundans

Askersund försörjdes tidigare från brunnar strax norr om tätorten. Brunnarna finns kvar som reserv och har en kapacitet om i medel 605 m<sup>3</sup>/d och maximalt 950 m<sup>3</sup>/d, dvs. klart under normalbehovet. Vattnet är dessutom hårt och järnhaltigt. Annan alternativ vattentäkt saknas.

Askersund är väl försett med reservkraft genom stationära dieselmotorkraftverk för distributionspumparna i Askersund, vattenverket i Harge samt vattenverket i Åsbro. Tillgång finns även till egna mobila verk.

#### 5.1.1.2.6 Vattentaxa

Kommunens taxa för VA är idag 17,40 kr/m<sup>3</sup> exkl. moms, dvs. 21,75 inkl. moms. Andel där av som hör till vattenproduktion är inte känd i utredningen.

### 5.1.1.3 Kommunens övriga vattenverk

Förutom vattenverket vid Harge finns mindre verk/täkter på följande orter:

- Åsbro – grundvattentäkt som försörjer samhället Åsbro med omnejd.
- Zinkgruvan – grundvattentäkt som försörjer gruvsamhället Zinkgruvan med omnejd.
- Mariedamm – grundvattentäkt för byn Mariedamm.
- Snavlunda – grundvattentäkt som försörjer Snavlunda. Möjlighet finns att som reserv försörja Kårberg – Skyllberg – Ladäng med dricksvatten samt i betydligt begränsad mängd även Rönneshytta – Lerbäck. Grundvattentäkten vid Rönneshytta är nedlagd sedan år 2008.

Vattenverkens lägen framgår av bilaga 5.1.1.

## 5.1.2 Framtida anläggningar - vatten från Vättern

### 5.1.2.1 Alternativ 1 – Renvatten via ledningar

Systemalternativ 1 innebär att ett kommungemensamt vattenverk anläggs i trakten av Harge och ett renvatten från verket levereras norrut via markförlagda ledningar, se närmare i utredningens avdelning 1.

#### 5.1.2.1.1 Anslutningspunkter

Korridoren för överföringsledningen från det tänkta nya vattenverket vid Harge och norrut passerar strax väster om Askersund, se utredningens avdelning 1. Syftet är bl.a. att enkelt kunna ansluta tätorten Askersund. Korridoren korsar även över vattenförsörjningsledningen Kårberg-Skyllberg-Ladäng, dvs. det område som idag via Åmmeberg försörjs med vatten från vattenverket i Harge. Även detta system blir därmed möjligt att ansluta.

##### 5.1.2.1.1.1 Lågtrycksanslutning (bruten anslutning)

Generellt innebär ett sådant utförande på anslutning till det egna vattenförsörjningssystemet att överföringsledningen med vätternvatten bryts i anslutningspunkten och kvarvarande tryck går förlorat. Ledningen ansluts i detta fall lämpligen till en lågreservoar av något slag varifrån vattnet trycks ut till det lokala distributionsnätet med pumpar.

Fördelarna med detta utförande är generellt att ev. befintlig lågreservoarvolym kan nyttiggöras på ett enkelt sätt och att en ev. ”slutputsning” (klorering, alkalisering etc.) av vattnet kan ske mer kontrollerbart och säkert. Den efterföljande reservoarvolymen minimerar risken för doseringschocker på nätet.

Generellt är nackdelen just att vattnets tryckhöjd går förlorad och måste återskapas genom ny pumpning. Detta gör att utförandet inte är optimalt ut energisynpunkt. En annan nackdel är att systemet blir helt beroende av att också lokal elförsörjning och egna pumpar fungerar.

För Askersunds tätorts del sker anslutningen lämpligen till den befintliga lågreservoaren strax norr om Sundsbron. Här finns redan idag den mätning, UV-behandling och de distributionspumpar som erfordras för mottagande och vidare distribution av vattnet till det lokala tätortsnätet.

Anslutningen av Ladängsystemet för Kårberg, Rönneshytta, Skyllberg m.fl. orter kan ev. göras till bef. lågreservoar (45 m<sup>3</sup>) vid Kårberg, där UV-utrustning, vattenmätare och distributionspumpar finns. En högtrycksanslutning förefaller emellertid som en bättre lösning för denna anslutning, se nedan.

#### 5.1.2.1.1.2 Högtrycksanslutning

Generellt innebär ett sådant utförande på anslutning att överföringsledningen ansluts direkt till det egna vattenförsörjningsnätet utan att brytas, eller till en högreservoar på nätet. Vattnet kan då behöva tryckstegras alternativt tryckreduceras.

Fördelarna med detta utförande är generellt att trycket i överföringsledningen i anslutningspunkten tillvaratas helt. Systemet blir optimalt ur energisynpunkt. En annan fördel är att det egna nätet helt eller delvis kan försörjas med det resttryck som finns i överföringsledningen i händelse av strömbortfall eller fel i den egna tryckstegringsstationen.

En generell nackdel är, om överföringsledningen ansluts direkt till rör i distributionsnätet, att ev. kemikaliedosering (ex. klor och kalk) måste ske till trycksatt vatten. Processen blir mer svårkontrollerad och önskad utjämnande buffertvolym är svårt att anordna. Dessa problem finns inte på samma sätt om anslutningen kan ske direkt till en högreservoar. En stor ytterligare nackdel är att ev. lågreservoarvolym går förlorad, såvida den inte bibehålls fylld som beredskapsvolym. Sådant vatten måste i så fall omsättas, vilket kräver särskilda energikrävande arrangemang. Vidare erfordras fulltryckspumpar som klarar momentant behov när nätet kallar. En förutsättning är att högreservoarvolym finns som klarar minst dygnsutjämnningen och brandvattenbehovet.

Askersunds tätort kommer normalt att kunna försörjas direkt från den gemensamma överföringsledningen utan tryckstegring. En skyddande tryckreducering som ger staden ett jämt tryck bör dock anordnas. Vid stopp i inpumpningen i det gemensamma systemet faller tryckhöjden ner till strax under +130 vilket gör att ledningstrycket i staden norra del blir för lågt. Detta kan

bemötas antingen med att ett garanterat tryck upprätthålls i överföringsledningarna eller med lokal tryckstegring.

Ledningsnätet i Askersunds tätort är starkt längs sin västra kant där en matarledning i dimension Ø200 (225 PVC) löper, se bilaga 5.1.2. En anslutning via en mottagningsstation kan ske i tämligen valfritt läge längs denna ledning. Mottagningsstationen bestyckas med tryckreduceringsventil, vattenmätare och desinfekteringsutrustning. Bef. lågreservoar med pumpar kan förläggas som buffertreserv, men värdet av detta är tveksamt. Anordningar för vattnets omsättning erfordras i så fall.

Detta alternativ innebär att Askersund tar vatten ur den gemensamma överföringsledningen från Harge utan dygnsutjämning. Följden blir att erforderlig utjämningsvolym måste förläggas vid vattenverket i Harge och att överföringsledningen behöver dimensioneras upp för den momentana belastning som uttagen i Askersund jämförelsevis kan ge. Ett bra alternativ är att förse staden med erforderlig utjämningsvolym i en egen tryckhållande högreservoar. Tryckreduceringsenheten ersätts då med en nivåstyrd ventil.

På samma sätta kan Ladängssystemet anslutas med mottagningsstation i höjd med Långstorp. Den dynamiska belastningen av ett stumt system blir här mindre kännbar på det gemensamma systemet pga. det ringa antalet abonnenter. Ett hydroforsystem kan här nöjaktigt klara utjämningen av de momentana förbrukningstopparna. Ledningen söder ut bör förse med tryckutjämnande reduceringsventil. Vattnet norrut kan möjligen behöva tryckstegras i vissa driftlägen.

#### 5.1.2.1.2 Reservoarbehov

Reservoarerna i systemen bör på dricksvattensidan alltid rymma den volym som krävs för dygnsutjämning och därutöver den volym brandvatten som erfordras för orten. Reservoarerna bör även rymma en volym som i alla lägen ger tid för erforderliga insatser vid avbrott i inkommande vattenförsörjning. Följande ungefärliga reservoarbehov råder uppskattningsvis år 2050 för Askersund:

	Reservoarvolym, m <sup>3</sup>
Utjämningsvolym och brandvatten	ca 1100
Totalt med buffertvolym för 6 timmar avbrott	ca 2200
Totalt med buffertvolym för 12 timmar avbrott	ca 3200
Totalt med buffertvolym för 24 timmar avbrott	ca 4600

En jämförelse med vilka volymer som finns idag ger följande att notera:

- Volymen för utjämning och brandberedskap bör i högtrycksalternativet i sin helhet ligga i högreservoar. Det kan då konstateras att högreservoarvolymen för närvarande saknas helt.
- Dagens tillgängliga reservoarvolym (lågreservoaren) kommer inte att ge någon nämnvärd tidsfrist vid avbrott i vattenleveransen från Vättern. Volymen behöver utökas betydligt.

Så som beskrivits ovan under punkt 5.1.2.1.1 kan utjämningsvolymen i Askersunds fall ersättas med reservoarvolym i Harge och en utökad dimension på de gemensamma överföringsledningarna mellan Harge och Askersund.

### 5.1.2.1.3 Redundans

I utredningsuppdraget har ingått att studera och föreslå en alternativ vattenförsörjning i beredskap att starta upp och ansluta i händelse av störningar i försörjningen från Vättern.

Inledningsvis kan konstateras att Askersund kommun ligger tidigt i överföringssystemet, vilket betyder en jämförelse vis hög leveranstrygghet på vad överföringssystemet ankommer. Kommunen behöver emellertid likt övriga kommuner skydda sig för störningar i råvattenförsörjningen och i det gemensamma vattenverket i Harge. Någon möjlighet till del i ett ev. gemensamt reservsystem för slättkommunerna kan dock inte påräknas. Bef. grundvattenbrunnar vid Askersund är otillräckliga kapacitetsmässigt och vattenkvaliteten för dålig.

Att bibehålla det egna befintliga vattenverket vid Harge med överföringsledning som reserv är en möjlighet, men förefaller mindre tilltalande. Särskilt i det fall att Ladängsystemet, Hammar och Åmmeberg samt Olshammar också är inkopplat till det nya gemensamma vattenverket, dvs. att kommunens egna bef. vattenverk vid Harge inte är kvar i drift.

För att uppnå full redundans för Askersunds tätort föreslås att ett lokalt reservvattenverk typ actiflo anordnas där som reserv. Det egna bef. vattenverket vid Harge kan möjligen hållas standby för nödvattenförsörjning av Harge och Hammar, samt ev. Åmmeberg. Om Laxå kommun ansluter till projektet kan redundans med fördel samordnas med dem.

### 5.1.2.2 Alternativ 2 – Råvatten via ledningar

Systemalternativ 2 innebär att ett kommungemensamt intag för vätternvatten anläggs i trakten av Harge och ett råvatten levereras norrut via markförlagda ledningar, se närmare i utredningens avdelning 1. Enligt vägledningen till Livsmedelsverkets föreskrifter (2001:30) erfordras 2 säkerhetsbarriärer mot mikrobiologisk förorening innan vattnet kan levereras vidare som dricksvatten.

Intaget vid Harge kommer att förses med kontroller och styranordningar för att ständigt kunna leverera ett optimalt vatten från intagspunkterna i Vättern. Vattnet kommer där till att behandlas i mikrosilar för att avskilja partiklar och avsättningsbart material innan utpumpning. Ledningsträckningen är föreslagen att passera Askersund inom samma korridor som i alternativ 1, se ovan. Detta alternativ erbjuder följande alternativa möjligheter för Askersunds kommun:

- Högkvalitativt råvatten till det egna befintliga vattenverket vid Harge.
- Do via överföringsledning till ett nytt vattenverk i Askersund
- Do till ett ev. separat nytt eget vattenverk i trakten av Långstorp för Ladängsystemet.

### 5.1.2.3 Alternativ 3 – Renvatten, konstgjort grundvatten

Systemalternativ 3 innebär att ett kommungemensamt vattenverk för konstgjort grundvatten anläggs i trakten av Lerbäck. Verket kan via mark- och sjöförlagda ledningar leverera vatten till Askersunds tätort och Ladängsystemet.

#### 5.1.2.3.1 Anslutningspunkter

För Askersunds tätorts del sker anslutningen lämpligen till den befintliga lågreservoaren strax norr om Sundsbron. Här finns redan idag den mätning, UV-behandling och de distributionspumpar som erfordras för mottagande och vidare distribution av vattnet till det lokala tätortsnätet. Anslutningsledningen ankommer till lågreservoaren via sjöledning i Alsen på samma sätt som ledningen från Harge gör idag, se föreslagna ledningskorridorer i utredningens avdelning 1.

Anslutningen av Ladängsystemet för Kårberg, Rönneshytta, Skyllberg m.fl. orter kan göras i en punkt via en mottagningsstation som förläggs vid sjön Åmmelångens östra kant. Bef. sjöledning dras där upp till stationen. Bef. tryckstegringsstation vid Ladäng utnyttjas då även fortsättningsvis för distributionen inom Ladängsystemet.

Möjlighet finns också att ”bakvägen” ansluta Åmmeberg och Hammar via samma befintliga sjöledning. Systemet torde kräva tryckstegringar som emellertid inte studerats inom denna utredning.

#### 5.1.2.3.2 Reservoarbehov

Reservoarerna i systemen bör på dricksvattensidan alltid rymma den volym som krävs för dygnsutjämning och därutöver den volym brandvatten som erfordras för orten. Reservoarerna bör även rymma en volym som i alla lägen ger tid för erforderliga insatser vid avbrott i inkommande vattenförsörjning. Följande ungefärliga reservoarbehov råder uppskattningsvis år 2050 för Askersund (reservoarbehov bör närmare klargöras i en särskild utredning):

	Reservoarvolym, m <sup>3</sup>
Utjämningsvolym och brandvatten	ca 1100
Totalt med buffertvolym för 6 timmar avbrott	ca 2200
Totalt med buffertvolym för 12 timmar avbrott	ca 3200
Totalt med buffertvolym för 24 timmar avbrott	ca 4600

En jämförelse med vilka volymer som finns idag ger följande att notera:

- Volymen för utjämning och brandberedskap bör i sin helhet ligga i högreservoar. Det kan då konstateras att högreservoarvolymen för närvarande saknas helt.
- Dagens tillgängliga reservoarvolym kommer inte att ge någon nämnvärd tidsfrist vid avbrott i vattenleveransen från det gemensamma vattenverket vid Lerbäck. Volymen behöver utökas betydligt.

#### 5.1.2.3.3 Redundans

I utredningsuppdraget har ingått att studera och föreslå en alternativ vattenförsörjning i beredskap att starta upp och ansluta i händelse av störningar i försörjningen från Vättern.

Kommunen behöver så som övriga kommuner skydda sig för störningar i överföringssystemen och i det gemensamma vattenverket. Bef. grundvattenbrunnar vid Askersund är otillräckliga och vattenkvaliteten för dålig.

Att bibehålla det egna befintliga vattenverket vid Harge med överföringsledningar som reserv är en möjlighet, men förefaller mindre tilltalande. Möjligen bibehålls verket för att försörja Harge, Hammar och Olshammar.

För att uppnå full redundans för Askersunds tätort föreslås att ett lokalt reservvattenverk typ actiflo anordnas där. Det bef. vattenverket vid Harge kan möjligen leverera reservvatten för Åmmeberg och Ladängsystemet, förutsatt att det hålls i drift för Hammar och Olshammar. Om Laxå kommun ansluter till projektet kan redundans med fördel samordnas med dem.

#### 5.1.2.4 Alternativ 4 – Renvatten, tunnelalternativet

Alternativ 4 innebär att en kommungemensam bergtunnel anläggs för råvatten från Vättern till ett nytt vattenverk i trakten av Hallsberg, se närmare i utredningens avdelning 1. Verket levererar renvatten till angränsande kommuner och norrut.

Intaget, som prel. förläggs på Vätterns östra strand strax söder om Hargeviken, kommer att förses med kontroller och styranordningar för att ständigt kunna leverera ett optimalt vatten från intagspunkterna i sjön. Vattnet kommer där till att behandlas i mikrosilar för att avskilja partiklar och avsättningsbart material innan tunneln.

Detta alternativ erbjuder möjligheter för Askersunds kommun att hämta högkvalitativt råvatten till det egna befintliga vattenverket vid Harge. Detta kan göras via en sjöledning från intagsstationen vid tunnelinloppet. En annan möjlighet är att hämta vattnet via en uttagsbrunn över själva tunneln eller via en ledning i ett tunnelpåslag vid ex. Gärdshyttan.

#### 5.1.2.5 Alternativ 5 – Råvatten, tunnelalternativet

Alternativ 5 innebär att en kommungemensam bergtunnel anläggs från Vättern fram till Hallsberg där en fördelningsstation förläggs för leverans av vätternvatten som råvatten till angränsande kommuner och norrut.

Detta alternativ erbjuder samma möjligheter för Askersunds kommun som alternativ 4, se föregående avsnitt.



## 5.1.2.6 Kostnader

### 5.1.2.6.1 Alternativ 1, renvatten via rörledningar

Följande översiktliga kostnadsuppskattning avser erforderliga lokala anläggningar hos mottagaren så som de beskrivs under detta avsnitt (5.1), Askersund i detta fall.

