

ANPASSNING TILL ETT FÖRÄNDRAT KLIMAT



Länsstyrelserna

Mälarens och Saltsjöns framtid i ett brett perspektiv

– dricksvatten, bebyggelse, ekosystem

För mer information kontakta:

Länsstyrelsen i Stockholms län

Tfn 08-785 40 00

Rapportnummer 2013:13

www.lansstyrelsen.se/stockholm

Länsstyrelsen i Södermanlands län

Tfn 0155-26 40 00

Rapportnummer 2013:11

www.lansstyrelsen.se/sodermanland

Länsstyrelsen i Uppsala län

Tfn 010-22 33 000

Rapportnummer 2013:8

www.lansstyrelsen.se/upsala

Länsstyrelsen i Västmanlands län

Tfn 021-19 50 00

Rapportnummer 2013:7

www.lansstyrelsen.se/vastmanland

Länsstyrelsen i Örebro län

Tfn: 019-19 30 00

Rapportnummer 2013:14

www.lansstyrelsen.se/orebro

Omlagsfoto: Bergslagsbild AB, Landholmarna, Mälaren
Författare: Christina Frost, Måns Enander, Karin von Sydow
Layout: Christina Fagergren, PetraMy Börjesson
Utgivningsår: 2013
ISBN 978-91-7281-561-2

Rapporten finns som pdf på respektive länsstyrelses hemsida
Besök gärna länsstyrelsernas gemensamma webbplats
www.lansstyrelsen.se

Anpassning till ett förändrat klimat

Klimatets förändringar berör samhällets alla sektorer och naturmiljön. Knappast något lär förbli helt opåverkat. En medveten och långsiktig planering innebär en rad åtgärder för att anpassa samhället till de klimatförändringar som märks redan idag och de som väntar i framtiden.

Länsstyrelserna fick år 2009 regeringens uppdrag att samordna arbetet med anpassning till ett förändrat klimat på regional nivå. Det innebär att stödja kommuner och andra aktörer för att underlätta planering och genomförande av lämpliga åtgärder. Underlag från sektorsmyndigheter behöver sammanställas och föras vidare, till exempel klimatunderlag som beskriver klimatets förändringar i olika tidsperspektiv. Regionala analyser behöver utföras och komma olika parter till godo. En viktig del av länsstyrelsernas arbete är att bidra till att höja kunskapen inom respektive region om klimatets förändringar och om konsekvenserna för samhället.

Sårbara områden och verksamheter behöver identifieras så att lämpliga åtgärder kan vidtas för att anpassa samhället på ett hållbart sätt. Länens kommuner ansvarar för ett stort antal viktiga verksamheter och är därför en viktig part. Ett samarbete mellan regionernas olika aktörer är en mycket viktig del i arbetet.

Innehåll

FÖRORD	5
LÄSANVISNING	6
SAMMANFATTNING.....	7
INLEDNING	8
Syfte och avgränsningar.....	10
Metod och genomförande.....	10
Deltagare.....	13
PROBLEMBILDEN – PLANERING UNDER OSÄKERHET.....	15
Helhetsperspektivet.....	15
Typåtgärder.....	17
BEHOV AV ANALYSER OCH KOMPETENSER	21
Klimatanalyser.....	21
System- och konsekvensanalyser	23
Typåtgärd Sluss	30
Typåtgärd Havsvik	34
Typåtgärd Barriär.....	39
Samhällsekonomiska analyser och juridiska aspekter	42
Övergripande synpunkter	43
OMVÄRLDSANALYS – HUR HAR ROTTERDAM OCH KÖPENHAMN ARBETAT MED KLIMATANPASSNING?	47
FORTSATT PROCESS	49
Form.....	49
Uppdragstagare	50
Tid och omfattning.....	50
TVÅ VATTEN SOM MÖTS UNDER ÄNDRADE FÖRHÅLLANDEN – PROJEKTGRUPPENS SLUTSATSER OCH REFLEKTIONER.....	51
 Bilaga 1. Deltagare vid workshopar	54
Bilaga 2. Regeringsskrivelse oktober 2012	57
Bilaga 3. Sammanfattande tabeller över frågeställningar och analyser	64

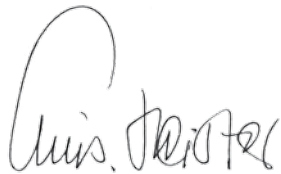
Förord

Mälarens och Saltsjöns framtid är en av Mälarregionens strategiskt mest angelägna frågor. Förutom vattnets kvalitet handlar det om samhällets möjlighet att på ett hållbart sätt kunna utvecklas kring Mälaren och Saltsjön. Det är en utmaning som innebär känsliga sammanvägningar mellan samhällets behov och ekosystemens uthållighet. *Mälarens och Saltsjöns framtid i ett brett perspektiv – dricksvatten, bebyggelse, ekosystem* är en första kartläggning av vilka analyser och kompetenser som behövs för att fortsätta utreda de framtida förutsättningarna för Mälaren som dricksvattentäkt.

Kartläggningen är ett samarbete mellan länsstyrelserna i Stockholm, Södermanland, Uppsala, Västmanland och Örebro och ingår i myndigheternas klimatanpassningsarbete. Kartläggningen utgör den första av sex föreslagna utredningsfaser i den skrivelse till regeringen som länsstyrelserna lämnade i oktober 2012. Arbetet är en fortsättning på förstudien *Mälaren om 100 år – förstudie om dricksvattentäkten Mälaren i framtiden* som lyfte frågan om Mälaren som dricksvattentäkt under nästa sekel.

För det kommande utredningsarbetet förordar vi en bred ansats och resurser för att arbeta fram underlag för kommande ställningstaganden och avvägningar mellan olika intressen och värden. Länsstyrelserna deltar gärna som en aktiv part i ett sådant arbete där denna kartläggning är ett viktigt underlag.

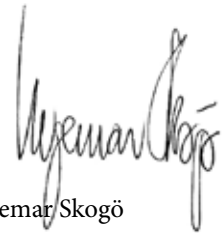
Stockholm juni 2013



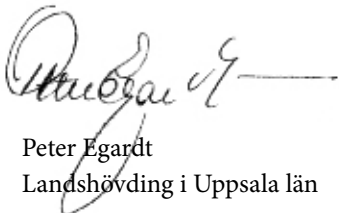
Chris Heister
Landshövding i Stockholms län



Liselott Hagberg
Landshövding i Södermanlands län



Ingemar Skogö
Landshövding i Västmanland län



Peter Egardt
Landshövding i Uppsala län



Rose-Marie Frebran
Landshövding i Örebro län

Läsanvisning

Rapporten består av fyra delar. Strukturen är vald för att specialisternas bedömningar tydligt ska framgå. Det är viktigt att förstå att rapporten inte eftersträvar, och inte heller kan vara, heltäckande när det gäller analysförslag. Den är snarare tänkt som en första kartläggning av problembilden, och utgår från specialisternas kunskaper som inhämtats vid tre workshoppar.

De två första kapitlen ger en bakgrundsbeskrivning till projektet och en förståelse för problembilden. Detta är länsstyrelsernas skrivningar och utgår från projektplanen och tidigare underlagsmaterial, exempelvis förstudien *Mälaren om 100 år – förstudie om dricksvattentäkten Mälaren i framtiden* och SMHI:s klimatanalys för Stockholms län.

Kapitlen *Behov av analyser och kompetenser* och *Fortsatt process* är en objektiv beskrivning av det underlag som kom fram på workshoparna. Länsstyrelserna har varken ändrat eller lagt till information. Det är specialisternas åsikter som presenteras, det vill säga en sammanställning av deras synpunkter utifrån deras kompetenser. Kapitlen *Klimatanalyser* och *System- och konsekvensanalyser* ger specialisternas syn på behov av analyser avseende olika system och konsekvenser, utan hänsyn tagen till de så kallade typåtgärderna. Kapitlen *Typåtgärd Sluss*, *Typåtgärd Havsvik* och *Typåtgärd Barriär* ger motsvarande direkt kopplat till typåtgärderna. Indelningen ger ett visst överlapp, men är vald för att underlaget tydligt ska framgå. Läsare som vill få den samlade bilden av analysbehov och reflektioner från specialisterna bör läsa samtliga delkapitel.

Kapitlet *Omvärldsanalys* är ett sammandrag av den omvärldsanalys som WSP tagit fram på uppdrag av länsstyrelserna. Hela omvärldsanalysen redovisas i en separat rapport.

Slutkapitlet återger korta slutsatser och reflektioner från projektgruppen. Kapitlet är länsstyrelsernas skrivningar.