#### Lokala kostnader (milj. kr):

Anläggningskostnader (mottagningsstation i Askersund resp. Långstorp), exkl. ev. högreservoar, redundansåtgärder etc.	10
---	----

Kapitalkostnader (kalkylränta 4%, avskrivningstid 30 år):

0.0578 x 10 milj. kr	0.6
Driftkostnader	0.4
<b>Summa årskostnad</b>	<b>1.0</b>

#### Vattenpris (kr/m<sup>3</sup>):

Lokal del 1.0/1.20 milj. m <sup>3</sup> per år	0.8
Gemensam del, se utredningens avdelning 1	4.9
<b>Totalt ca</b>	<b>5.7</b>

### 5.1.2.6.2 Alternativ 2, råvatten via rörledningar

Kostnaderna för en ev. anslutning till detta alternativ har inte studerats i utredningen.

### 5.1.2.6.3 Alternativ 3, renvatten, konstgjort grundvatten

#### Lokala kostnader (milj. kr):

Anläggningskostnader (mottagningsstation i Askersund resp. Långstorp), exkl. ev. högreservoar, redundansåtgärder etc.	10
---	----

Kapitalkostnader (kalkylränta 4%, avskrivningstid 30 år):

0.0578 x 10 milj. kr	0.6
Driftkostnader	0.4
<b>Summa årskostnad</b>	<b>1.0</b>

**Vattenpris (kr/m<sup>3</sup>):**

Lokal del 1.0/1.20 milj. m <sup>3</sup> per år	0.8
Gemensam del, se utredningens avdelning 1	4.2
<hr/>	
Totalt ca	5.0

**5.1.2.6.4 Alternativ 4, renvatten, tunnelalternativet**

Kostnaderna för en ev. anslutning till detta alternativ har inte studerats i utredningen.

**5.1.2.6.5 Alternativ 5, råvatten, tunnelalternativet**

Kostnaderna för en ev. anslutning till detta alternativ har inte studerats i utredningen.



## 5.2 Hallsberg

### 5.2.1 Nuvarande anläggningar

#### 5.2.1.1 Ledningsnät

##### 5.2.1.1.1 Rörnät kommunen

Centralorten Hallsberg vattenförsörjs från Kumla kommuns vattenverk vid Blacksta. Överföringsledningen Ø400 mm från Blacksta är ca 5 km lång och ansluter stadsnätets från nordost, se bilaga 5.2.1. Följande kransorter i Hallsbergs kommun är också anslutet till Blacksta vattenverk:

- Via Hallsberg: – Östansjö
- Direkt från Blacksta vv via tryckstegringsstation vid Tarsta: – Pålsboda – Svennevad samt Sköllersta

Utöver tryckstegringen vid Tarsta så sker tryckstegring för Östansjö vid Tälle.

Följande reservoarer finns i det kommunala vattenledningsnätet i Hallsbergs kommun, den del som är anslutet till Blacksta:

Namn/läge	Typ	Volym m <sup>3</sup>	Nivå		Anm.
			Full	Tom	
Hallsberg	Högreservoar	900	+105.2	+99.0	Torn
Östansjö	Högreservoar	200	+139	+132	Ungefärliga nivåer
Tarsta	Lågreservoar	400			Tryckstegringsstation
Sköllersta	Högreservoar	300			Torn

Dricksvattenreservoarer finns även i Vretstorp (högreservoar, 300 m<sup>3</sup>), Hjortkvarn (lågreservoar vid vattenverket, 125 m<sup>3</sup>) och Björnhammar (lågreservoar vid tryckstegringsstation, 90 m<sup>3</sup>). Dessa är anslutna till annat separat vattenförsörjningssystem, dvs. är inte anslutna för vatten från Blacksta.

#### 5.2.1.1.2 *Stomnät huvudorten*

Det primära vattenledningsnätet inom Hallsbergs tätort framgår av bilaga 5.2.2. Systemet är uppbyggt inom en enda tryckzon. Tryckhållande högreservoar finns i stadsnätets västra del. Ingen tryckstegring sker för tätorten utöver vad utpumpningen vid Blacksta vattenverk ger.

Nätet har sin styrketyngdpunkt i sin östra del, dvs. på den sida som imatningen sker idag. Belastningen på nätet torde vara störst längs norra kanten och där industrin i huvudsak är orienterad. Någon särskilt stor industriförbrukningen uppges emellertid inte finnas. Nätet är bäst förberett för anslutning från öster. Anslutning från annat håll kan erfordra förstärkningar.

#### 5.2.1.2 **Huvudortens vattenverk, Blacksta vattenverk**

Blacksta vattenverk är beläget strax söder om Kumla och har Kumla kommun som huvudman. Verket, vattenkvalitet etc. beskrivs i utredningens avdelning 2, under punkt 5.3.1.2

#### 5.2.1.2.1 *Redundans*

I Hallsberg finns 3 grundvattenbrunnar kvar som användes för stadens vattenförsörjning innan anslutningen till Blacksta vattenverk skedde år 1978. Två av brunnarna används idag för annan vattenförsörjning (plantskola och ishall) och den tredje pumpas för att hålla nere grundvattennivån i tätorten. Vattnet innehåller höga halter av järn och mangan. Dessa tre brunnar har kapacitet att till 80% försörja Hallsberg och Östansjö med reservvatten ("nödvatten"). En utredning pågår med uppgift att klarlägga detta närmare. Skyddsområde för tåkten finns fastställt.

#### 5.2.1.2.2 *Vattentaxa*

Kommunens taxa för VA är idag 15.34 kr/m<sup>3</sup> (fast avgift tillkommer), varav ca 6.10 kr/m<sup>3</sup> för vattnet.

### 5.2.1.3 Kommunens övriga vattenverk

Hallsbergs kommun har följande egna vattenverk:

#### **Vretstorps vv:**

Försörjningen är baserad på grundvatten från 2 brunnar belägna söder om järnvägen. Vattnet har bra kvalitet och i verket sker endast pH-justering och klorering (vid behov) innan distribution. Verket försörjer samhället Vretstorp med omnejd.

#### **Hjortkvarns vv:**

Försörjningen är baserad på grundvatten från 2 brunnar. Vattnet innehåller höga halter järn och mangan. I verket luftas vattnet, filtreras i sandfilter, pH-justeras och kloreras (vid behov) innan distribution. Verket försörjer Hjortkvarn och Björnhammar med vatten.

## 5.2.2 Framtida anläggningar - vatten från Vättern

### 5.2.2.1 Alternativ 1 – Renvatten via ledningar

Systemalternativ 1 innebär att ett kommungemensamt vattenverk anläggs i trakten av Harge och ett renvatten från verket levereras norrut via markförlagda ledningar, se närmare i utredningens avdelning 1.

#### 5.2.2.1.1 Anslutningspunkter

Förslag till korridorer för överföringsledningen från det tänkta nya vattenverket vid Harge och norrut framgår av utredningens avdelning 1. En korridor passerar strax öster om Hallsbergs tätort i riktning mot Blacksta vattenverk. En annan alternativ korridor passerar mellan Hallsberg och Östansjö. Båda alternativen ger goda möjligheter till anslutning. Den östra korridoren ger även möjlighet till direktanslutning av ledningen mot Tarsta. Det västra alternativet ger på samma sätt möjlighet till direktanslutning av Östansjö.

#### 5.2.2.1.1.1 Lågtrycksanslutning (bruten anslutning)

Generellt innebär ett sånt utförande på anslutning till det egna vattenförsörjningssystemet att överföringsledningen med vätternvatten bryts i anslutningspunkten och kvarvarande tryck går förlorat. Ledningen ansluts i detta fall lämpligen till en lågreservoar av något slag varifrån vattnet trycks ut till det lokala distributionsnätet med pumpar.

Fördelarna med detta utförande är generellt att ev. befintlig lågreservoarvolym kan nyttiggöras på ett enkelt sätt och att en ev. ”slutputsning” (klorering, alkalisering etc.) av vattnet kan ske mer kontrollerbart och säkert. Den efterföljande reservoarvolymen minimerar risken för doseringschocker på nätet.

Generellt är nackdelen just att vattnets tryckhöjd går förlorad och måste återskapas genom ny pumpning. Detta gör att utförandet inte är optimalt ur energisynpunkt. En annan nackdel är att systemet blir helt beroende av att också lokal elförsörjning och egna pumpar fungerar.

De goda tryckförhållandena i den gem samma överföringsledningen där den passerar genom Hallsbergs kommun gör att detta alternativ inte är att rekommendera.

#### 5.2.2.1.1.2 Högtrycksanslutning

Generellt ett sådant utförande att överföringsledningen ansluts direkt till det egna vattenförsörjningsnätet utan att brytas, eller till en högreservoar på nätet. Vattnet kan då behöva tryckstegras alternativt tryckreduceras.

Fördelarna med detta utförande är generellt att trycket i överföringsledningen i anslutningspunkten tillvaratas. Systemet blir optimalt ur energisynpunkt. En annan fördel är att det egna nätet helt eller delvis kan försörjas med det resttryck som finns i överföringsledningen i händelse av strömbortfall eller fel i den egna tryckstegringsstationen.

En generell nackdel är, om överföringsledningen ansluts direkt till rör i distributionsnätet, att ev. kemikaliedosering (ex. klor och kalk) måste ske till trycksatt vatten. Processen blir mer svårkontrollerad och önskad utjämnande buffertvolym är svårt att anordna. Dessa problem finns inte på samma sätt om anslutningen kan ske direkt till en högreservoar. En stor ytterligare nackdel är att ev. lågreservoarvolym går förlorad, såvida den inte bibehålls fylld som beredskapsvolym. Sådant vatten måste i så fall omsättas, vilket kräver särskilda

energikrävande arrangemang. Vidare erfordras fulltryckspumpar som klarar momentant behov när nätet kallar. En förutsättning är att högreservoarvolym finns som klarar minst dygnsutjämningen och brandvattenbehovet.

För Hallsbergs del är en högtrycksanslutning att föredra emedan tryckförhållandena i den gemensamma överföringsledningen är så goda. Den västra sträckningen torde vara det mest sannolika för överföringsledningen.

För Östansjöes vattenförsörjning anordnas i detta fall en mottagningsstation vid Perstorp strax söder om järnvägen. Mottagningsstationerna bestyckas med tryckreduceringsventil, vattenmätare och desinfekteringsutrustning. Anläggningen bereds även för att försörja Vretstorp efter utbyggnad av anslutningsledning.

Anslutningen vid Perstorp är även ett alternativ för försörjning av Laxå via en överföringsledning längs södra sidan av järnvägen genom bl.a. Östansjö och Vretstorp. I ett sådant utförande anordnas mottagningsstationer för dessa orter i stället på denna överföringsledning mot Laxå.

För vattenförsörjningen av Hallsbergs tätort anläggs en mottagningsstation på överföringsledningen i trakten av Källtorp för anslutning av stadsnätet vid Stocksäter. En mindre lokal nätförstärkning torde erfordras. Överföringsledningen från Blacksta kan ev. behållas som reserv.

En alternativ möjlighet är att förlägga mottagningsstationen vid Björka på bef. överföringsledning från Blacksta vv. En reservmatning kan då lämpligen ordnas med en vilande anslutning vid Tälle.

I detta västra alternativ för de kommungemensamma överföringsledningarna så försörjs de till Tarsta anslutna samhällena även fortsättningsvis via Blacksta, men med vätternvatten.

#### 5.2.2.1.2 *Reservoarbehov*

Reservoarerna i systemen bör på dricksvattensidan alltid rymma den volym som krävs för dygnsutjämning och därutöver den volym brandvatten som erfordras för orten. Reservoarerna bör även rymma en volym som i alla lägen ger tid för erforderliga insatser vid avbrott i inkommande vattenförsörjning. Följande ungefärliga reservoarbehov råder uppskattningsvis år 2050 för Hallsbergs tätort (reservoarbehov bör närmare klargöras i en särskild utredning):



	Reservoarvolym, m <sup>3</sup>
Utjämningsvolym och brandvatten	1400
Totalt med buffertvolym för 6 timmar avbrott	2900
Totalt med buffertvolym för 12 timmar avbrott	4200
Totalt med buffertvolym för 24 timmar avbrott	6100

En jämförelse med vilka volymer som finns idag ger följande att notera:

- Volymen för utjämning och brandberedskap bör i högtrycksalternativet i sin helhet ligga i högreservoar. Det kan då konstateras att bef. högreservoarvolym inte blir fullt tillräcklig.
- Buffertvolym saknas helt, dvs. volymen behöver utökas betydligt.

Systemalternativ 1 innefattar en reservoar på krönet av förkastningsbranten där tryckledningarna söderifrån ansluter. Bristen på buffertvolym kan i Hallsbergs fall ersättas med utökad reservoarvolym här. Bristen på utjämningsvolym kan också den ersättas med utrymme i nämnda reservoar, men kan även kräva utökad dimension på de gemensamma överföringsledningarna från krönreservoaren fram till anslutningspunkten. Ett alternativ till detta kan vara att kommunen anlägger en egen kompletterande högreservoar på höjdryggen söder om samhället.

### 5.2.2.1.3 Redundans

I utredningsuppdraget har ingått att studera och föreslå en alternativ vattenförsörjning i beredskap att starta upp och ansluta i händelse av störningar i försörjningen från Vättern.

Blacksta vattenverk föreslås som lokal reservvattenförsörjning för Hallsbergs kommun tillsammans med Kumla kommun. Systemet beskrivs närmare under kapitel 5.3 om Kumla kommun.

Ett alternativ med gemensam modell för slättkommunernas reservvattenförsörjning finns också baserad på Skråmsta i Örebro som beredskapsverk, se närmare i utredningens avdelning 1.

### 5.2.2.2 Alternativ 2 – Råvatten via ledningar

Systemalternativ 2 innebär att ett kommungemensamt intag för vätternvatten anläggs i trakten av Harge och ett råvatten levereras norrut via markförlagda ledningar, se närmare i utredningens avdelning 1. Enligt vägledningen till Livsmedelsverkets föreskrifter (2001:30) erfordras 2 säkerhetsbarriärer mot mikrobiologisk förorening innan vattnet kan levereras vidare som dricksvatten.

Alternativet innebär vidare att råvattnet från Tisaren till Blacksta vv ersätts med färdigt infiltrationsvatten från Vättern. Hallsbergs kommun försörjs här även fortsättningsvis med dricksvatten från Blacksta vattenverk.

Möjlighet finns även att anlägga ett eget vattenverk baserat på råvattnet från Vättern. Sådana lokala alternativ har emellertid inte studerats närmare i denna utredning.

### 5.2.2.3 Alternativ 3 – Renvatten, konstgjort grundvatten

Systemalternativ 3 innebär att ett kommungemensamt vattenverk för konstgjort grundvatten anläggs i trakten av Lerbäck. Verket kan via ledningar leverera vatten till Hallsbergs kommun på samma sätt som i Alternativ 1. Allt som beskrivs under kapitel 5.2.2.1 ovan gäller även för detta alternativ.

### 5.2.2.4 Alternativ 4 – Renvatten, tunnelalternativet

Systemalternativ 4 innebär att en kommungemensam bergtunnel anläggs för råvatten från Vättern till ett nytt vattenverk strax sydost om Hallsbergs tätort, se närmare i utredningens avdelning 1. Verket avses leverera renvatten till angränsande kommuner och norrut.

Detta alternativ erbjuder möjligheter för Hallsbergs kommun att ansluta centralorten, inkl. anslutande system, direkt till vattenverket via en egen överföringsledning. Tarsta och anslutna samhällen ansluts till den kommungemensamma överföringsledningen där den korsar bef. ledning från Blacksta vv.

#### 5.2.2.4.1 Anslutningspunkter

Förslag till korridorer för överföringsledningen från det tänkta nya vattenverket och norrut framgår av utredningens avdelning 1. Korridoren från det nya gemensamma vattenverket korridor passerar strax öster om Hallsbergs tätort i riktning mot Blacksta vattenverk.

##### 5.2.2.4.1.1 Lågtrycksanslutning (bruten anslutning)

Utförandet med för- och nackdelar beskrivs ovan under Alternativ 1, kapitel 5.2.2.1.1.1 De goda tryckförhållandena i den gemensamma överföringsledningen där den passerar genom Hallsbergs kommun och närheten till det nya gemensamma vattenverket gör att detta alternativ knappast kan komma ifråga.

##### 5.2.2.4.1.2 Högtrycksanslutning

Utförandet med för- och nackdelar beskrivs ovan under Alternativ 1, kapitel 5.2.2.1.1.2. För Hallsbergs del är en högtrycksanslutning att föredra emedan tryckförhållandena i de gemensamma anläggningarna (vattenverkets höga läge och trycket i överföringsledningen) är så goda.

För Hallsbergs tätort kan två möjligheter urskiljas:

- Anslutning direkt till verket med egen överföringsledning. Tryckstegring krävs med ca 15 m vp vilket lämpligen görs vid verket. Ledningen angör stadsnätets sydöstra del, söder om järnvägen. Nätet är här förhållandevis starkt. En viss förstärkning kan komma att erfordras i nätet. En fördel med denna möjlighet är att den nätanpassade putsningen (ex. desinfektion, ev. alkalisering) av vattnet kan ske kontrollerat vid vattenverket.
- Anslutning till den kommungemensamma överföringsledningen efter att den korsat stambanan i höjd med Berga. En mottagningsstation anläggs i anslutningspunkten och bestyckas med tryckstegringspumpar, vattenmätare och utrustning för desinfektion. Stationen ansluts med ny ledning till bef. överföringsledning från Blacksta strax norr om Brunkullen.

Det finns också en ledningskorridor föreslagen för en möjlig anslutning av Laxå, se närmare i utredningens avdelning 1. Korridoren passerar genom Hallsberg strax norr om Långängen och löper strax söder om järnvägen västerut. Om denna ledning kommer till utförande så finns möjlighet för såväl Hallsberg, Östansjö som Vretstorp att ansluta till denna. Anslutningarna görs med mottagningsstationer mitt för resp. samhälle.