För hela rapporten gäller:

- Med vi avses befolkningen/medborgare i största allmänhet.
- När länsstyrelserna eller projektgruppen anser/påpekar något anges det som länsstyrelserna eller projektgruppen.

Sammanfattning

Klimatet förändras med bland annat ökad nederbörd, ändrade flöden och en global havsnivåhöjning som följd. Enligt SMHI är det rimligt att anta att världshaven som högst stiger upp emot en meter från 1990 till slutet av seklet. Därefter förväntas havet fortsätta att stiga. Enligt internationell forskning kan det röra sig om ett intervall på två till fyra meter till år 2200. Det innebär att havet utanför slussarna i Stockholm och Södertälje kommer att ligga i nivå med Mälaren en bit in på nästa sekel.

Mot bakgrund av denna kunskap genomförde länsstyrelserna i Stockholms, Södermanlands, Uppsala, Västmanlands och Örebro län gemensamt förstudien *Mälaren om 100 år – förstudie om dricksvattentäkten Mälaren i framtiden* med dricksvattnet i fokus. Syftet var att uppmärksamma problematiken, beskriva frågeställningarna och visa exempel på vägval som kan bli nödvändiga. Det framgick av förstudien att flera av frågorna behöver hanteras redan idag.

Förstudien följdes upp med en skrivelse till regeringen hösten 2012 om att ta initiativ till ett fördjupat utredningsuppdrag och presenterade ett förslag på fortsatt tillvägagångssätt i sex faser. Skrivelsen betonade vikten av en helhetssyn. Dricksvattenfrågan på lång sikt måste betraktas tillsammans med frågeställningar om bland annat bebyggelseutvecklingen kring Mälaren, Saltsjön och Stockholms skärgård liksom berörda ekosystem.

Länsstyrelserna har nu genomfört den första delen av förslaget i skrivelsen. Föreliggande rapport utvecklar och koncentrerar problemformuleringen genom att lämna förslag på vilka analyser som kan behövas i det fortsatta arbetet, identifierar viktiga kompetenser samt beskriver en möjlig fortsatt process. Syftet är även att öka kunskapen inom området.

Tre workshopar har hållits med ett femtiotal specialister för att utveckla en dialog om problembilden, med och mellan specialisterna. Utgångspunkt har varit både Mälaren som dricksvattentäkt och vattennivåerna runt Mälaren och Saltsjön. Tidsperspektivet är huvudsakligen från slutet på detta sekel men problem med vattenkvaliteten kan uppkomma redan under innevarande sekel. Parallellt med workshoparna har en omvärldsanalys genomförts.

Ett resultat från workshoparna är den tydligt tudelade hotbilden: permanent höjd havsnivå och högvatten med risk för inströmning av saltvatten å ena sidan och förändrad markavrinning och tillflöden till Mälaren å den andra. Båda påverkar vattnets kvalitet, men troligen är det inte saltvatteninträngning som är det största och första bekymret för dricksvattnet utan det förändrade tillrinningsmönstret och markavrinningen i området. Hotbilden innebär även konsekvenser för till exempel lågt liggande bebyggelse, infrastruktur, näringsverksamhet och naturmiljö kring Mälaren, Saltsjön och i skärgården.

Mälaren och dess omgivning representerar olika värden. Avvägningar mellan olika värden kommer att behöva göras. Det är därför viktigt att tydliggöra vilka värden som är förhandlingsbara, vilka som är omistliga och vilka det är svårt eller omöjligt att kompromissa om. Finns det överordnade villkor eller värden som är styrande?

Valet av lösningar för framtiden har betydelse redan i nutid, bland annat vad gäller bebyggelseplaneringen. Det är därför angeläget att fortsätta utreda frågan. Eftersom frågan är komplex behövs en bred ansats där ansvarsförhållanden tydliggörs. I den fortsatta processen är det även viktigt att våga ifrågasätta vedertagna strukturer och förhållningssätt.

I rapporten presenteras en mängd förslag på analyser inom olika sakområden som lämpligen kan ligga till grund för det fortsatta arbetet att utreda förutsättningarna för Mälaren som dricksvattentäkt på lång sikt.

Inledning

Mälaren som dricksvattentäkt på lång sikt är en av Stockholm och Mälarenregionens strategiskt mest viktiga frågeställningar. Problemet är komplext och innefattar förutom dricksvattenfrågan även frågeställningar om bland annat bebyggelsens utveckling runt Mälaren, Saltsjön och i Stockholms skärgård liksom berörda ekosystem. Det är viktigt att ha ett helhetsperspektiv på problembilden när frågan diskuteras.

Mälaren om 100 år

Under år 2011 tog länsstyrelserna runt Mälaren gemensamt fram förstudien *Mälaren om 100 år – förstudie om dricksvattentäkten Mälaren i framtiden* (Länsstyrelserna, 2011). Avsikten var att lyfta upp några av de frågeställningar, åtgärdsstrategier och konsekvenser som kan bli aktuella att studera närmare om havet stiger så mycket att nivåskillnaden mellan Mälaren och Saltsjön minskar eller försvinner helt.



Förstudien diskuterade tre strategiska vägval för hur man kan möta problematiken med Mälaren som möter ett stigande hav:

- Nollalternativet, låt Mälaren på sikt bli en havsvik, vilket bland annat kan kräva en alternativ dricksvattentäkt.
- Høj Mälaren i samma takt som havet.
- Bygg barriärer och vallar i skärgården, så att även Saltsjön blir en insjö.

Av alternativen följer komplicerade följdfrågor. Vad är bäst för dricksvattnet? Hur påverkas bebyggelse, infrastruktur, naturmiljö, vattenvård, jordbruk och hela ekosystemet Mälaren-Saltsjön?

Förstudien redovisades på den länsstyrelsegemensamma Mälarkonferensen i augusti 2011.

Skrivelse till regeringen

För att ytterligare lyfta frågan skickades *Mälaren om 100 år* till regeringen under oktober 2012 tillsammans med en skrivelse från Mälarlänens landshövdingar, se bilaga 2. Skrivelsen förespråkade ett fördjupat utredningsuppdrag för att utreda förutsättningarna för Mälaren som dricksvattentäkt i framtiden. Med frågeställningen följer även ett flertal andra frågor som har bäring på olika system runt Mälaren och Saltsjön. En struktur bestående av en huvudstudie i sex olika faser föreslogs:

- Fas 1: Inledning – problemidentifiering och identifiering av aktörer
- Fas 2: Hotbildsbeskrivning och konsekvensanalyser
- Fas 3: Åtgärdsstrategier
- Fas 4: Konsekvensanalyser av åtgärder
- Fas 5: Samhällsekonomiska analyser av åtgärder och dess konsekvenser
- Fas 6: Analys av finansieringsmöjligheter

Undertecknande landshövdingar föreslog i skrivelsen att regeringen tar initiativ till en huvudstudie utifrån nämnda förstudie och det kartläggningsarbete av problemidentifiering och identifiering av aktörer som länsstyrelserna startade hösten 2012 (fas 1).

MÄLAREN

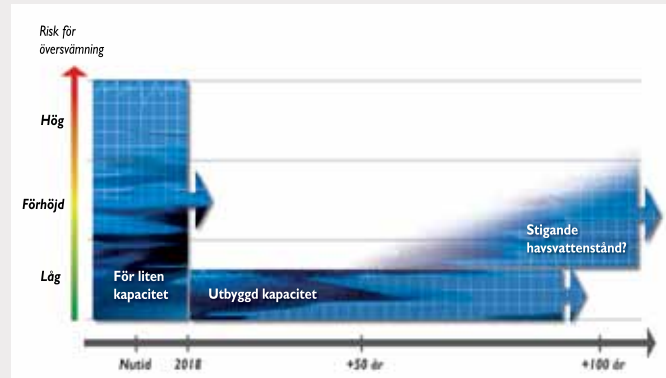
Mälaren är Sveriges tredje största sjö och används som dricks-vattentäkt av cirka två miljoner människor. Historiskt har Mälaren varit en havsvik i Östersjön med samma vattenståndsvariationer som havet fram till dess att den började regleras. Den nuvarande regleringsregimen åstadkoms år 1943 och innebär en kraftig minskning av översvämningsriskerna. En fullständig reglering tillkom år 1960 genom att Stallkanalen började regleras. Nivån regleras genom fyra avtappningspunkter, tre i Stockholm och en i Södertälje. Regleringen har gynnat flera av de samhällsstrukturer vi idag har längs Mälarens stränder. Den har skapat möjligheter för näringar och in-tressen att utvecklas i Mälardalsområdet. Mälaren kommer nu, när Slussen i Stockholm byggs om, att få en ny reglering med syfte att kunna tappa betydligt mer vatten till Saltsjön¹. Risken för översvämning, som idag är oacceptabelt hög, minskar då i regionen i dagens klimat och under ändrade klimatförhållanden inom nuvarande sekel. Den nya slussen beräknas fylla sin funktion till ungefär seklets slut.