Ledningen till Tarsta med anslutna samhällen korsas av den kommungemensamma överföringsledningen mitt för Blacksta vattenverk. Här anläggs en mottagningsstation, typ ventilstation, på bef. ledning Ø200-250 till Tarsta. Enligt en prel. bedömning räcker ledningstrycket för att föra erforderligt flöde till lågreservoaren vid Tarsta utan tryckstegring, en stäcka på ca 9 km. Självva mottagningsstationen kan lämpligen vara gemensam med Kumla kommun.

#### 5.2.2.4.2 *Reservoarbehov*

Reservoarbehovet är det samma som beskrivs för systemalternativ 1, se 5.2.2.1.2.

En jämförelse med vilka volymer som finns idag ger följande att notera:

- Volymen för utjämning och brandberedskap bör i högtrycksalternativet i sin helhet ligga i högreservoar. Det kan då konstateras att bef. högreservoarvolym inte blir fullt tillräcklig.
- Buffertvolym saknas helt, dvs. volymen behöver utökas betydligt.

Systemalternativ 4 innefattar en reservoar vid det nya kommungemensamma vattenverket. Bristen av buffertvolym kan i Hallsbergs fall åtgärdas med utökad reservoarvolym här. Bristen på utjämningsvolym kan däremot inte fullt ut ersättas med utrymme i nämnda reservoar emedan den blir ca 15 m vp för lågt belägen jämfört med systemtryckhöjden i tätorten. Närheten till det mer leveranssäkra gemensamma systemet kan dock sägas kompensera för detta och Hallsberg blir inte heller helt utan vatten även om det egna tornet i centralorten töms. I förlängningen bör kommunen överväga att anlägga en egen kompletterande högreservoar på höjdryggen strax sydväst om det nya vattenverket.

#### 5.2.2.4.3 *Redundans*

I utredningsuppdraget har ingått att studera och föreslå en alternativ vattenförsörjning i beredskap att starta upp och ansluta i händelse av störningar i försörjningen från Vättern.

Blacksta vattenverk föreslås som lokal reservvattenförsörjning för Hallsbergs kommun tillsammans med Kumla kommun. Systemet beskrivs närmare under kapitel 5.3 om Kumla kommun.

En alternativ gemensam modell för slättkommunernas reservvattenförsörjning finns också baserad på Skråmsta i Örebro som beredskapsverk, se närmare i utredningens avdelning 2.

### 5.2.2.5 Alternativ 5 – Råvatten, tunnelalternativet

Alternativ 5 innebär att en kommungemensam bergtunnel anläggs från Vättern fram till Hallsberg där en fördelningsstation förläggs för leverans av vätternvatten som råvatten till angränsande kommuner och norrut.

Alternativet innebär att råvattnet från Tisaren till Blacksta vattenverk ersätts med färdigt infiltrationsvatten från Vättern. Hallsbergs kommun försörjs här även fortsättningsvis med dricksvatten från Blacksta vattenverk.

Möjlighet finns även att anlägga ett eget vattenverk baserat på råvattnet från Vättern. Sådana lokala alternativ har emellertid inte studerats närmare i denna utredning.

### 5.2.2.6 Kostnader

#### 5.2.2.6.1 Alternativ 1, renvatten via rörledningar

Följande översiktliga kostnadsuppskattning avser erforderliga lokala anläggningar hos mottagaren så som de beskrivs under detta avsnitt (5.2), Hallsberg i detta fall.

#### Lokala kostnader (milj. kr):

Anläggningskostnader för högtrycksanslutning, västra alternativet (Mottagningsstation Perstorp och Källtorp, ändringar och förstärkningar i ledningsnätet samt i Blacksta för anslutning Tarsta)	14
--	----

Kapitalkostnader (kalkylränta 4%, avskrivningstid 30 år):

0.0578 x 14 milj. kr	0.8
Driftkostnader	0.4
<b>Summa årskostnad</b>	<b>1.2</b>

#### Vattenpris (kr/m<sup>3</sup>):

Lokal del, 1.2/1.64 milj. m <sup>3</sup> per år	0.7
Gemensam del, se utredningens avdelning 1	4.9
<b>Totalt ca</b>	<b>5.6</b>

### 5.2.2.6.2 Alternativ 2, råvatten via rörledningar

#### Lokala kostnader (milj. kr):

Alternativet medför kostnader för vissa omställningar i Blacksta vattenverk som marginellt påverkar vattenpriset.

#### Vattenpris (kr/m<sup>3</sup>):

Lokal del, av kostnader vid Blacksta vattenverk	0.1
Gemensam del, se utredningens avdelning 1	2.5
<hr/> Totalt ca	<hr/> 2.6

### 5.2.2.6.3 Alternativ 3, renvatten, konstgjort grundvatten

#### Lokala kostnader (milj. kr):

Anläggningskostnader för högtrycksanslutning, västra alternativet (Mottagningsstation Perstorp och Källtorp, ändringar och förstärkningar i ledningsnätet samt i Blacksta för anslutning Tarsta), exkl. kompletterande högreservoar, del i redundanskostnader etc.	14
<hr/>	<hr/>

#### Kapitalkostnader (kalkylränta 4%, avskrivningstid 30 år):

0.0578 x 14 milj. kr	0.8
Driftkostnader	0.4
<hr/> Summa årskostnad	<hr/> 1.2

#### Vattenpris (kr/m<sup>3</sup>):

Lokal del, 1.2/1.64 milj. m <sup>3</sup> per år	0.7
Gemensam del, se utredningens avdelning 1	4.2
<hr/> Totalt ca	<hr/> 4.9

#### 5.2.2.6.4 Alternativ 4, renvatten, tunnelalternativet

##### Lokala kostnader (milj. kr):

Anläggningskostnader för högtrycksanslutning från nya vattenverket (mottagningsstation i nya vattenverket, mottagningsstation Tarstaledningen, ändringar och förstärkningar ledningsnätet i Hallsberg), exkl. kompletterande högreservoar, del i redundanskostnader etc.	13
--	----

Kapitalkostnader (kalkylränta 4%, avskrivningstid 30 år):	
0.0578 x 13 milj. kr	0.8
Driftkostnader	0.7
<b>Summa årskostnad</b>	<b>1.5</b>

##### Vattenpris (kr/m<sup>3</sup>):

Lokal del, 1.5/1.64 milj. m <sup>3</sup> per år	0.9
Gemensam del, se utredningens avdelning 1	5.8
<b>Totalt ca</b>	<b>6.7</b>

#### 5.2.2.6.5 Alternativ 5, råvatten, tunnelalternativet

##### Lokala kostnader (milj. kr):

Alternativet medför kostnader för vissa omställningar i Blacksta vattenverk som marginellt påverkar vattenpriset.

##### Vattenpris (kr/m<sup>3</sup>):

Lokal del, av kostnader vid Blacksta vattenverk	0.1
Gemensam del, se utredningens avdelning 1	3.2
<b>Totalt ca</b>	<b>3.3</b>

## 5.3 Kumla

### 5.3.1 Nuvarande anläggningar

#### 5.3.1.1 Ledningsnät

##### 5.3.1.1.1 Rörsnät kommunen

Centralorten Kumla försörjs med dricksvatten från det egna vattenverket vid Blacksta. Följande kransorter är också anslutna till Blacksta vattenverk, se bilaga 5.3.1:

- Åbytorp (via Kumla)
- Hällabrottet – Kvarntorp – Ekeby
- Sannahed

Planer finns för en direktanslutning av Ekeby mot Kumla. Planer finns även för viss utbyggnad och nyanslutningar i de västra områdena kring Åbytorp.

##### 5.3.1.1.2 Stomsnät huvudorten

Det primära vattenledningsnätet inom Kumla tätort framgår av bilaga 5.3.2. Systemet är uppbyggt inom en enda tryckzon som även innefattar Hällabrottet. Följande reservoarer finns i detta centralortssystem:

Namn/läge	Typ	Volym m <sup>3</sup>	Nivå		Anm.
			Full	Lägsta	
Blacksta	Lågreservoar	2 000	+51.8	+49.0	Vattenverksreservoar
Kumla	Högreservoar	2 000	+91.8	+88.2	Vattentorn
Hällabrottet	Högreservoar	160	+91.0	+84.7	Vattentorn

Systemet har båda högreservoarerna som tryckhållare, men tornen samverkar inte fullt ut på grund av förluster i rörsnätet.



Följande storförbrukande industrier finns inom kommunen:

Namn	Verksamhet	Årsförbr (tm <sup>3</sup> )	Läge i nätet
Procordia Food AB (BOB)	Livsmedelstillv.	160	Kumla, centralt väster
SAKAB	Avfallsdestruktion	54	Kvarntorp, 7 km öster om Kumla
Kumlafängelset		28	Kumla, centralt väster
Akzo Nobel AB	Tillv. kemiska produkter	20	Kvarntorp, 6 km öster Kumla

Nätet har sin styrketyngdpunkt i sin södra del, dvs. på den sida som imatningen sker från Blacksta vattenverk. Nätet är bäst förberett för anslutning från söder. Även i den sydvästra delen mot Procordia Food AB är nätet relativt starkt. Anslutning från annat håll kan erfordra förstärkningar.

### 5.3.1.2 Huvudortens vattenverk, Blacksta Vattenverk

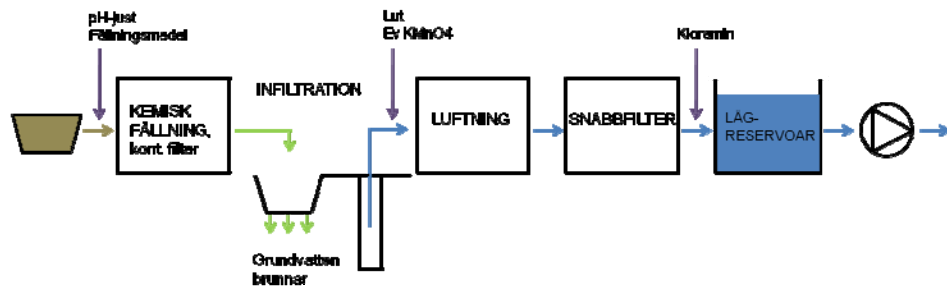
#### 5.3.1.2.1 Allmänt

Blacksta vattenverk försörjer centralorten Kumla och de i föregående avsnitt omnämnda samhällena med dricksvatten. Verket levererar även vatten till större delen av Hallsbergs kommun, se avsnitt 5.2 i utredningen. Ca 35 000 pe är i dagsläget anslutna till verket. Anläggningen byggdes ursprungligen år 1975 och tillbyggdes år 2007 med ett förbehandlingssteg för infiltrationsvattnet.

#### 5.3.1.2.2 Verkets utformning

Råvattnet utgörs av ytvatten som hämtas ur sjön Tisaren en dryg mil söder om Blacksta. Tillstånd finns för ett uttag av 400 l/s varav hälften utnyttjas idag. Råvattnet tas ut i sjöns östra ände, vid Skogaholm, och pumpas upp till en mellanreservoar, Hjälmåtersdammen. Därifrån rinner vattnet med självtryck ner till vattenverket. Vattnet är mestadels av förhållandevis god kvalitet, men kan variera.

## TISAREN BLACKSTA VATTENVERK



Processen i verket omfattar förbehandling genom mikrosilning samt flockning och filtrering i kontinuerliga filter (byggt år 2006). Vattnet infiltreras där efter i åspartiet vid vattenverket via 6 st infiltrationsbassänger. Vattnet återtas i 9 st grusfilterbrunnar och är då uppblandat till ca 1/3 med naturligt grundvatten. I verket luftas vattnet för oxidering av järn och mangan samt avdrivning av radon. Vattnet pH-justeras och desinfekteras varefter det snabbfiltreras genom sandfilter i två steg. Fyra parallella linjer finns för detta. Det färdiga vattnet förs till verkets lågreservoar för utpumpning mot Kumla, Tarsta och Hallsberg.

Verket är ursprungligen till väsentliga delar dimensionerat för upp till 210 l/s. År 2008 producerades 3.6 milj. m<sup>3</sup> vid verket vilket i genomsnitt motsvarar 114 l/s. Förbehandlingen är emellertid idag begränsande och för att klara en större kapacitetshöjning torde även infiltrationsdelen behöva byggas ut. Det är idag inte säkert klarlagt vilka möjligheter som finns för detta.

### 5.3.1.2.3 Vattenkvalitet, processresultat:

Kvaliteten på råvattnet är i huvudsak god. Enligt vägledningen till Livsmedelsverkets föreskrifter (2001:30) erfordras 2 säkerhetsbarriärer mot mikrobiologisk förorening varav en ska vara av avskiljande typ. Verket uppfyller detta krav.

Det färdiga dricksvattnet är i huvudsak också av god kvalitet vilket framgår av följande sammanställning baserad på ca 75 provtagningar/analyser mellan år 2004 och 2010:

	Koli	E.coli	Ente	Temp	Hårdh	Färg	Lukt	pH	Alk	COD	TOC	Ca	Mn	Fe	F	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	Al
	cfu / 100 ml			°C	°dH	mgPt/l			mg/l	mgO <sub>2</sub> /l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Tjänligt m. amm.	1			20		15		7.5				100	0.05	0.1		100	20	0.10	0.100
Otjänligt	10	>0	>0					10.5							1.5		50	0.50	
Medel	<1	<1		13	6.5	10	0	8.2	108	3.1		42	0.03	<0.05	0.33	17	0.8		<0.02
Max	<1	<1		10	17	25	0	8.3	280	5.2		96	1.2	2.1*	0.80	110	1.3	0.22*	<0.02
Min	<1	<1		5	5.4	5	0	7.6	95	1.1		35	<0.02	<0.05	0.14	7	0.5	<0.003	<0.02

\* Enstaka

#### 5.3.1.2.4 *Anläggningens beskaffenhet och skick samt planerade åtgärder i anläggningen*

Vattenverket är funktionellt och i mycket gott skick. Kapacitetsreserverna är till vissa delar små, se ovan. Följande åtgärder planeras för anläggningen:

- Utförande av två nya grusfilterbrunnar.
- Upprustning av distributionspumparna.

#### 5.3.1.2.5 *Redundans*

Kumla kommun saknar idag reservalternativ för Blacksta vattenverk och åspartiet där. I händelse av störningar i råvattenförsörjningen klarar Blacksta vattenverk försörjningen i upp till 4 veckor genom utnyttjande av det magasinerade vattnet i åsen. Därefter sjunker kapaciteten till vad åspartiet kan ge av naturligt grundvatten, ca 1/3-del av behovet. Kvaliteten torde då också sjunka avsevärt.

Kumla är väl försett med reservkraft genom ett stationärt dieselkraftverk vid Blacksta som klarar vattenverkets hela behov. Reservkraftverket testas 2 ggr per år.

#### 5.3.1.2.6 *Vattentaxa*

Kommunens taxa för VA är idag 16 kr/m<sup>3</sup>. Uppgift om andelen där av på vattenproduktion finns för närvarande inte tillgänglig.

### 5.3.1.3 **Kommunens övriga vattenverk**

Andra kommunala vattenverk saknas.

## 5.3.2 Framtida anläggningar - vatten från Vättern

### 5.3.2.1 Alternativ 1 – Renvatten via ledningar

Systemalternativ 1 innebär att ett kommungemensamt vattenverk anläggs i trakten av Harge och ett renvatten från verket levereras norrut via markförlagda ledningar, se närmare i utredningens avdelning 1.

#### 5.3.2.1.1 Anslutningspunkter

Förslag till korridorer för överföringsledningen från det tänkta nya vattenverket vid Harge och norrut framgår av utredningens avdelning 1. En korridor passerar strax öster om Kumla tätort och en strax västerut, båda i riktning mot Örebro. Den västra korridoren ger möjlighet till direktanslutning av ledningen mot Åbytorp. Den östra sträckningen kan ge viss möjlighet till förstärkning av centralortsnätet genom dubbla anslutningspunkter (vid Blacksta och i nätets norra kant), men har inte studerats närmare i utredningen. Den västra dragningen bedöms prel. som mest fördelaktig och har valts för närmare studie i detta alternativ.

##### 5.3.2.1.1.1 Lågtrycksanslutning (bruten anslutning)

Generellt innebär sådana utföranden av anslutning till det egna vattenförsörjningssystemet att överföringsledningen med vätternvatten bryts i anslutningspunkten och kvarvarande tryck går förlorat. Ledningen ansluts i detta fall lämpligen till en lågreservoar av något slag varifrån vattnet trycks ut till det lokala distributionsnätet med pumpar.

Fördelarna med sådant utförande är generellt att ev. befintlig lågreservoarvolym kan nyttiggöras på ett enkelt sätt och att en ev. ”slutputsning” (klorering, alkalisering etc.) av vattnet kan ske mer kontrollerbart och säkert. Den efterföljande reservoarvolymen minimerar risken för doseringschocker på nätet.

Generellt är nackdelen just att vattnets tryckhöjd går förlorad och måste återskapas genom ny pumpning. Detta gör att utförandet inte är optimalt ur energisynpunkt. En annan nackdel är att systemet blir helt beroende av att också lokal elförsörjning och egna pumpar fungerar.

De goda tryckförhållandena i den kommundelgemensamma överföringsledningen där den passerar genom Kumla kommun gör detta alternativ mindre fördelaktigt.

#### 5.3.2.1.1.2 Högtrycksanslutning

Generellt innebär sådant utförande av anslutning att överföringsledningen ansluts direkt till det egna vattenförsörjningsnätet utan att brytas, eller till en högreservoar på nätet. Vattnet kan då behöva tryckstegras alternativt tryckreduceras.