Mälaren har idag, vid normalt vattenstånd, en höjdskillnad på cirka 70 cm till Saltsjön. Det händer att nivån vid högvatten ligger högre än Mälaren, men saltvatteninträngning förhindras genom att luckorna mot Saltsjön stängs. Den nya slussen tar hänsyn till en nettohöjning av Saltsjön på 50 cm. Höjningen är räknad på en antagen global havsnivåökning på en meter till seklets slut med hänsyn tagen till landhöjning. I ett sådant scenario kommer Saltsjöns nivå vid högvatten år 2100 vara högre än Mälarens under 75 dagar per år, jämfört med två dagar idag. När den idag planerade slussen upphör att fylla sin funktion, ungefär mot seklets slut, ökar risken för saltvatteninträngning. Fortsätter vi att blicka ytterligare framåt blir problemet större. Att redan idag möta och hantera denna utveckling är viktigt för att inte låsa in oss i alternativ som är otillräckligt övervägda.

1 Saltsjön är en fjärd i Stockholms inlopp som sträcker sig från Norrströms utlopp i Strömmen till Lilla Värtan söder om Lidingö. Genom Saltsjön går farleden in till Stockholms inre hamn. Saltsjön är egentligen ett lokalt äldre namn för Östersjön med alla dess vikar och fjärdar inom Stockholms skärgård. Till skillnad från Mälaren och andra avsnörpta inre sjöar är den en saltvattensjö.



Mälarens avrinningsområde på 22 650 km² sträcker sig från Ludvika i nordväst till Södertälje i sydost.



Risken för översvämning av Mälaren är idag oacceptabelt hög. En utbyggd tappningskapacitet och ändrad regleringsstrategi kommer att minska risken för översvämnningar under detta sekel. (Länsstyrelserna, 2011)

Syfte och avgränsningar

Rapporten avhandlar fas 1 i den nämnda skrivelsen till regeringen. Syftet är att:

- ringa in och koncentrera problemställningen som grund för ett fortsatt framtida arbete med de övriga faserna,
- identifiera aktörer och kompetenser av vikt för frågan,
- ge förslag till fortsatt tillvägagångssätt för fas 2–6,
- upparbeta en grundläggande kunskap inom egen organisation och hos berörda aktörer för att kunna driva frågan vidare och
- öka kompetensen inom området genom en omvärldsanalys av liknande problemställningar och erfarenheter från andra länder.

Att ringa in och koncentrera problemställningen innebär att klargöra vilka analyser som kommer att behöva göras för att få svar på de många komplexa frågeställningarna. För att utföra analyserna behöver det tydliggöras vilka kompetenser och aktörer som är viktiga att få med i processen. Det kan till exempel vara vattenproducenter, planerare, tillsynsansvariga och specialister inom olika analysområden.

Målsättningen med fas 1 är även att utveckla det förslag som skickades till regeringen i oktober 2012 genom att beskriva en möjlig fortsatt process.

Föreliggande kartläggning gör inte anspråk på att vara heltäckande avseende analysförslag inom de för problemställningen relevanta sakområdena. Den redovisar de resultat som framkommit under projektets tre workshopar med utvalda specialister och aktörer med kunskap om frågeställningarna. Arbetet syftar inte till att ge svar på de olika diversifierade frågeställningarna eller till att ge underlag till andra parallella Mälarprojekt.

Metod och genomförande

Den metod som användes i projektet är heldagsworkshopar med specialister varvat med interna möten. Som komplement utfördes en omvärldsanalys i form av en litteraturstudie. Litteraturstudien beskriver erfarenheter från klimatanpassningsarbetet i de två städerna Rotterdam och Köpenhamn. Studien redovisas som en separat rapport med titeln *Omvärldsanalys – Hur har Köpenhamn och Rotterdam arbetat med klimatanpassning?*

Avsikten med workshopmetodiken var att få en dialog om problembilden med och mellan relevanta specialister inom en mängd sakområden, samt att höja kunskapsnivån om frågeställningens komplexitet. Gruppdiskussioner varvades med gemensamma diskussioner för att få djup, bredd och processdynamik. Fokusfrågor, specifika för varje workshop och diskussionspass, och olika åtgärder användes för att fokusera och koncentrera diskussionerna.

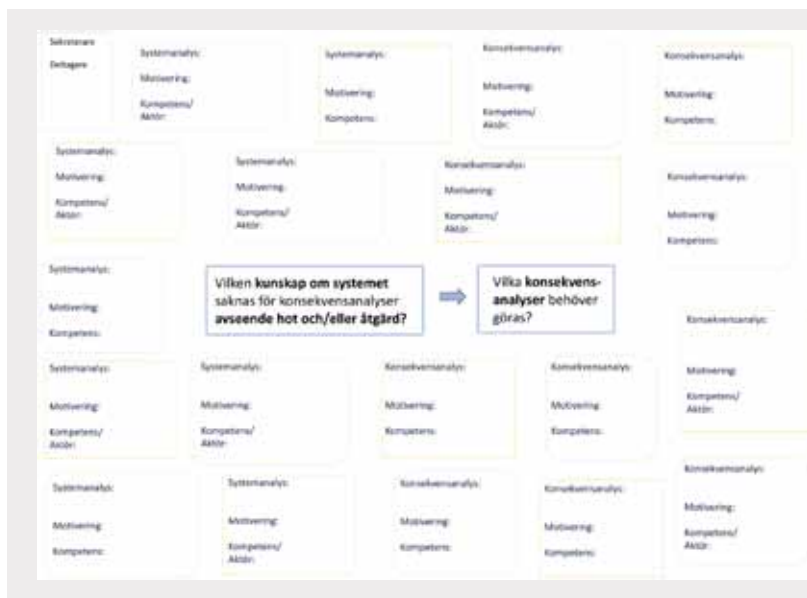
Projektgruppen var sammanhållande i samtliga diskussioner för att fånga upp tankar, stödja och leda. Förslagen från specialisterna redovisas objektivt och sakligt. Projektgruppen lämnar inte synpunkter eller värderingar på specialisternas underlag.

För att skapa en konstruktiv dialog bör inte antalet deltagare vara för många vid varje enskilt workshoptillfälle. Eftersom problembilden är komplex och antalet sakområden är många genomfördes tre workshopar, delvis med olika fokus. Den första workshopen, med specialister från samtliga fem länsstyrelser, fokuserade på att beskriva problembilden som helhet och på att lämna förslag på externa specialister för workshop två och tre. Den andra hade fokus på hotbilden – ett förändrat klimat – och på system under eller i vattnets närhet samt konsekvenser för de systemen. Den tredje var framförallt inriktad på vilka konsekvenserna kan bli för system över

*Klimatets förändringar
påverkar inte bara Mälaren –
även Saltsjön och skärgården
med omgivningar berörs.*



Mälaren. Foto: Christina Fagergren



Exempel på blad i A0-format med fokusfrågorna uppskrivna och som användes i gruppdiskussionerna.

vattenytan av klimatets förändring. I den tredje workshopen utgick diskussionerna från tänkbara typåtgärder. Typåtgärder, som alltså användes som en metodologisk grund för diskussionen, har sitt ursprung i de strategiska vägvalen i förstudien *Mälaren om 100 år – förstudie om dricksvattentäkten Mälaren i framtiden*, och har här ytterligare preciserats.

Fokusfrågorna för workshoparna (WS) var:

- **WS 1:** Hur påverkas Mälaren, dess värden och omgivning av ett stigande hav? Vad kan göras för att säkra dricksvattenförsörjningen? Vilka konsekvenser innebär åtgärderna?
- **WS 2:** Vad saknas för att förstå hotet? Vilken kunskap behövs om hotet/klimatet för att göra konsekvensanalyser av systemet? Vilken kunskap om systemet saknas för att göra konsekvensanalyser

av hot och/eller åtgärd? Vilka konsekvensanalyser behöver göras?

- **WS 3:** Vilka blir konsekvenserna för olika system? Krävs följdåtgärder? Beskriv behov av analyser och kompetenser!

Som stöd för diskussionerna inleddes varje workshop med en föreläsning om klimatets förändring specifik för Mälarenregionen och Saltsjön/Östersjön samt en kort beskrivning av problembilden. Olika barriärer i exempelvis S:t Petersburg och Rotterdam visades.