Fördelarna med sådant utförande är generellt att trycket i överföringsledningen i anslutningspunkten tillvaratas. Systemet blir optimalt ur energisynpunkt. En annan fördel är att det egna nätet helt eller delvis kan försörjas med det resttryck som finns i överföringsledningen i händelse av strömbortfall eller fel i den egna tryckstegringsstationen.

Generell är nackdelen, om överföringsledningen ansluts direkt till rör i distributionsnätet, att ev. kemikaliedosering (ex. klor och kalk) måste ske till trycksatt vatten. Processen blir mer svårkontrollerad och önskad utjämnande buffertvolym är svårt att anordna. Dessa problem finns inte på samma sätt om anslutningen kan ske direkt till en högreservoar. En stor ytterligare nackdel är att ev. lågreservoarvolym går förlorad, såvida den inte bibehålls fylld som beredskapsvolym. Sådant vatten måste i så fall omsättas, vilket kräver särskilda energikrävande arrangemang. Vidare erfordras fulltryckspumpar som klarar momentant behov när nätet kallar. En förutsättning är att högreservoarvolym finns som klarar minst dygnsutjämningen och brandvattenbehovet.

För Kumlas del är en högtrycksanslutning att föredra emedan tryckförhållandena i den gemensamma överföringsledningen är så goda. Ingen tryckstegring erfordras i anslutningen.

För vattenförsörjningen av Kumla tätort anläggs en mottagningsstation på den kommundelgemensamma överföringsledningen i trakten av Stene för anslutning av stadsnätet vid Fylsta. En viss lokal nätförstärkning torde kunna erfordras. Mottagningsstationen bestyckas med tryckreduceringsventiler, vattenmätare och utrustning för desinfektion av vattnet. Från stationen matas även Åbytorp.

En alternativ möjlighet är att förlägga anslutningen vid Byrsta och lägga en fulltrycksledning fram till Blacksta vattenverk där utrustningen för tryckreducering, mätning och desinfektion då förläggs. Inga nätförstärkningar erfordras i så fall eftersom nätet där är starkt.

### 5.3.2.1.2 Reservoarbehov

Reservoarerna i systemen bör på dricksvattensidan alltid rymma den volym som krävs för dygnsutjämning och därutöver den volym brandvatten som erfordras för orten. Reservoarerna bör även rymma en volym som i alla lägen ger tid för erforderliga insatser vid avbrott i inkommande vattenförsörjning. Följande ungefärliga reservoarbehov råder uppskattningsvis år 2050 för Kumla tätort (reservoarbehovet bör närmare klargöras i en särskild utredning):

	Reservoarvolym, m <sup>3</sup>
Utjämningsvolym och brandvatten	ca 2 100
Totalt med buffertvolym för 6 timmar avbrott	ca 4 400
Totalt med buffertvolym för 12 timmar avbrott	ca 6 400
Totalt med buffertvolym för 24 timmar avbrott	ca 9 200

En jämförelse med vilka volymer som finns idag ger följande att notera:

- Volymen för utjämning och brandberedskap bör i högtrycksalternativet i sin helhet ligga i högreservoar. Det kan då konstateras att bef. högreservoarvolym torde bli tillräcklig om tornet i Hällabrottet inkluderas.
- Buffertvolym saknas dock helt, dvs. volymen behöver utökas betydligt.

Systemalternativ 1 innefattar en reservoar på krönet av förkastningsbranten sydväst om Hallsberg där tryckledningarna söderifrån ansluter. Bristen av buffertvolym kan i Kumlas fall ersättas med utökad reservoarvolym där.

### 5.3.2.1.3 Redundans

I utredningsuppdraget har ingått att studera och föreslå en alternativ vattenförsörjning i beredskap att starta upp och ansluta i händelse av störningar i försörjningen från Vättern.

Blacksta vattenverk föreslås för lokal reservvattenförsörjning av Kumla kommun tillsammans med Hallsbergs kommun.

Så som tidigare konstaterats är den befintliga grundvattentäkten vid Blacksta med sina stora volymer en viktig tillgång som vattenmagasin i sammanhanget. Denna tillgång kan överbygga vattenbehovet vid leveransstopp i det korta perspektivet, säg upp till några veckor. Därefter måste magasinen börja fyllas på genom återupprättad infiltration. Detta innebär att ett infiltrerbart vatten måste finnas tillgängligt inom någon vecka i den händelse att avbrottet blir längre.

Magasinen kan behöva underhållas genom viss fortsatt infiltration för att upprätthålla god kvalitet och inte influeras av det ofta sämre genuina grundvattnet och annat vatten utifrån. Vattnet i brunnar och ledningar behöver också omsättas. Infiltrationsbassänger, pumpar, rör, armaturer etc. måste hållas i skick.

För Kumlas del kan ett reservvattensystem i beredskap i princip se ut enligt följande:

- Åsvattentäkten hålls i skick för att tas i bruk inom 4 timmar från driftstopp i ordinarie system. Beredskapsläget innebär att ca 10% av nuvarande omsättning recirkuleras över täkten, ledningarna och lågreservoaren vid Blacksta. Hälften av denna mängd byts kontinuerligt ut med Vätternvatten/nätvatten. Grundvattenpumparna växelskiftas och systemen genomspolas programmässigt.
- Processanläggningarna i Blacksta vattenverk ställs av men hålls i skick för att kunna återtas i drift inom 10 dagar. Verket vilar torrlagt, inkl. överföringsledning för råvatten från Tisaren. Systemen rensas vid avställningen och hålls renstädade. Styrutrustningar etc. förenklas och anpassas för återstart och provisorisk drift. I en framtid, beroende på verkets skick, kan detta ersättas med en för standbyläge bättre anpassad anläggning typ Actiflo, eller vad som då finns som är mer passande.
- Resurser och rutiner upprätthålls för tillsyn och underhåll. Personal utbildas och övas fortlöpande för anläggningens uppstartsprocess och drift.

Som alternativ finns en gemensam modell för slättkommunernas reservvattenförsörjning baserad på Skråmsta i Örebro som beredskapsverk, se närmare i utredningens avdelning 1. Möjlighet finns också för samkörning av de båda verken via den kommungemensamma överföringsledningen.

### 5.3.2.2 Alternativ 2 – Råvatten via ledningar

Systemalternativ 2 innebär att ett kommungemensamt intag för vätternvatten anläggs i trakten av Harge och ett råvatten levereras norrut via markförlagda ledningar, se närmare i utredningens avdelning 1.

Så som konstaterats i utredningens avdelning 1 så är Vätternvattnet av mycket hög kvalitet. Det betyder att vattnet kan levereras infiltrerbart i princip utan processliknade behandling. Mottagarna kan möjligen vilja göra en egen lokalt anpassad pH-justering innan infiltration. Enligt vägledningen till Livsmedelsverkets föreskrifter (2001:30) erfordras 2 säkerhetsbarriärer mot mikrobiologisk förorening innan vattnet kan levereras vidare som dricksvatten.

Alternativet innebär för Kumlas del att råvattnet från Tisaren till Blacksta vattenverk ersätts med färdigt infiltrationsvatten från Vättern. En enkel mottagningsstation (ventilstation) anläggs i anslutning till överföringsledningen mitt för vattenverket på den kommungemensamma ledningen där den passerar Kumla. Anslutningsledning dras till verket. Utrustning för mätning och styrning förläggs i vattenverket. Infiltrationsanläggningen med brunnarna bibehålls aktivt i detta alternativ liksom efterbehandlingen i verket med luftning, pH-justering, desinfektion och snabbfiltrering. Förbehandlingsanläggningen med mikrosilar och fällning på kontinuerliga filter ställs av.

Vätternvattnet når infiltrationsplatserna utan lokal tryckstegring i båda råvattenalternativen (alt 2, råvattenledning resp. alt 5, råvattentunnel).

#### 5.3.2.2.1 Redundans

Så som tidigare konstaterats så utgör den befintliga grundvattentäkten vid Blacksta med sin stora volymer en viktig tillgång som vattenmagasin i sammanhanget. Denna tillgång kan överbrygga leveranstopp från Vättern i det korta perspektivet, säg upp till några veckor. Därefter måste magasinen börja fyllas på genom återupprättad infiltration. Detta innebär att ett infiltrerbart vatten måste finnas tillgängligt inom någon vecka i den händelse att avbrottet blir längre. För Kumlas del kan ett reservvattensystem i beredskap i princip se ut enligt följande:

- Processanläggningarna för förbehandling av råvattnet vid Blacksta vattenverk ställs av men hålls i skick för att kunna återtas i drift inom 2 dagar. Verksdelen vilar torrlagd, inkl. överföringsledningen. Systemen rensas vid avställningen och hålls renstädade. Styrutrustningar etc. förenklas och



anpassas för återstart och provisorisk drift. I en framtid, beroende på verkets skick, kan detta ersättas med en för standbyläge bättre anpassad anläggning typ Actifo, eller vad som då finns som är mer passande.

- Resurser och rutiner upprätthålls för tillsyn och underhåll. Personal utbildas och övas fortlöpande för anläggningens uppstartsprocess och drift.

Kumla fortsätter således i systemalternativ 2 och 5 att använda åspartiet vid Blacksta som sin ordinarie grundvattentäkt. Det bör noteras att Kumla kommun därmed även fortsättningsvis saknar reserv för sin åsvattentäkt. Det är endast råvattenförsörjningen som ersätts och får redundans.

Som alternativ finns en gemensam modell för slättkommunernas reservförsörjning av infiltrationsvatten baserad på Skråmsta i Örebro som beredskapsverk, se närmare i utredningens avdelning 1.

### 5.3.2.3 Alternativ 3 – Renvatten, konstgjort grundvatten

Systemalternativ 3 innebär att ett kommungemensamt vattenverk för konstgjort grundvatten anläggs i trakten av Lerbäck. Verket kan via ledningar leverera vatten till Kumla kommun på samma sätt som i Alternativ 1. Allt som beskrivs under kapitel 5.3.2.1 ovan gäller således även för detta alternativ.

### 5.3.2.4 Alternativ 4 – Renvatten, tunnelalternativet

Systemalternativ 4 innebär att en kommungemensam bergtunnel anläggs för råvatten från Vättern till ett nytt vattenverk strax sydost om Hallsbergs tätort, se närmare i utredningens avdelning 1. Verket ska leverera renvatten till angränsande kommuner och norrut.

Detta alternativ erbjuder möjligheter för Kumla kommun att ansluta centralorten till en kommungemensam överföringsledning från det nya verket där den passerande Kumla.

#### 5.3.2.4.1 Anslutningspunkter

Förslag till korridorer för överföringsledningen från det tänkta nya gemensamma vattenverket vid Hallsberg och norrut framgår av utredningens avdelning 1. Korridoren från det nya gemensamma vattenverket korridor passerar strax öster om Kumla tätort i riktning mot Örebro.

#### 5.3.2.4.1.1 Lågtrycksanslutning (bruten anslutning)

Utförandet med för- och nackdelar beskrivs ovan under Alternativ 1, kapitel 5.3.2.1.1.1 De goda tryckförhållandena i den gemensamma överföringsledningen där den passerar genom Hallsbergs kommun och närheten till det nya gemensamma vattenverket gör att detta anslutningsalternativ jämförelsevis mindre fördelaktigt.

#### 5.3.2.4.1.2 Högtrycksanslutning

Utförandet med för- och nackdelar beskrivs ovan under Alternativ 1, kapitel 5.3.2.1.1.2 För Kumlas del är en högtrycksanslutning att föredra emedan tryckförhållandena i de gemensamma anläggningarna (vattenverkets höga läge och trycket i överföringsledningen) är så goda.

Anslutning till den kommungemensamma överföringsledningen görs mitt för Blacksta vattenverk. En mottagningsstation anläggs i anslutningspunkten och bestyckas med tryckstegringspumpar, vattenmätare och utrustning för desinfektion. Tryckstegring krävs med ca 6 m vp i genomsnitt.

#### 5.3.2.4.2 *Reservoarbehov*

Reservoarbehovet är det samma som beskrivs för systemalternativ 1, se 5.3.2.1.2. En jämförelse med vilka volymer som finns idag ger följande att notera:

- Volymen för utjämning och brandberedskap bör i högtrycksalternativet i sin helhet ligga i högreservoar. Det kan då konstateras att bef. högreservoarvolym sammantaget torde bli tillräcklig.
- Buffertvolym saknas helt, dvs. volymen behöver utökas betydligt.

Systemalternativ 4 innefattar en reservoar vid det nya kommungemensamma vattenverket. Bristen av buffertvolym kan i Kumlas fall åtgärdas med utökad reservoarvolym där. Närheten till det mer leveranssäkra gemensamma systemet kan sägas delvis kompensera för denna brist. Närheten innebär en relativt hög leveranstrygghet i avseende på vad överföringssystemet ankommer. Så länge överföringsledningarna fungerar så blir inte Kumla helt utan vatten även om det egna tornet i centralorten töms, men trycket försämras.

Möjlighet finns att behålla reservoaren vid Blacksta vattenverk som buffertvolym (2000 m<sup>3</sup>) i reserv. Ett system måste då anordnas som ombesörjer att vattnet omsätts.

### 5.3.2.4.3 Redundans

Redundans ordnas på samma sätt som i systemalternativ 1, se 5.3.2.1.3.

### 5.3.2.5 Alternativ 5 – Råvatten, tunnelalternativet

Systemalternativ 5 innebär att en kommungemensam bergtunnel anläggs från Vättern fram till Hallsberg där en fördelningsstation förläggs för leverans av vätternvatten som råvatten till angränsande kommuner och norrut.

Verket kan via ledningar leverera vatten till Kumla kommun på samma sätt som i systemalternativ 2. Anslutningen till verket görs med en enkel mottagningsstation på den kommungemensamma ledningen i ledningskorridoren öster om Blacksta. Allt som beskrivs under kapitel 5.3.2.2 ovan gäller således i övrigt även för detta alternativ.

### 5.3.2.6 Kostnader

Följande översiktliga kostnadsuppskattning avser erforderliga lokala anläggningar hos mottagaren så som de beskrivs under detta avsnitt (5.3), Kumla i detta fall.

#### 5.3.2.6.1 Alternativ 1, renvatten via rörledningar

##### Lokala kostnader (milj. kr):

Anläggningskostnader, högtrycksanslutning västra alternativet (mottagningsstation och anslutningsledning Blacksta, omställningar i bef. verk mm.)	15
---	----

Kapitalkostnader (kalkylränta 4%, avskrivningstid 30 år):

0.0578 x 15 milj. kr	0.9
Driftkostnader	1.2
<b>Summa årskostnad</b>	<b>2.1</b>

##### Vattenpris (kr/m<sup>3</sup>):

Lokal del 2.1/2.5 milj. m <sup>3</sup> per år	0.8
Gemensam del, se utredningens avdelning 1	4.9
<b>Totalt ca</b>	<b>5.7</b>

### 5.3.2.6.2 Alternativ 2 - råvatten via rörledningar

#### Lokala kostnader (milj. kr):

Anläggningskostnader	15
----------------------	----

---

Kapitalkostnader (kalkylränta 4%, avskrivningstid 30 år):

Anläggningar enligt ovan $0.0578 \times 15$ milj. kr	0.9
--	-----

Driftkostnader	2.6
----------------	-----

---

Summa årskostnad	3.5
------------------	-----

#### Vattenpris (kr/m<sup>3</sup>):

Lokal del, $3.5/4.2$ milj. m <sup>3</sup> per år	0.8
--	-----

Gemensam del, se utredningens avdelning 1	2.5
---	-----

---

Totalt ca	3.3
-----------	-----

### 5.3.2.6.3 Alternativ 3 - renvatten, konstgjort grundvatten

#### Lokala kostnader (milj. kr):

Anläggningskostnader, högtrycksanslutning västra alternativet (mottagningsstation och anslutningsledning Blacksta, omställningar i bef. verk mm.)

	15
--	----

---

Kapitalkostnader (kalkylränta 4%, avskrivningstid 30 år):

$0.0578 \times 15$ milj. kr	0.9
-----------------------------	-----

Driftkostnader	1.2
----------------	-----

---

Summa årskostnad	2.1
------------------	-----

#### Vattenpris (kr/m<sup>3</sup>):

Lokal del $2.1/2.5$ milj. m <sup>3</sup> per år	0.8
---	-----

Gemensam del, se utredningens avdelning 1	4.2
---	-----

---

Totalt ca	5.0
-----------	-----

#### 5.3.2.6.4 *Alternativ 4 – renvatten, tunnelalternativet*

##### **Lokala kostnader (milj. kr):**

Anläggningskostnader (mottagningsstation, omställningar i bef. verk mm)	13
---	----

Kapitalkostnader (kalkylränta 4%, avskrivningstid 30 år):

0.0578 x 13 milj. kr	0.8
----------------------	-----

Driftkostnader	1.3
----------------	-----

Summa årskostnad	2.1
------------------	-----

##### **Vattenpris (kr/m<sup>3</sup>):**

Lokal del 2.1/2.5 milj. m <sup>3</sup> per år	0.8
---	-----

Gemensam del, se utredningens avdelning 1	5.8
---	-----

Totalt ca	6.6
-----------	-----

#### 5.3.2.6.5 *Alternativ 5 – råvatten, tunnelalternativet*

##### **Lokala kostnader (milj. kr):**

Anläggningskostnader (mottagningsstation och anslutningsledning, omställningar mm i bef. verk)	6
--	---

Kapitalkostnader (kalkylränta 4%, avskrivningstid 30 år):

Anläggningar enligt ovan 0.0578 x 6 milj. kr	0.3
--	-----

Driftkostnader	2.6
----------------	-----

Summa årskostnad	2.9
------------------	-----

##### **Vattenpris (kr/m<sup>3</sup>):**

Lokal del, 2.9/4.2 milj. m <sup>3</sup> per år	0.7
--	-----

Gemensam del, se utredningens avdelning 1	3.2
---	-----

Totalt ca	3.9
-----------	-----

## 5.4 Laxå

### 5.4.1 Nuvarande anläggningar

#### 5.4.1.1 Ledningsnät

Centralorten Laxå försörjs med dricksvatten från eget vattenverk beläget söder om Laxå. Råvattnet till vattenverket tas ur en grundvattentäkt belägen i åsen på Norrudden vid Östra Laxsjöns östra kant, se bilaga 5.4.1. Överföringsledningen är förlagd som sjöledning genom Laxsjöarna fram till Rölfors och vattenverket. Överföringsledningar för dricksvatten finns norrut från Laxå till Hasselfors och Mullhyttan (Lekebergs kommun).