Den övergripande terminologin som används vid beskrivningen av problemet härrör från konsekvens- och sårbarhetsanalysmetodik – hot, system, konsekvenser, sårbarheter – och är allmänt vedertagen. Problemets komplexitet kräver helhetssyn, vilket var en utmaning när man skulle diskutera och penetrera frågeställning-



Kappsegling på Mälaren. Foto: Uwe Stephan

arna vid workshopparna. Helhetssynen omfattar många system, som tekniska system och ekosystem, som beror av och påverkar varandra, där systemgränser varierar beroende på perspektiv, och där det finns stora osäkerheter om den framtida utvecklingen av klimatet och samhället. Att fånga in problemets bredd, att avgränsningar inte görs för snäva tillsammans med att tydliggöra och förstå samband med eget sakområde är komplicerat.

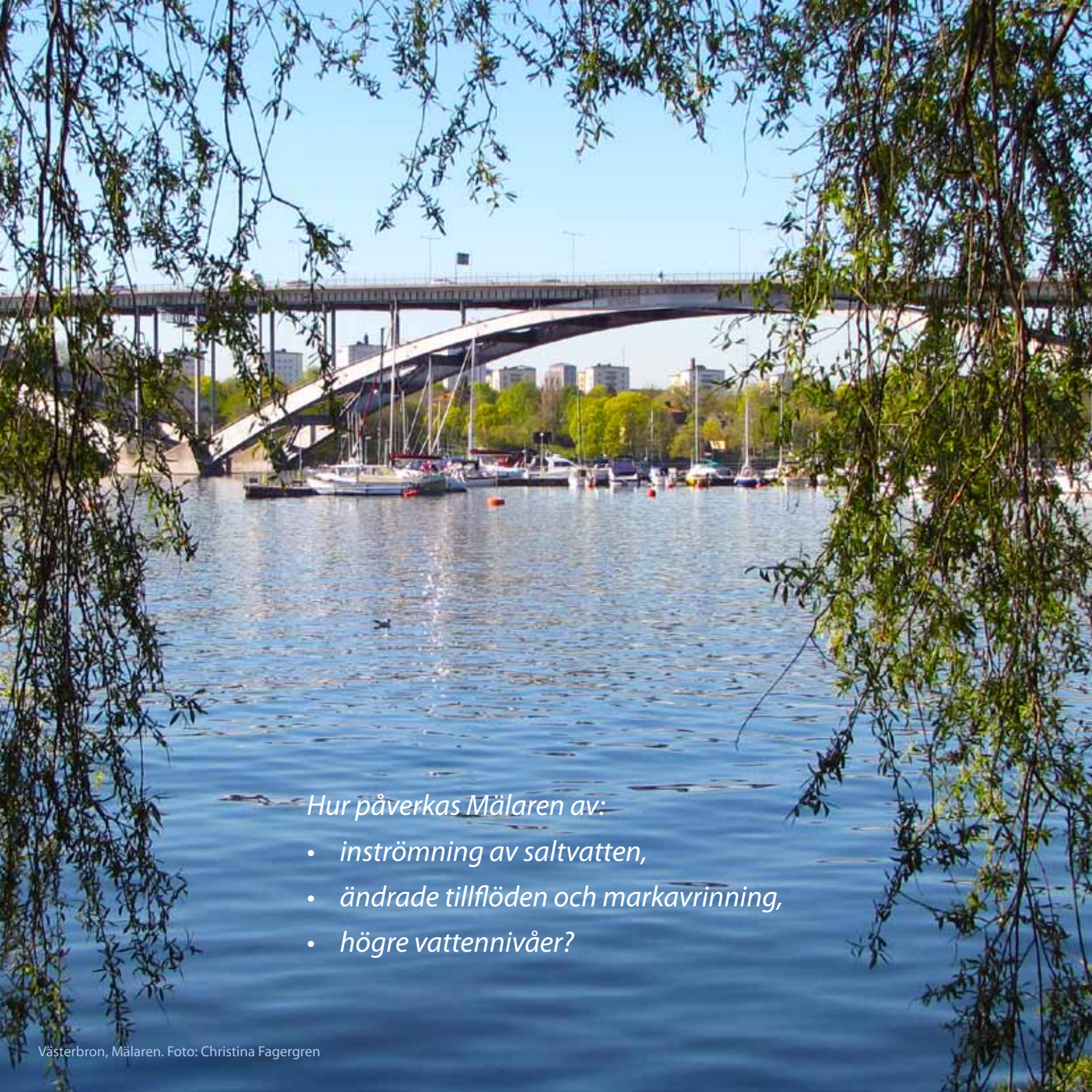
Rapporten skickades på sakgranskning den 29 april 2013 till samtliga deltagande specialister. 29 av 55 specialister lämnade synpunkter.