I nätet finns en lågreservoar (vattenverksreservoar) med en volym om 1000 m<sup>3</sup> och nivå +122.5. Vidare finns centralt i Laxå en högreservoar (vattentorn) om 1200 m<sup>3</sup> och nivå ca +135.

#### 5.4.1.2 Huvudortens Vattenverk, Laxå vattenverk

Vattnet är baserat på grundvatten från Norrudden enligt föregående styck. Primärt tas vattnet ur åsen via två grundvattenbrunnar. I vattenverket sker snabbfiltrering genom sandfilter, pH-justering med lut samt desinfektering med UV-ljus och kloramintillsats. Verket är dimensionerat för ca 3000 m<sup>3</sup>/d och idag uttas 1075 m<sup>3</sup>/d. År 2009 var 4350 pe anslutna till verket.

Kommunens taxa för VA är idag 17.50 kr/m<sup>3</sup> inkl. moms, varav ca 9 kr/m<sup>3</sup> avser vattnet.

## 5.4.2 Framtida anslutning - vatten från Vättern

### 5.4.2.1 Renvattenalternativet

Systemalternativ 1 innebär att ett kommungemensamt vattenverk anläggs vid Vättern i trakten av Harge och ett renvatten från verket levereras norrut via markförlagda ledningar, se närmare i utredningens avdelning 1. Enligt vägledningen till Livsmedelsverkets föreskrifter (2001:30) erfordras vid mottagningspunkten en ytterligare säkerhetsbarriär mot mikrobiologisk förorening innan vattnet levereras ut som dricksvatten.

Förslag till korridorer för överföringsledningar fram till Laxå framgår av utredningens avdelning 1. En korridor gren utgår från Askersund (södra korridoren) och en annan från Hallsberg/Vretstorp (Norra korridoren).

Följande möjliga anslutningspunkter har kunnat urskiljas:

1. Anslutning vid Norrudden till nuvarande överföringsledning för grundvatten via södra korridoren. Anslutningspunkten är tillämplig i systemalternativ 1 och 3.
2. Anslutning via norra korridoren direkt till vattenledningsnätet i höjd med Maskinvägen. Tryckstegring erfordras. Anslutningspunkten är tillämplig i systemalternativ 1, 3 och 4.

### 5.4.2.2 Råvattenalternativet

Ett råvatten från Vättern skulle möjligen kunna vara tänkbart för en förstärkning av grundvattnet vid Norrudden. Råvattenalternativen har i annat fall inte ansetts tillämpligt för Laxå kommun och har därför inte studerats i utredningen.

### 5.4.2.3 Kostnader

Priset för vattnet i anslutningspunkten, exkl. erforderlig tryckstegring och desinfektion innan egna nätet, blir uppskattningsvis följande (kr/m<sup>3</sup>):

Systemalternativ 1	4.9
Systemalternativ 3	4.2
Systemalternativ 4	5.8

## 5.5 Lekeberg

### 5.5.1 Nuvarande anläggningar

#### 5.5.1.1 Ledningsnät

##### 5.5.1.1.1 Rörnät kommunen

Centralorten Fjugesta försörjs med dricksvatten från eget vattenverk, Fjugesta vattenverk. Även samhället Gropen 2 km söder om Fjugesta förses med vatten från verket. Övriga kransorter försörjs på annat sätt, exempelvis:

- Mullhyttan som försörjs med dricksvatten från Laxå kommun via Hasselfors.
- Lanna och Hidinge som försörjs med dricksvatten från Örebro kommun via Vintrosa.

Planer finns för anslutning av Kvistbro till centralortsnätet via Gropen.

##### 5.5.1.1.2 Stomnät huvudorten

Det primära vattenledningsnätet inom Fjugesta tätort framgår av bilaga 5.5.1. Systemet är uppbyggt inom en enda tryckzon. Ett vattentorn med högreservoar om 290 m<sup>3</sup> finns centralt i nätet som tryckhållare. Lågreservoar saknas.

Inga storförbrukare typ vattenslukande industri finns i Fjugesta. Vissa planer på exploatering för bostäder finns, men inte i någon stor omfattning.

### 5.5.1.2 Huvudortens vattenverk, Fjugesta vattenverk

#### 5.5.1.2.1 Allmänt

Fjugesta vattenverk är beläget söder om Fjugesta, omedelbart utanför tätortsbebyggelsen, vid den gamla banvallen. Verket försörjer centralorten Fjugesta och Gropen med dricksvatten. Driften av verket är utlagd till Örebro kommun TF (Skrämsta vattenverk) att sköta.

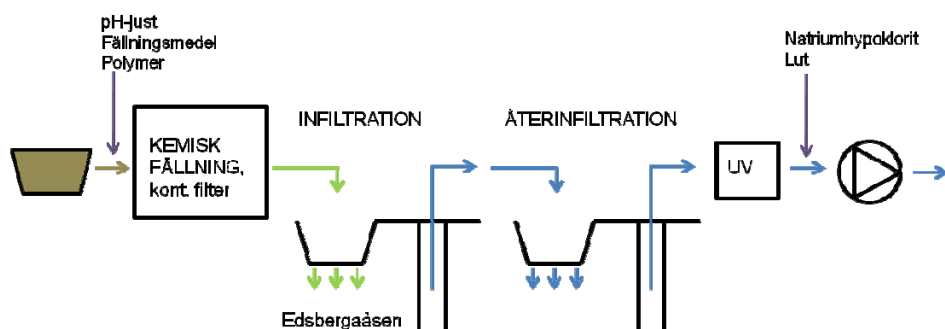


### 5.5.1.2.2 Verkets utformning

Vattnet utgörs av ett förstärkt grundvatten som hämtas ur en schaktbrunn och en rörbrunn i Edsbergaåsen ca 400 m söder om verket. Råvatten för infiltration hämtas ur Svartån i höjd med Gropen ca 3 km sydväst om vattenverket.

Överföringsledningen är begränsande för hur mycket vatten som kan påföras åsen. Ett kontinuerligt råvattenuttag om ca 4.5-5.0 l/s upprätthålls. Vattnet förs först till vattenverket för förbehandling. Förbehandlingen innefattar pH-justering med lut och kemisk fällning med polyaluminiumklorid på kontinuerliga filter av typ Dynasand.

#### SVARTÅN FJUGESTA VATTENVERK



Vattnet förs där efter med självfall ut till 2 infiltrationsbassänger om tillsammans 250 m<sup>2</sup>. Bassängerna är belägna i kanten på Askersundsåsen ca 150 m väster om brunnsområdet. I brunnsområdet finns 3 uttagsbrunnar (2 rörbrunnar och en schaktbrunn Ø2.5 m). Ur den ena rörbrunnen pumpas vattnet upp och återinfiltreras i en närliggande grop. I den andra rörbrunnen finns en frekvensstyrd pump och i schaktbrunnen 3 st frekvensstyrda pumpar. Dessa pumpar trycker vattnet tillbaka till vattenverket och därifrån obrutet vidare ut på vattenledningsnätet. Vattnet mäts och desinfekteras vid passagen genom vattenverket. Verket producerar i dagsläget normalt ca 550 m<sup>3</sup>/d (6.4 l/s).

### 5.5.1.2.3 Vattenkvalitet, processresultat:

Kvaliteten på råvattnet från Svartån varierar och är ofta mindre god. Enligt vägledningen till Livsmedelsverkets föreskrifter (2001:30) erfordras 3 säkerhetsbarriärer mot mikrobiologisk förorening varav en ska vara av avskiljande typ. Systemet uppfyller detta krav.

Det färdiga dricksvattnet är mestadels av acceptabel kvalitet, men perioder med mindre bra vatten har förekommit. Vattnet är manganhaltigt. Klagomål förekommer.

#### 5.5.1.2.4 *Anläggningens beskaffenhet och skick samt planerade åtgärder i anläggningen*

Schaktbrunnen uppges ha en kapacitet av 11 l/s. Vattentillgången har trots det stundtals varit otillräcklig. Klenta ledningsdimensioner gör att infiltrationsvattenpålägget inte kan ökas mer i dagsläget. Infiltrationsområdet och brunnarna är olyckligt placerade i omedelbar anslutning till landsväg 518. Vägverket har år 2008 utrett behovet av skydd men kommit till slutsats att inga fysiska skyddsåtgärder går att motivera av kostnadsskäl. Vattenverket som sådant inkl. processdelar är i gott skick.

#### 5.5.1.2.5 *Redundans*

Fjugesta saknar idag reservvattenförsörjning. Möjligheten att ansluta till Mullhyttan och vattnet från Laxå kommun som reserv eller permanent har diskuterats. En anslutning till Örebro är också möjlig. Båda alternativen kräver omfattande ledningsbyggnad och kapacitetsförstärkningar.

#### 5.5.1.2.6 *Vattentaxa*

Kommunens taxa för VA är idag 31.25 kr/m<sup>3</sup> inkl. moms. Uppgift om hur stor del som är knuten till vattenproduktion finns för närvarande inte tillgänglig.

### 5.5.1.3 **Kommunens övriga vattenverk**

Andra kommunala vattenverk saknas.

## 5.5.2 Framtida anläggningar - vatten från Vättern

### 5.5.2.1 Alternativ 1 – Renvatten via ledningar

Systemalternativ 1 innebär att ett kommungemensamt vattenverk anläggs vid Vättern i trakten av Harge och ett renvatten från verket levereras norrut via markförlagda ledningar, se närmare i utredningens avdelning 1.

#### 5.5.2.1.1 Anslutningspunkter

Förslag till korridorer för överföringsledningar från det tänkta nya vattenverket vid Harge och norrut framgår av utredningens avdelning 1. En korridor gren löper från strax norr om Kumla i västlig riktning mot Fjugesta. Ledningen till Fjugesta, som föreslås följa denna gren, ansluts lämpligen till en ny lågreservoar med pumpstation nära Fjugesta vattenverk. Ledningsnätet synes där vara starkt. Anläggningen utrustas med reglerventiler, vattenmätare, desinfektionsutrustning etc. samt pumpar som levererar vattnet ut på nätet i Fjugesta.

Vätternvattnet når den föreslagna lågreservoaren utan extra tryckstegring i alla renvattenalternativen (dvs. alt 1 - renvatten via rörledning, alt 3 konstgjort grundvatten via rörledning resp. alt 4 tunnelalternativet).

#### 5.5.2.1.2 Reservoarbehov

Reservoarerna i systemen bör på dricksvattensidan alltid rymma den volym som krävs för dygnsutjämning och därutöver den volym brandvatten som erfordras för orten. Reservoarerna bör även rymma en volym som i alla lägen ger tid för erforderliga insatser vid avbrott i inkommande vattenförsörjning. Följande ungefärliga reservoarbehov råder uppskattningsvis år 2050 för Fjugesta tätort (behovet bör klargöras slutligt i en särskild utredning):

	Reservoarvolym, m <sup>3</sup>
Utjämningsvolym och brandvatten	ca 400
Totalt med buffertvolym för 6 timmar avbrott	ca 820
Totalt med buffertvolym för 12 timmar avbrott	ca 1 200
Totalt med buffertvolym för 24 timmar avbrott	ca 1 700

En jämförelse med den volym som finns idag ger följande att notera:

- Det kan konstateras att bef. högreservoarvolym (290 m<sup>3</sup>) blir otillräcklig och behöver kompletteras
- Buffertvolym saknas helt, dvs. volymen behöver utökas betydligt.

Den nya lågreservoaren byggs med den volym som saknas av resterande utjämningsbehov och för passande avbrottsberedskap enligt ovan.

#### 5.5.2.1.3 Redundans

I utredningsuppdraget har ingått att studera och föreslå en alternativ vattenförsörjning i beredskap att starta upp och ansluta i händelse av störningar i försörjningen från Vättern.

Fjugesta kan ställa om det befintliga vattenverket och grundvattentäkten för sin reservvattenförsörjning. Detta bedöms emellertid som ett kostsamt alternativ samt även dåligt ur såväl teknisk som vattenkvalitetssynpunkt. Ett bättre alternativ är att kunna ansluta till den för slättkommunerna gemensamma lösningen för reservvatten baserad på främst Skråmsta vattenverk så som beskrivs i utredningens avdelning 1. Fjugesta vattenverk och täkt skulle i så fall kunna läggas ner helt.

Korridorplanen visar även på en möjlighet att ansluta mot Örebro kommuns nät där det slutar vid kommungränsen vid Lanna. Örebros ledningar har emellertid inte kapacitet att helt försörja Fjugesta från den punkten. Korridoren visar istället på en möjlighet att sammankoppla systemen i syfte att förstärka och skapa redundans för både Fjugesta, Lanna och Örebro kommuns orter norr om Lanna. Området kan då försörjas från två håll, även om flödet norrifrån blir begränsat utan förstärkningar.

#### 5.5.2.2 Alternativ 2 – Råvatten via ledningar

Systemalternativ 2 innebär att ett kommungemensamt intag för vätternvatten anläggs i trakten av Harge och ett råvatten levereras norrut via markförlagda ledningar, se närmare i utredningens avdelning 1. Enligt vägledningen till Livsmedelsverkets föreskrifter (2001:30) erfordras 2 säkerhetsbarriärer mot mikrobiologisk förorening innan vattnet kan levereras vidare som dricksvatten.

Så som konstaterats i utredningens avdelning 1 så är Vätternvattnet av mycket hög kvalitet. Det betyder att vattnet kan levereras infiltrerbart i princip utan processliknande behandling. Mottagarna kan möjligen vilja göra en egen lokalt anpassad pH-justering innan infiltration.

Alternativet innebär för Lekebergs del att råvattnet från Svartån till Fjugesta vattenverk ersätts med färdigt infiltrationsvatten från Vättern. Vätternvattnet når infiltrationsplatsen utan extra tryckstegring i båda råvattenalternativen (alt 2, råvattenledning resp. alt 5, råvattentunnel). En enkel mottagningsstation anläggs i anslutning till infiltrationsområdet där vattnet mäts och styrs ut på bassängerna. Vattnet återtas i brunnarna och hanteras vidare på samma sätt som idag. Fällnings- och filteranläggningen i bef. vattenverk ställs av.

#### 5.5.2.2.1 *Redundans*

Den befintliga grundvattentäkten vid Fjugesta vattenverk utgör med sin stora volym en viktig tillgång som vattenmagasin i sammanhanget. Denna tillgång kan överbrygga leveranstopp från Vättern i det korta perspektivet, säg upp till några veckor. Därefter måste magasinen börja fyllas på genom återupprättad infiltration. Detta innebär att ett infiltrerbart vatten måste finnas tillgängligt inom någon vecka i den händelse att avbrottet blir längre. För Lekebergs del kan ett reservvattensystem i beredskap i princip se ut enligt följande:

- Processanläggningarna för förbehandling av råvattnet vid Fjugesta vattenverk ställs av men hålls i skick för att kunna återtas i drift inom 10 dagar. Verksdelen vilar torrlagd, inkl. överföringsledningen. Systemen renspolas vid avställningen och hålls renstädade. Styrutrustningar etc. förenklas och anpassas för återstart och provisorisk drift. I en framtid, beroende på verkets skick, kan detta ersättas med en för standbyläge bättre anpassad anläggning typ Actifo, eller vad som då finns som är mer passande.
- Resurser och rutiner upprätthålls för tillsyn och underhåll. Personal utbildas och övas fortlöpande för anläggningens uppstartsprocess och drift.

Som alternativ finns en gemensam modell för slättkommunernas reservförsörjning av infiltrationsvatten baserad på Skråmsta i Örebro som beredskapsverk, se närmare i utredningens avdelning 1.

Lekeberg fortsätter således i systemalternativ 2 och 5 att använda åspartiet vid Fjugesta som sin ordinarie grundvattentäkt. Det bör noteras att Lekeberg kommun därmed även fortsättningsvis saknar reserv för sin åsvattentäkt. Det är endast råvattenförsörjningen som ersätts och får redundans.

### 5.5.2.3 Alternativ 3 – Renvatten, konstgjort grundvatten

Systemalternativ 3 innebär att ett kommungemensamt vattenverk för konstgjort grundvatten anläggs i trakten av Lerbäck. Verket kan via ledningar leverera vatten till Lekeberg kommun på samma sätt som i Alternativ 1. Allt som beskrivs under kapitel 5.5.2.1 ovan gäller således även för detta alternativ.

### 5.5.2.4 Alternativ 4 – Renvatten, tunnelalternativet

Systemalternativ 4 innebär att en bergtunnel anläggs för råvatten från Vättern till ett nytt kommungemensamt vattenverk strax sydost om Hallsbergs tätort, se närmare i utredningens avdelning 1. Verket kan via ledningar leverera vatten till Lekeberg kommun på samma sätt som i Alternativ 1. Allt som beskrivs under kapitel 5.5.2.1 ovan gäller således även för detta alternativ.

### 5.5.2.5 Alternativ 5 – Råvatten, tunnelalternativet

Systemalternativ 5 innebär att en kommungemensam bergtunnel anläggs från Vättern fram till Hallsberg där en fördelningsstation förläggs för leverans av vätternvatten som råvatten till angränsande kommuner och norrut.

Det kommungemensamma systemet kan via ledningar leverera vatten till Lekeberg kommun på samma sätt som i systemalternativ 2. Allt som beskrivs under kapitel 5.3.2.2 ovan gäller således i övrigt även för detta alternativ.

## 5.5.2.6 Kostnader

### 5.5.2.6.1 Alternativ 1, renvatten via rörledningar

#### Lokala kostnader (milj. kr):

Anläggningskostnader (pumpstation/lågreservoar, ledningsdragningar, omställningar. I bef. vattenverk) 9

---

Kapitalkostnader (kalkylränta 4%, avskrivningstid 30 år):

0.0578 x 9 milj. kr 0.5

Verket i övrig antas avskrivet

Driftkostnader 0.4

---

Summa årskostnad 1.0

#### Vattenpris (kr/m<sup>3</sup>):

Lokal del 1.0/0.41 milj. m<sup>3</sup> per år 2.4

Gemensam del, se utredningens avdelning 1 4.9

---

Totalt ca 7.3

### 5.5.2.6.2 Alternativ 2 - råvatten via rörledningar

#### Lokala kostnader (milj. kr):

Anläggningskostnader (mottagningsstation, anslutningsledningar, omställningar mm. I bef. vattenverk) 4

---

Kapitalkostnader (kalkylränta 4%, avskrivningstid 30 år):

Anläggningar enligt ovan 0.0578 x 4 milj. kr 0.2

Driftkostnader 0.9

---

Summa årskostnad 1.1

#### Vattenpris (kr/m<sup>3</sup>):

Lokal del, 1.1/0.41 milj. m<sup>3</sup> per år 2.7

Gemensam del, se utredningens avdelning 1 2.5

---

Totalt ca 5.2

### 5.5.2.6.3 Alternativ 3 - renvatten, konstgjort grundvatten

#### Lokala kostnader (milj. kr):

Som systemalternativ 1

#### Vattenpris (kr/m<sup>3</sup>):

Lokal del 1.0/0.41 milj. m <sup>3</sup> per år	2.4
Gemensam del, se utredningens avdelning 1	4.2
<hr/> Totalt ca	<hr/> 6.6

### 5.5.2.6.4 Alternativ 4 – renvatten, tunnelalternativet

#### Lokala kostnader (milj. kr):

Som systemalternativ 1

#### Vattenpris (kr/m<sup>3</sup>):

Lokal del 1.0/0.41 milj. m <sup>3</sup> per år	2.4
Gemensam del, se utredningens avdelning 1	5.8
<hr/> Totalt ca	<hr/> 8.2

### 5.5.2.6.5 Alternativ 5 – råvatten, tunnelalternativet

#### Lokala kostnader (milj. kr):

Som systemalternativ 2

#### Vattenpris (kr/m<sup>3</sup>):

Lokal del, 1.1/0.41 milj. m <sup>3</sup> per år	2.7
Gemensam del, se utredningens avdelning 1	3.2
<hr/> Totalt ca	<hr/> 5.9





## 5.6 Lindesberg

### 5.6.1 Nuvarande anläggningar

#### 5.6.1.1 Ledningsnät

De primära vattenförsörjningsanläggningarna för Lindesberg och Nora framgår av bilaga 5.6.1. Centralorten Lindesberg försörjs med dricksvatten från eget vattenverk beläget 2.5 km söder om tätorten vid Rya. Från vattenverket matas Lindesbergs tätort via ledning norrut, dels Vedvåg, Frövi och Fellingsbro via ledning österut. Planer finns för att ansluta Nora med en ledning från vattenverket.

I centralortens nät finns två vattentorn med tillsammans en volym av 3800 m<sup>3</sup>. Vattentorn finns också i Frövi och Fellingsbro. Vid vattenverket finns en lågreservoar.

#### 5.6.1.2 Huvudortens vattenverk, Rya vattenverk

Råvattnet till vattenverket tas ur en grundvattentäkt belägen i anslutning till vattenverket och i det åsparti som där löper fram (Karlslundsåsen). För uttaget finns 5 grundvattenbrunnar varav 4 körs växelvis. Vattnet är av god kvalitet. Vattnet kloreras emellanåt före distribution.

För närvarande är ca 13000 personer anslutna till verket. Verket producerar idag ca 4600 m<sup>3</sup>/d. Tillåtet uttag ur tåkten är 9500 m<sup>3</sup>/medeldygn och 11400 m<sup>3</sup>/maxdygn.

Norr om Lindesberg finns ett undantaget område för reservvattentäkt. Brunnar finns men deras kapacitet är inte känd och ingen inkoppling finns till nätet. Vattnet innehåller järn och mangan.

Kommunens taxa för VA är idag 19.00 kr/m<sup>3</sup>, varav ca 7.75 kr/m<sup>3</sup> för enbart vatten. Produktionskostnaden för vatten är 1.29 kr/m<sup>3</sup>.

## 5.6.2 Framtida anslutning - vatten från Vättern

### 5.6.2.1 Renvattenalternativet

Systemalternativ 1 innebär att ett kommungemensamt vattenverk anläggs vid Vättern i trakten av Harge och ett renvatten från verket levereras norrut via markförlagda ledningar, se närmare i utredningens avdelning 1. Enligt vägledningen till Livsmedelsverkets föreskrifter (2001:30) erfordras vid mottagningspunkten en ytterligare säkerhetsbarriär mot mikrobiologisk förorening innan vattnet levereras ut som dricksvatten.

Förslag till korridorer för överföringsledningar fram till Lindesberg framgår av utredningens avdelning 1. Anslutningen till Lindesberg sker lämpligen brutet till lågreservoaren i Rya vattenverk.

### 5.6.2.2 Råvattenalternativet

Råvattenalternativen har inte ansetts tillämpligt för Lindesbergs kommun och har därför inte studerats i utredningen.

### 5.6.2.3 Kostnader

Priset för vattnet i anslutningspunkten, exkl. erforderlig tryckstegring, desinfektion etc. innan egna nätet, har uppskattats till följande (kr/m<sup>3</sup>):

Systemalternativ 1	ca 4.9
Systemalternativ 3	ca 4.2
Systemalternativ 4	ca 5.8

## 5.7 Nora

### 5.7.1 Nuvarande anläggningar

#### 5.7.1.1 Ledningsnät

De primära vattenförsörjningsanläggningarna för Lindesberg och Nora framgår av bilaga 5.6.1. Centralorten Nora försörjs med dricksvatten från eget vattenverk beläget vid Striberg, ca 7 km nordväst om tätorten. Från vattenverket matas Nora tätort via ledning genom Ås. Även Pershyttan och Gyttopp är anslutet. Planer finns för att ansluta Nora till Rya vattenverk i Lindesberg.

I nätet finns en tryckhållande högreservoar i Pershyttan strax sydväst om tätorten. Vid vattenverket finns två lågreservoar om tillsammans 1200 m<sup>3</sup>.

#### 5.7.1.2 Huvudortens Vattenverk, Stribergs Vattenverk

Råvattnet till vattenverket tas via en pumpstation ur Bälgsjön i en punkt ca 1.5 nordväst om vattenverket. Vattenverksprocessningen innefattar alkalisering med kalk, kontaktfilter, snabbfilter och långsamfilter. Vattnet kloreras före distribution. Från verket leds vattnet med självfall till ledningsnätet.

För närvarande är ca 8000 personer anslutna till verket. Verket producerar idag ca 2400 m<sup>3</sup>/d. Tillstånd finns för ett uttag av 4400 m<sup>3</sup>/d ut Bälgsjön. Reservvattentäkt saknas.

Kommunens taxa för VA är idag 19.00 kr/m<sup>3</sup>, varav ca 7.75 kr/m<sup>3</sup> för enbart vatten. Produktionskostnaden för vatten är 1.29 kr/m<sup>3</sup>.

## 5.7.2 Framtida anslutning - vatten från Vättern

### 5.7.2.1 Renvattenalternativet

Systemalternativ 1 innebär att ett kommungemensamt vattenverk anläggs vid Vättern i trakten av Harge och ett renvatten från verket levereras norrut via markförlagda ledningar, se närmare i utredningens avdelning 1. Enligt vägledningen till Livsmedelsverkets föreskrifter (2001:30) erfordras vid mottagningspunkten en ytterligare säkerhetsbarriär mot mikrobiologisk förorening innan vattnet levereras ut som dricksvatten.

Förslag till korridorer för överföringsledningar fram till Nora framgår av utredningens avdelning 1. Anslutningen till Lindesberg sker lämpligen via en mottagningsstation (mätning, desinfektion och tryckstegring) obrutet direkt till vattenledningsnätet vid korsningen mellan Älvstorpsvägen och ArneP:s väg i tätortens södra del. En gren av föreslagen ledningskorridor följer här gamla järnvägsbanken in mot staden.

Alternativt kan ledningen via en mottagningsstation (reglerventiler, mätning och desinfektion) ansluta brutet till högreservoaren vid Pershyttan via en alternativ ledningskorridor, se utredningens avdelning 1.

### 5.7.2.2 Råvattenalternativet

Råvattenalternativen har i nuläget inte ansetts relevant för Nora kommun och har därför inte studerats i utredningen. Alternativet skulle tänkas kunna aktualiseras i kombination med ett nytt vattenverk med placering exempelvis strax söder om tätorten.

### 5.7.2.3 Kostnader

Priset för vattnet i anslutningspunkten, exkl. erforderlig tryckstegring, desinfektion etc. innan egna nätet, har uppskattats till följande (kr/m<sup>3</sup>):

Systemalternativ 1	ca 4.9
Systemalternativ 3	ca 4.2
Systemalternativ 4	ca 5.8

## 5.8 Örebro kommun

### 5.8.1 Nuvarande anläggningar

#### 5.8.1.1 Ledningsnät

##### 5.8.1.1.1 Rörnät kommunen

Följande kransorter i Örebro kommun är anslutet till kommunens huvudnät för dricksvatten och därmed till Skråmsta vattenverk, se bilaga 5.8.1:

- Hovsta – Ölmbrotorp – Ervalla – Avdala.
- St Mellösa – Odensbacken – Hampetorp – Asker
- Almbro – Lanna – Hidingsta
- Mosås
- Örebro flygplats
- Latorp – Garphyttan resp. Vintrosa

Även Hidinge i Lekebergs kommun försörjs med vatten från Örebro kommun (via Vintrosa-Lanna). Tryckstegring krävs för att nå samtliga dessa förtecknade orter.

##### 5.8.1.1.2 Stomnät huvudorten

Det primära vattenledningsnätet inom Örebro tätort framgår av bilaga 5.8.2.

Systemet är uppbyggt med en lågzon som täcker större delen av staden. Lågzonen har vattentornet Svampen som högreservoar och tryckhållare samt är direkt anslutet till Skråmsta vattenverk via distributionspumparna som är stationerade där.

Följande reservoarer finns totalt i nätet:

Namn/läge	Typ	Volym m <sup>3</sup>	Nivå		Anm.
			Full	Tom	
Skråmsta	Lågreservoar	10 000	+35.2	+33.0	
Svampen	Högreservoar	9 000	+78.8	+66.0	
	Vattentorn				

Inom centralorten finns följande högre tryckzoner med tillhörande tryckstegringsstationer:

- Adolfsberg
- Brickeberg
- Pilängen

Reservoarvolym saknas för samtliga dessa högzoner.

Inga särskilda svagheter av betydelse för utredningen har kunnat lokaliseras i nätet. Ett ringledningsnät kan tydligt urskiljas och som är särskilt kraftigt i den södra delen av staden, se bilaga 5.8.2. Nätet har som förväntat en klar kapacitetsmässig tyngdpunkt mot Skråmsta.

Kommunen planerar för ett nytt kompletterande vattentorn. Preliminärt kommet tornet att placeras i trakten av Pilängen, ca 2 km SV om Skråmsta vattenverk.

## 5.8.1.2 Huvudortens vattenverk, Skråmsta vattenverk

### 5.8.1.2.1 Allmänt

Skråmsta vattenverk försörjer Örebro tätort och ett flertal kransorter med vatten. Nära 115000 personer är direkt beroende av det vatten som verket producerar. Åspartiet Bista/Jägarbacken vid Skråmsta har sedan år 1906 använts som infiltrationsområde för Örebro stad. Det nuvarande vattenverket och infiltrationsområdet vid Eker togs i drift år 1961. År 1971 kompletterades verket med en anläggning för kemisk fällning som idag används vid förbehandling av råvattnet före infiltration.

Anläggningar och processer har efter hand justerats genom successiva åtgärder. Sedan år 2000 har ledningarna från området vid Eker dubblerats, vilket avsevärt höjt säkerheten i anläggningen. En större ombyggnad i anläggningarna för förbehandling av infiltrationsvattnet färdigställdes år 2009. Stora investeringar har gjorts i vattenverkets byggnader, energisystemen har setts över, infiltrationsbäddar har förnyats och delvis byggts om etc.

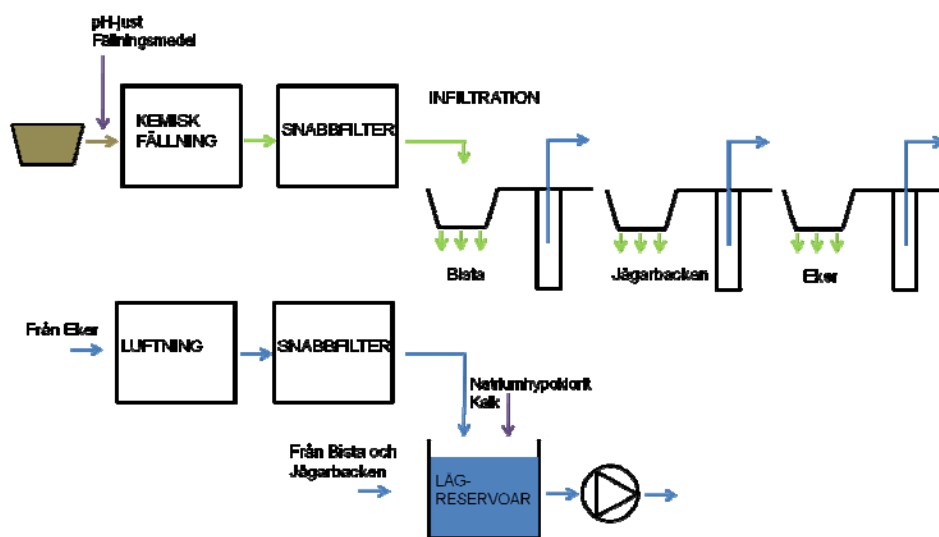
### 5.8.1.2.2 Verkets utformning

Det färdiga vattnet från verket utgörs idag av sk. konstgjort grundvatten från Karlslundsåsen, baserat på råvatten från Svartån.

Beträffande Svartån så utgörs tillrinningsområdets övre delar huvudsakligen av tämligen lågexploaterade skogsområden med humuspåverkat ytvatten. Risken för förorening av åvattnet genom olyckor etc., med allvarliga konsekvenser för stadens råvattenförsörjning, är här relativt liten. De omgivande slättmarkerna i vattensystemets nedre del utgörs däremot till stor del av intensivt nyttjad jordbruksmark. Urbana områden med Svartån som recipient förekommer. Åvattnet försämrats här påtagligt. Tätorter, genomskärande vägar, flygplats etc. gör att risken för allvarlig förorening genom olycka här är avsevärt högre. Tidsfristen för insatser minskar med avståndet till uttagspunkten samtidigt som fördelarna av naturens reningsprocesser, utspädningseffekter etc. blir mindre betydande.

Råvattnet hämtas ur Svartån strax uppströms kraftverksdammen vid Karlslund. Vattnet leds med självfall ner till verket.

#### SVARTÅN SKRÅMSTA VATTENVERK





Processen i verket omfattar flockning med polyaluminiumklorid och polymer, sedimentering och filtrering, allt i 4 separata parallella linjer. Det processade vattnet, det sk. infiltrationsvattnet, pumpas därefter ut för infiltration vid tre områden i åsen, se bilaga 5.8.3. Två av områdena, Bista och Jägarbacken, är belägna i anslutning till vattenverket. Det tredje området, Eker, är belägen vid Eker ca 6 km norr om vattenverket. Vid områdena finns brunnsfält med brunnslokaliserade grundvattenpumpar som via samlingsledningar pumpar det återtagna vattnet tillbaka till vattenverket. Efter vissa justeringar (kalktillsats och klorering) i verket levereras vattnet ut till stadens distributionsnät som dricksvatten för konsumtion.

Normalt infiltreras sammanlagt 35-40000 m<sup>3</sup> vatten per dygn (13-15 milj. m<sup>3</sup>/år) i de tre områdena. Totalt återtas motsvarande mängd som konstgjort grundvatten varav 35-40% från Bista och Jägarbacken samt resten från Eker. Alla brunnsfälten är väl utnyttjade. Vid underhållsarbeten på anläggningarna (skumning av infiltrationsbassänger etc.) så måste utnyttjandet omfördelas på övriga anläggningar.

Efter ombyggnaderna i själva vattenverket får kapaciteten där anses täcka behovet under överskådlig tid, inkl. behovet vid horisontåret (år 2050) som beräknats i denna utredning, se avdelning 1:

	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /h	l/s	Anm.
Dimensionerande flöde	50000	2080	580	
Momentanmax	57000	2375	660	

#### 5.8.1.2.3 Vattenkvalitet, processresultat:

Kvaliteten på råvattnet (Svartåvattnet) varierar kraftigt och är ofta dålig. Enligt vägledningen till Livsmedelsverkets föreskrifter (2001:30) erfordras 3 säkerhetsbarriärer mot mikrobiologisk förorening varav en ska vara av avskiljande typ. Verket uppfyller detta krav.

Efter ombyggnaderna i verket är kvaliteten på utgående vatten till infiltration (infiltrationsvattnet) mycket god. Frekvensen av bassängskumningar verkar kunna minskas avsevärt. Följande tabell över infiltrationsvattnet visar medelvärden för några parametrar från år 2010, efter ombyggnaden av förbehandlingssteget. Värdena är intressanta i en jämförelse med vätternvattnets kvalitet.

	pH	Turb FTU	Färg Pt	kond ms/m	Hårdhet °dH	Alk mg/l	COD <sub>Mn</sub> mg/l	Mn mg/l	Fe mg/l	Al mg/l	Anm.
Infiltrationsvattnet	6.2	0.1	9.5	10.7	1.9	9.1	4.1	0.05	0.01	0.12	Före alkalisering
Väternvattnet, obehandlat	7.7		<5	14	2.6	34	1.8	<0.02	<0.05	<0.02	

Kvaliteten hos distribuerat vatten till abonnent är fortsatt mycket hög.

Anmärkingar mot det utgående vattnets mikrobiologiska och fysikaliska kvalitet förekommer inte alls. Följande sammanställning avser 2010 års provtagningar:

	Koli cfu / 100 ml	E.coli ml	Ente C°	Temp C°	Turb FNU	Färg mgPt/l	Lukt	pH	Alk mg/l	COD mgO <sub>2</sub> /l	TOC mg/l	Ca mg/l	Mn mg/l	Fe mg/l	F mg/l	PO <sub>4</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> mg/l	NO <sub>2</sub> mg/l	Al mg/l
Tjänligt m. amm.	1			20	0.5	15		7.5				100	0.05	0.1		0.100	20	0.10	0.100
Otjänligt	10	>0	>0					10.5							1.5		50	0.50	
Medel	<1	<1		10.4	0.15	2.5		8.19	51.7	1.10		24.6	0.02	0.01	0.18	0.002	3.02	0.005	0.012
Max	<1	<1		14.9	0.27	2.5		8.30	59	1.8		26.3	0.05	0.06	0.2	0.002	5	0.005	0.040
Min	<1	<1		5.7	0.09	2.5		8	39	0.5		23	0.02	0.005	0.1	0.002	2	0.005	0.005

#### 5.8.1.2.4 Energi

Verkets totala energikonsumtion uppgick år 2009 till 6 045 MWh, eller ca 0.5 kW per m<sup>3</sup> producerat vatten. Merparten av energin åtgår till pumpning. Pumpning sker i huvudsak i tre led längs processlinjen: från verket till infiltrationsdammarna, från grundvattenbrunnarna till verket samt från verket till trycknätet (stadens distributionsnät). Den ungefärliga fördelningen av vattenverkets energikonsumtion framgår av följande:

	MWh/år
Pumpning av infiltrationsvatten från verket	1000
Pumpning av brunnsvattnet från grundvattentäkterna till verket	700
Pumpning av dricksvatten till distributionsnätet	2200
Verkets övriga funktioner (spolpumpar, värme etc.)	2100

#### 5.8.1.2.5 *Anläggningens beskaffenhet och skick samt planerade åtgärder i anläggningen*

Som redan nämnts så har stora investeringar gjorts i anläggningarna under senare år. Det har medfört att vattenverket och kringanläggningar i huvudsak är i gott skick. Mycket av anläggningarna är ursprungligen från 1960-talet och vissa förnyelsebehov föreligger och kommer att aktualiseras framledes. Bland de större åtgärder som planeras kan följande nämnas:

- Utökning av lågreservoarvolymen.
- Ombyggnad av alkaliseringsanläggningen.

#### 5.8.1.2.6 *Redundans*

Från att tidigare haft en dålig kapacitetsmässig reserv så har verket efter genomförda ombyggnader i dagsläget normalt en god marginal till sitt kapacitetstak. Vattenverket är emellertid helt beroende av vatten från Svartån och de åspartier som används för produktionen. Alternativ och reserver saknas.

Om Svartåvattnet skulle förorenas eller råvattentillgången falla ifrån av annan orsak, så klarar verket att leverera vatten till abonnenterna under ca 2 veckor. Detta möjliggörs genom utnyttjande av det vatten som är magasinerat i åsarna. Störs något åsparti av förorening och måste stängas så uppstår däremot snabbt kapacitetsbrist och därmed leveransproblem. Ett temporärt bortfall av endera Bista eller Jägarbacken kan klaras, men inte under lång tid. Det bör också noteras att brunnsfälten vid Bista och Jägarbacken ligger i samma grundvattenmagasin.

Kommunen utreder därför möjligheterna att öppna en ny täkt i ett åsparti vid Hammarby-Mogetorp, ca 2 mil norr om Örebro. Utredningen har bl.a. innefattat långtgående infiltrationsförsök för vilka ett flertal fullskaliga brunnar har anlagts. Avsikten är att hämta råvatten ur Järleån för den framtida infiltrationen, med eller utan förbehandling, samt att föra det återtagna konstgjorda grundvattnet till Skråmsta för justering och ev. erforderlig processning innan distribution. Med en sådan anläggning vinnas dels erforderlig reservkapacitet i händelse av att något av de använda bef. åpartierna skulle störas, dels ett alternativ till Svartån som råvattentäkt. En godtagbar nivå för redundans i dricksvattenproduktionen förväntas på sätt kunna uppnås. Den totala kapaciteten ökas givetvis också. Utredningen vilar för närvarande i avvaktan på resultat och utvärdering av Vätternvattenutredningen (denna utredning).

Skråmsta vattenverk är väl försett med reservkraft genom 3 dieseldrivna stationära generatoraggregat i anslutning till verket. Reservkraften startar normalt upp automatiskt vid strömbortfall och försörjer även brunnspumparna i brunnsfälten vid Bista och Jägarbacken. Ett motsvarande fast dieseldrivet reservkraftaggregat finns vid Ekers brunnsfält för grundvattenpumparna där. Två mobila elverk finns också för de yttre vattenverken, tryckstegringsstationer mm.

#### 5.8.1.2.7 *Vattentaxa*

Kommunens taxa för VA är idag 11.84 kr/m<sup>3</sup> inkl. moms, varav 4.84 kr/m<sup>3</sup> för vatten.

### 5.8.1.3 **Kommunens övriga vattenverk**

Vattenverkens lägen framgår av bilaga 5.8.1.

#### 5.8.1.3.1 *Glanshammars vattenverk*

Orten Glanshammar är belägen 1 mil öster om Örebro. Verket är beläget i utkanten av Glanshammar och betjänar nämnda ort med omnejd. Råvattnet tas ur 2 närliggande brunnar i Glanshammarsåsen. Vattnet visar tecken på påverkan från det kringliggande intensiva jordbruket och innehåller spår av bekämpningsmedel, vilket behandlingsutrustning har installerats för. Nuvarande produktion uppgår till ca 185 m<sup>3</sup>/d. Vissa planer finns för att i en framtid ansluta Glanshammar till ledningsnätet i Örebro.

#### 5.8.1.3.2 *Närkes Kils vattenverk:*

Vattenverket är beläget i Närkes Kil 1 mil nordväst om Örebro. Verket tar grundvattnet ur 2 närliggande brunnar i Karlslundsåsen och försörjer omgivande bebyggelse inom nämnda samhälle. Nuvarande produktion uppgår till ca 22 m<sup>3</sup>/d. Inga planer finns i dagsläget för att ersätta verket med vatten från Örebro.

#### 5.8.1.3.3 *Flåtens vattenverk:*

Flåtens vattenverk är beläget på Karlslundsåsen vid Flåten och strax öster om Järleån, 2 mil norr om Örebro. Verket tar vattnet ur en närliggande brunn i åsen och förser utan efterföljande behandling ”staden” Järle och omnejd med dricksvatten (Järle anses inneha stadsprivilegier sedan 1600-talet). Nuvarande produktion uppgår till ca 7 m<sup>3</sup>/d. Inga planer finns i dagsläget för anslutning av systemet till Örebro.

#### 5.8.1.3.4 *Kilsmo vattenverk:*

Vattenverket är beläget i Kilsmo 3 mil sydost om Örebro. Verket tar grundvattnet ur 1 närliggande åsförlagd brunnar och försörjer orterna Kilsmo och Brevens bruk med omgivning. Nuvarande produktion uppgår till ca 200 m<sup>3</sup>/d. Inga planer finns i dagsläget för att ersätta verket med vatten från Örebro.

## 5.8.2 Framtida anläggningar - vatten från Vättern

### 5.8.2.1 Renvattenalternativen

#### 5.8.2.1.1 *Anslutningspunkter*

##### 5.8.2.1.1.1 **Lågtrycksanslutning (bruten anslutning)**

Generellt innebär ett sådant utförande på anslutning till det egna vattenförsörjningssystemet att överföringsledningen med vätternvatten bryts i anslutningspunkten och kvarvarande tryck går förlorat. Ledningen ansluts i detta fall lämpligen till en lågreservoar av något slag varifrån vattnet trycks ut till det lokala distributionsnätet med pumpar.

Fördelarna med ett sådant utförande är generellt att ev. befintlig lågreservoarvolym kan nyttiggöras på ett enkelt sätt och att en ev. ”slutputsning” (klorering, alkalisering etc.) av vattnet kan ske mer kontrollerbart och säkert.

Generellt är nackdelen att vattnets tryckhöjd går förlorad och måste återskapas genom ny pumpning. Detta gör att utförandet inte är optimalt ur energisynpunkt. En annan nackdel är att systemet blir helt beroende av att också lokal elförsörjning och egna pumpar fungerar.

För Örebros del sker anslutningen lämpligen till lågreservoaren vid Skråmsta vattenverk eller mer konkret till bef. tilloppsledning Ø700 mitt på reservoarkomplexets östra sida. Anslutningen hamnar på så sätt strax före dagens doserpunkter för kalk och klor. Anslutningen kan alternativt ske på reservoarens västra sida varvid lämpligtvis en ny mottagnings-/kemibygnad anläggs där för mätning, styrning, ny desinfekteringsutrustning och ev. kompletterande alkalisering, se bilaga 5.8.4. Det senare anslutningsalternativet förefaller vara bäst emedan nämnd utrustning idag är i behov av förnyelse och att västra sidan är orienterad i rätt riktning mot inkommande ledningsstråk och disponibla områden.

Något annat än anslutning till lågreservoaren vid Skråmsta för lågtrycksalternativet har inte kunnat urskiljas i utredningen.

#### **5.8.2.1.1.2 Högtrycksanslutning**

Generellt innebär en sådant utförande på anslutning att överföringsledningen ansluts direkt till det egna vattenförsörjningsnätet utan att brytas, eller till en högreservoar på nätet. Vattnet kan då behöva tryckstegras alternativt tryckreduceras.

Generellt är fördelarna med ett sådant utförande att trycket i överföringsledningen i anslutningspunkten tillvaratas helt. Systemet blir optimalt ur energisynpunkt. En annan fördel är att det egna nätet helt eller delvis kan försörjas med det resttryck som finns i överföringsledningen i händelse av strömbortfall eller fel i den egna tryckstegringsstationen.

Generellt är nackdelen, om överföringsledningen ansluts direkt till rör i distributionsnätet, att ev. kemikaliedosering (ex. klor och kalk) måste ske till trycksatt vatten. Processen blir mer svårkontrollerad och önskad utjämnande buffertvolym är svårt att anordna. Dessa problem finns inte på samma sätt om anslutningen kan ske direkt till en högreservoar. En annan nackdel är att ev. lågreservoarvolym går förlorad, såvida den inte bibehålls fylld som beredskapsvolym. Sådant vatten måste i så fall omsättas, vilket kräver särskilda arrangemang. Vidare erfordras pumpar som klarar momentant behov. En

förutsättning är att högreservoarvolym finns som klarar minst dygnsutjämnningen och brandvattenbehovet.

Ledningsnätet i Örebro är naturligt mycket starkt i anslutning till Skråmsta vattenverk eftersom allt vatten utgår därifrån redan idag. Det är också där som en inkoppling direkt på det trycksatta nätet bör ske. Förslagsvis görs en sådan anslutning i verkets pumpsal, alternativt via en ny ventilstation direkt på den markförlagda huvudledningen direkt utanför.

Som omnämnts tidigare så planerar emellertid Örebro för en ny kompletterande högreservoar med preliminär placering vid Pilängen, ca 2 km söder om Skråmsta. Överföringsledningen ansluts med stora fördelar direkt till denna reservoar, se bilaga 5.8.4. På så sätt kommer reservoaren i omsättning och önskad buffertvolym erhålls. En mottagningsstation ordnas i anslutning till reservoaren för vätternvattnets tryckjustering (tryckstegring resp. tryckreducering), mätning, styrning, desinfektering och ev. kompletterande alkalisering. Anslutningsledningarna till högreservoaren, som inte finns idag, planeras och dimensioneras för att kommunicera med nätet via vattenverket. Den befintliga lågreservoaren bibehålls fylld i beredskap och omsätts via underhållsarrangemangen som erfordras för reservsystemen, se kommande avsnitt.

Trycket i den kommungemensamma överföringsledningen är i systemalternativ 1 (renvatten via rörledning från vattenverk vid Harge) och systemalternativ 3 (konstgjort grundvatten via rörledning från Lerbäck) tillräckligt för anslutning av Örebro utan tryckstegring (tryckreducering krävs). I systemalternativ 4 (renvatten, tunnelalternativet) erfordras tryckstegring med i genomsnitt ca 7 m vp för Örebro stads anslutning.

#### 5.8.2.1.2 *Reservoarbehov*

Reservoarerna i systemen måste på dricksvattensidan alltid rymma den volym som krävs för dygnsutjämnning och därutöver den volym brandvatten som erfordras för orten. Reservoarerna bör även rymma en volym som i alla lägen ger tid för erforderliga insatser vid avbrott i inkommande vattenförsörjning. Följande ungefärliga reservoarbehov råder uppskattningsvis år 2050 för Örebro (reservoarbehov bör närmare klargöras i en särskild utredning):

	Reservoarvolym, m <sup>3</sup>
Utjämningsvolym och brandvatten	ca 16 000
Totalt med buffertvolym för 6 timmar avbrott	ca 33 000
Totalt med buffertvolym för 12 timmar avbrott	ca 47 000
Totalt med buffertvolym för 24 timmar avbrott	ca 67 000

En jämförelse med vilka volymer som finns idag ger följande att notera:

- Volymen för utjämning och brandberedskap bör i högtrycksalternativet i sin helhet ligga i högreservoar. Det kan då konstateras att högreservoarvolymen i det fallet behöver utökas.
- Dagens tillgängliga reservoarvolym kommer inte att ge någon nämnvärd tidsfrist vid avbrott i vattenleveransen från Vättern. Volymen behöver utökas betydligt.

#### 5.8.2.2.3 Redundans

I utredningsuppdraget har ingått att studera och föreslå en alternativ vattenförsörjning i beredskap att starta upp och ansluta i händelse av störningar i försörjningen från Vättern.

Inledningsvis kan konstateras att de befintliga grundvattentäkterna med sina stora volymer utgör viktiga tillgångar som vattenmagasin i sammanhanget. Denna tillgång kan överbrygga vattenbehovet vid leveransstopp i det korta perspektivet, säg upp till ett par veckor. Därefter måste magasinen börja fyllas på genom återupprättad infiltration. Detta innebär att ett infiltrerbart vatten måste finna tillgängligt inom någon vecka i den händelse att avbrottet blir längre.

Magasinen kan behöva underhållas genom viss fortsatt infiltration för att upprätthålla god kvalitet. Vattnet i brunnar och ledningar behöver också omsättas. Infiltrationsbassänger, pumpar, rör, armaturer etc. måste hållas i skick.

För Örebro del kan ett reservvattensystem i beredskap i princip se ut enligt följande:

- Åsvattentäkterna (infiltrationsområdena) vid Bista, Jägarbacken, Eker samt Hammarby/Mogetorp (om detta kommit till stånd) hålls i skick för att tas i bruk inom 4 timmar från driftstopp i ordinarie system. Beredskapsläget innebär att ca 10% av nuvarande omsättning recirkuleras över täkterna, överföringsledningarna och lågreservoaren vid Skråmsta. Hälften av denna



mängd byts kontinuerligt ut med Vätternvatten. Grundvattenpumparna växelkörs och systemen genomspolas programmässigt.

- Processanläggningarna i Skråmsta vattenverk ställs av men hålls i skick för att kunna återtas i drift inom 10 dagar. Verket vilar torrlagt, inkl. råvattenintag med överföringsledning. Systemen renspolas vid avställningen och hålls renstädade. Styrutrustningar etc. förenklas och anpassas för återstart. I en framtid, beroende på verkets skick, kan detta ev. ersättas med en för standbyläge bättre anpassad anläggning.
- Resurser och rutiner upprätthålls för tillsyn och underhåll. Personal utbildas och övas fortlöpande för anläggningens uppstartsprocess och drift.

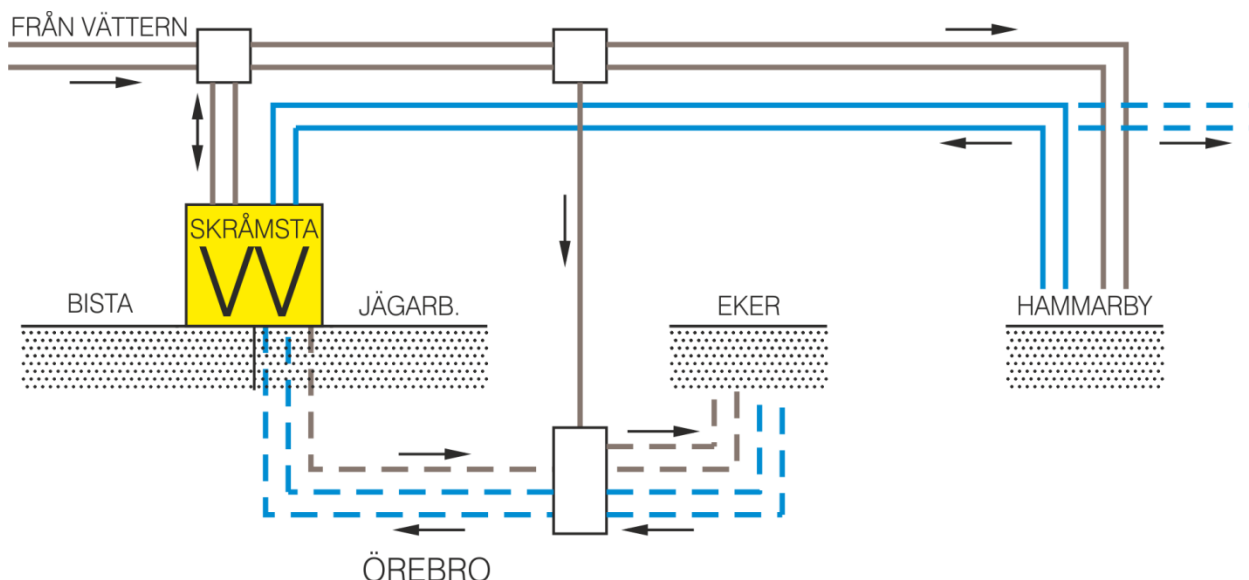
Anläggningen vid Skråmsta får i det utförande som här beskrivits kapacitet att vara reservvattenverk för övriga till vätternvattenledningen anslutna anläggningar, se vidare i utredningens avdelning 1.

## 5.8.2.2 Råvattenalternativen

### 5.8.2.2.1 Anslutningspunkter

Så som konstaterats i utredningens avdelning 1 så är Vätternvattnet av mycket hög kvalitet. Enligt vägledningen till Livsmedelsverkets föreskrifter (2001:30) erfordras 2 säkerhetsbarriärer mot mikrobiologisk förorening innan vattnet kan levereras vidare som dricksvatten. Vattnet kan levereras infiltrerbart i princip utan processliknande behandling. Mottagarna kan möjligen vilja göra en egen lokalt anpassad pH-justering innan infiltration.

I Örebro bibehålls i detta alternativ de tre bef. infiltrationsområdena vid Bista, Jägarbacken resp. Eker som fullt aktiva. Områdena är väl utrustade beträffande överförings ledningar. År 2003 dubblerades ledningarna till det mest avlägsna området, det vid Eker. Ledningsdubblingen för det återtagna renvattnet genomfördes fullständigt, medan dubbleringen på infiltrationsvattensidan inskränktes till sträckan Björkhaga-Eker. Resterande del avsågs att dubblas senare med en ledning i annan sträckning. En avsättning finns för detta i ventilstationen vid Björkhaga.



Vätternvattnet når samtliga infiltrationsplatser vid Örebro utan lokal tryckstegring i båda råvattenalternativen (alt 2, råvattenledning resp. alt 5, råvattentunnel). Vätternvattenledningarna grenas lämpligen av till en ny mottagningsstation strax norr om verksbyggnaden, se bilaga 5.8.5. Här mäts och fördelas vattnet via reglerventiler ut till respektive täktområde. Den andra grenen av vätternvattenledningarna leds vidare upp till infiltrationsområdena vid Hammarby/Mogetorp. En grenledning länkas av mitt för Björkhaga och ansluts avsättningen i ventilbrunnen där, varvid planerad dubblering erhålls, se figuren ovan.

#### 5.8.2.2.2 Redundans

Så som tidigare konstaterats så utgör de befintliga grundvattentäkterna med sina stora volymer viktiga tillgångar som vattenmagasin i sammanhanget. Denna tillgång kan överbrygga leveranstopp från Vättern i det korta perspektivet, säg upp till ett par veckor. Därefter måste magasinen börja fyllas på genom återupprättad infiltration. Detta innebär att ett infiltrerbart vatten måste finna tillgängligt inom

någon vecka i den händelse att avbrottet blir längre. För Örebro del kan ett reservvattensystem i beredskap i princip se ut enligt följande:

- Processanläggningarna i Skråmsta vattenverk ställs av men hålls i skick för att kunna återtas i drift inom ca 10 dagar. Verket vilar torrlagt, inkl. råvattenintag med överföringsledning. Systemen renspolas vid avställningen och hålls renstädade. I en framtid, beroende på verkets skick, kan detta ersättas med en för standbyläge bättre anpassad.
- Resurser och rutiner upprätthålls för tillsyn och underhåll. Personal utbildas och övas fortlöpande för anläggningens uppstartsprocess och drift.

För att erhålla erforderlig redundans för åsinfiltrationsområdena vid Örebro krävs i detta alternativ att den planerade anläggningen vid Mogetorp/Hammarby kommer till stånd. I den händelse att anläggningarna för råvatten från Vättern dröjer så kan det erforderliga råvattnet för infiltration behöva tas ur Järleån.

Anläggningen vid Skråmsta får i det utförande som här beskrivits kapacitet att vara reservvattenverk för infiltrationsvatten till övriga till vätternvattenledningen anslutna anläggningar, se vidare i utredningens avdelning 1.

### 5.8.2.3 Kostnader

Följande översiktliga kostnadsuppskattning avser de lokala anläggningarna hos mottagaren så som beskrivits under detta avsnitt (5.8), dvs. Örebro stad i detta fall.

#### 5.8.2.3.1 Alternativ 1 - renvatten via rörledningar

##### Lokala kostnader (milj. kr):

Anläggningskostnader (mottagningsstation, omställningar i bef. verk mm.)	30
<hr/>	
Kapitalkostnader (kalkylränta 4%, avskrivningstid 30 år):	
0.0578 x 30 milj. kr	1.7
Driftkostnader	2.4
<hr/>	
Summa årskostnad	4.1

**Vattenpris (kr/m<sup>3</sup>):**

Lokal del 4.1/18.6 milj. m <sup>3</sup> per år	0.2
Gemensam del, se utredningens avdelning 1	4.9
<hr/> Totalt ca	<hr/> 5.1

**5.8.2.3.2 Alternativ 2 - råvatten via rörledningar****Lokala kostnader (milj. kr):**

Anläggningskostnader (mottagningsstation, omställningar i bef. verk mm.)	25
--	----

## Kapitalkostnader (kalkylränta 4%, avskrivningstid 30 år):

Anläggningar enligt ovan 0.0578 x 25 milj. kr	1.4
Driftkostnader	12.6
<hr/> Summa årskostnad	<hr/> 14.0

**Vattenpris (kr/m<sup>3</sup>):**

Lokala anläggningar, 14.0/18.6 milj. m <sup>3</sup> per år (Obs! exkl. Mogetorp/Hammarby)	0.8
Gemensam del, se utredningens avdelning 1	2.5
<hr/> Totalt ca	<hr/> 3.3

**5.8.2.3.3 Alternativ 3 - renvatten, konstgjort grundvatten****Lokala kostnader (milj. kr):**

Anläggningskostnader (mottagningsstation, omställningar i bef. verk mm.)	30
--	----

## Kapitalkostnader (kalkylränta 4%, avskrivningstid 30 år):

0.0578 x 30 milj. kr	1.7
Driftkostnader	2.4
<hr/> Summa årskostnad	<hr/> 4.1

**Vattenpris (kr/m<sup>3</sup>):**

Lokal del 4.1/18.6 milj. m <sup>3</sup> per år	0.2
Gemensam del, se utredningens avdelning 1	4.2
<hr/> Totalt ca	4.4

**5.8.2.3.4 Alternativ 4 – renvatten, tunnelalternativet****Lokala kostnader (milj. kr):**

Anläggningskostnader (mottagningsstation, omställningar i bef. verk mm.)	35
--	----

Kapitalkostnader (kalkylränta 4%, avskrivningstid 30 år):

0.0578x35 milj. kr	2.0
Driftkostnader	2.8
<hr/> Summa årskostnad	4.8

**Vattenpris (kr/m<sup>3</sup>):**

Lokal del 4.8/18.6 milj. m <sup>3</sup> per år	0.3
Gemensam del, se utredningens avdelning 1	5.8
<hr/> Totalt ca	6.1

**5.8.2.3.5 Alternativ 5 – råvatten, tunnelalternativet****Lokala kostnader (milj. kr):**

Anläggningskostnader (mottagningsstation, omställningar i bef. verk mm.)	25
--	----

Kapitalkostnader (kalkylränta 4%, avskrivningstid 30 år):

Anläggningar enligt ovan 0.0578 x 25 milj. kr	1.4
Driftkostnader	12.6
<hr/> Summa årskostnad	14.0

**Vattenpris (kr/m<sup>3</sup>):**

Lokala anläggningar, 14.0/18.6 milj. m <sup>3</sup> per år (Obs! exkl. Mogetorp/Hammarby)	0.8
Gemensam del, se utredningens avdelning 1	3.2
<hr/> Totalt ca	4.0

## Referenser och underlag

Vatten från Vättern, Inventering av underlagsmaterial avseende regional dricksvattenförsörjning (steg 1), Sweco 2009-11-23.

Vattenskyddsområde Vättern, Ansökan kommungemensam del, Tyre'ns, 2008-11-17.

Grundvattenförekomster i Örebro och Kumla samt delar av angränsande kommuner, SGU. Carl-Fredrik Müllern 2009.

Vätternvårdsförbundets publikationer:

- Årsskrift 2009, Rapport 105, Vätternvårdsförbundet, Februari 2010
- Åtgärdsplan för fisk och fiske i Vätterns tillflöden med appendix, rapport 104, Vätternvårdsförbundet, 2009
- Bakgrundsdokument till förvaltningsplan för fisk & fiske i Vättern 2009-2013, Rapport nr 103, Vätternvårdsförbundet 2010
- Bevarandeplan för NATURA 2000 i Vättern, Rapport nr 95, Vätternvårdsförbundet 2008
- Vattenvårdsplan Vättern 2006-2012, Rapport nr 91, Vätternvårdsförbundet 2006
- Avstämning av vattenvårdsplanerna Vättern 90 och Vättern 96, Rapport 88, Vätternvårdsförbundet 2005
- Kärrafjärden Åmmeberg, Läckage av tungmetaller från deponi, Rapport 68 Vätternvårdsförbundet 2001
- Industripåverkan på Vätterns fiskar, Rapport 66 Vätternvårdsförbundet 2002
- Seatrack Vättern, Ett simuleringsprogram för spridning av ämnen i Vättern, Rapport 63 2001
- Vattenkvaliteten i Vättern och dess tillflöden, Rapport 40 Vätternvårdsförbundet 2002
- Vattenförsörjning, Årsredogörelse för 1985, Rapport 27, Kommitén för Vätterns vattenvård
- Inventering av vattentäkter och avloppsutsläpp samt översikt över utförda undersökningar i Vättern, Rapport 1, Kommitén för Vätterns vattenvård 1963

Konsekvensklassificering för Vättern, Vätternvårdsförbundet/Vägverket Rapporter:

- Nr 85 2004-10-14 (Vätterns östra sida)
- Nr 78 2003-09-05 (Askersunds kommun)
- Nr 60 2001-01-09 (Hjo, Karlsborgs kommuner)
- Nr 58 2000-02-28 (Jönköping, Habo kommuner)

Länsstyrelsen Örebro län:

- Alsens avrinningsområde, Miljösituationen i sjöar och vattendrag, Länsstyrelsen i Örebro, Publ. Nr 2010:11
- Regionalt program för efterbehandling av förorenade områden i Örebro län år 2009, publ. Nr 2008:38
- Regionalt program för efterbehandling av förorenade områden i Örebro län år 2010. Publ. Nr 2009:45.
- Ämmelången, Vätterns tillrinningsområde, Sjöfaktablad Länsstyrelsen i Örebro 2008
- Inventering av förorenade områden vid verksamheter i drift, Tillsynsprojekt-MIFO fas 1-inventering i Örebro län, Publ. Nr 2007:50.
- Risk- och sårbarhetsanalys Örebro län, Länsstyrelsen Örebro län, 2006
- Kommunrapport Askersund, Redovisning av resultaten av projektet MIFO-inventering av förorenade områden i Örebro län, Länsstyrelsen Örebro län Publ. Nr 2004:31

Recipientkontrollen i Norra Vätterns tillrinningsområde, Årsrapport 2009, Medins Biologi 2010-05-20.

Kontrollprogram Munksjö Aspa bruk, giltigt fr om 2010-01-01.

Miljörapport Munksjö Aspa Bruk 2007.

Isfria vintrar-Hur påverkas vattenkvalitet och växtplanktonutveckling i Sveriges största sjöar, SLU Miljöanalys 2004.

Motala Ström Vattenvårdsförbund 2009.

Motala Ström, Sammanställning av 40-års recipientkontroll, IVL 2002.

Koncentrationer av utsläpp i Vättern, SMHI 2006-10-09.

Vattenstånd i ett ändrat klimat, SMHI 2010-09-13.

Produktionsförluster i Motala ström pga ändrad reglering av Vättern, SMHI 2010-09-13.

Risk- och sårbarhetsanalys Askersunds kommun, 2007.

Regional risk- och sårbarhetsanalys för Jönköpings län 2009, Länsstyrelsen i Jönköpings län

Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten, SLVFS 2001:30.

Livsmedelsverkets Vägledning dricksvatten, 2006-03-01.

Livsmedelsverkets rapport 28-2005 Riskprofil Dricksvatten och mikrobiologiska risker.

Svenskt Vatten Råvattenkontroll-Krav på råvattenkvalitet, 2008-12-08.

Svenska Vatten- och avloppsverksföreningen (VAV) P72:Dricksvattenteknik-Ytvatten, aug 1992

Svenska Vatten- och avloppsverksföreningen (VAV) P73: Dricksvattenteknik-efterbehandling, distribution, nov 1996

Mikrobiologisk förorening av ytvattentäcker-kommunala avloppsutsläpp och stokastisk simulering, Svenskt Vatten Utveckling, Rapport Nr 2009-04.

Utgör Cryptosporidium och Giardia ett Hot mot Norsborg- och Lovö Vattenverk och deras Ytvattentäcker?- En identifiering av Riskfaktorer, Examensarbete Master Thesis, Christina Brodin 2002.

VASS driftstatistik, bl a Driftstatistik 2009, Statistik över kommunala vatten- och avloppsanläggningar gällande 2009.

VA i samverkan, samverkansformer inom vatten- & avloppsförsörjning, VA-Forsk, Sveriges kommuner och landsting 2005.

Regional VA-samverkan-Potential och principer, VA-Forsk rapport nr 1995-06.

Regionala VA-företag, VAForsk Rapport 2003-09.

Kommunerna samverkar, Organisation, Anders Lingsten, Svenskt Vatten Nr 6 2004.

Fyra kommuner säkerställer kompetensen, om BKT, Svenskt Vatten Nr 6 2004.

Örebro kommun, Alternativa vattentillgångar, Principutredning, Sweco 1998-06-30.

Vattenplan för Örebro kommun, antagen av kommunfullmäktige 2002-11-20.



Örebro kommun, Hammarby-Mogetorp, Undersökningsprogram, Ny vattentäkt för Örebro baserad på konstjord grundvattenbildning, Artesia 2006-03-17.

Hallsbergs kommun, Reservvattentäkt Hallsberg, Sweco 2010-01-22.

Sydlänsken, Ny överföringsförbindelse, Hallsberg-Hörby, Svenska kraftnät, Förstudie 2006.

Godsstråket genom Bergslagen, Hallsberg-Degerön, banverket, Förstudie Oktober 2004.

Förstudie väg 50, delen Askersund-Åsbro, Trafikverket 2010.

Askersunds kommun, Harge vattenverk, Analysresultat råvatten och Drickvatten utgående 2002-2009, erhållna av Sinan Nouri 2010-06-10.

Conradsson, Torgny, Ödeshögs vattenverk, 2010-08-25, muntl. kontakt.

Motala kommun, Råsnäs vattenverk, Analysresultat råvatten 2007-2010, erhållna av Mattias Strid 2010-06-16.

Naturvårdsverket, 1999, Bedömningsgrunder för miljö kvalitet, Sjöar och vattendrag, Rapport 4913.

Palmborg, Ive. Skaraborgsvatten, 2010-10-03 Muntl. kontakt.

SLU, Institutionen för miljöanalys, Data från miljöövervakning, Edeskvarna och Jungfrun 1978-2003.

Skaraborgsvatten, Borgunda vattenverk, Analysresultat råvatten 2005-2009, erhållna av Ive Palmborg juni 2010.

Jönköpings kommun, Häggeberg vattenverk, Analysresultat råvatten 2009-2010, erhållna av Mats Kall september 2010.

SOU 2007:60, kap 4.2.5, Sverige inför klimatförändringarna – hot och möjligheter, Miljödepartementet, Klimat och Sårbarhetsutredningen

SMHI, besökt 2010-07-02

1. <http://www.smhi.se/klimatdata/klimatscenarier/scenariokartor/allmanna-resultat-fran-rossby-centre-regionala-klimatscenarier-1.1904>
2. <http://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/klimatforandringarna-marks-redan-idag-1.1510>

Hydrotech 2010, [www.hydrotech.se/en/solutions/discfifers](http://www.hydrotech.se/en/solutions/discfifers) (Besökt 2010-11-10)  
Svenska