Deltagare

Projektet drevs av en projektgrupp med representanter från varje deltagande länsstyrelse. Projektledare: Christina Frost, Länsstyrelsen i Stockholms län. Övriga deltagare i

projektgruppen: Karin von Sydow, Länsstyrelsen i Uppsala län, Måns Enander, Länsstyrelsen i Västmanlands län, Kaj Hellner, Länsstyrelsen i Södermanlands län och Karin Aune, Länsstyrelsen i Örebro län. Anna-Lena Lökvist Andersen, Länsstyrelsen i Stockholms län, deltog som metodstöd. Anders Lindblom, Länsstyrelsen i Stockholms län, ansvarade för rapportering till länsledningarna.

Utöver projektgruppen deltog från de fem länsstyrelserna nittionio utvalda specialister inom relevanta sakområden under den första workshopen. Vid de två externa workshopparna deltog sammanlagt 38 specialister från bland annat vattenbolag, universitet och högskolor, centrala myndigheter, Regeringskansliet, konsultbolag, branschorganisationer, energibolag och kommuner. Samtliga deltagare från workshop 1, 2 och 3 är listade i bilaga 1 med namn, organisationstillhörighet och kompetensområde.



Hur påverkas Mälaren av:

- *inströmning av saltvatten,*
- *ändrade tillflöden och markavrinning,*
- *högre vattennivåer?*

Problembilden – planering under osäkerhet

Mälarens framtid är en strategisk fråga för Mälarenregionen, för många aktörer och för regionens befolkning. Klimatets förändringar kommer att spela en väsentlig roll för Mälaren och dess värden. Men inte bara för Mälaren med tillrinningsområde utan också för Saltsjön och skärgården med omgivningar. Problembilden utgörs av två vatten som möts mitt i en storstadsregion, under förändrade förhållanden, där det ena vattnet används som vattentäkt för, i dagsläget, cirka två miljoner människor.

Helhetsperspektivet

Klimatets förändring innebär havsnivåhöjning av Östersjön och Saltsjön, förändrad tillrinning och flödesmönster för Mälaren, förändrade salthalter och ökad nederbörd vintertid. Dessa förhållanden kommer att ha stor betydelse för dricksvattenförsörjningen framöver.

De förändrade förhållandena – mängder, tidsmönster, nivåer, temperaturer, salthalter, strömningar, föroreningar – kommer på lång sikt att innebära förändringar i vattnets kvalitet. Andra värden kommer också direkt att påverkas av förändringarna, som vattenmiljön och obebyggda eller bebyggda strandnära miljöer – såväl boendebebyggelse som näringslivets verksamheter. För många av miljöerna är det viktigt med långa planeringsperspektiv, mer än 100 år, kanske 200 år eller längre. Så långa tidsperspektiv rymmer stora osäkerheter både om klimatets och samhällets förändring. Vid de tidsperspektiven är det därför särskilt viktigt att beakta följande som en helhet:

- risken för inströmning av saltvatten i Mälaren med konsekvenser för sjöns vattenkvalitet och ekosystem,
- ändrad markavrinning och tillflöden till Mälaren, med påverkan på både vattenkvalitet, ekosystem och översvämningssrisker samt
- risken för översvämning på grund av permanent havsnivåhöjning och av högvatten med konsekvenser för bland annat bebyggelse och samhällsviktiga verksamheter.

Ett helhetsperspektiv innebär att fånga in hela problemets bredd, att avgränsningarna inte görs för snäva. Tidsfaktorn är ett sådant perspektiv, systemperspektivet och det geografiska perspektivet är andra. Beroende på vilket område eller vilken åtgärd som diskuteras för att hantera dricksvattenfrågan så varierar systemperspektivet. Ibland behöver fokus ligga på enskilda system som strandängar eller ett tekniskt system. Ibland behöver fokus utvidgas till exempelvis enskilda vattenbassänger eller till Mälaren,

KLIMATETS FÖRÄNDRINGAR

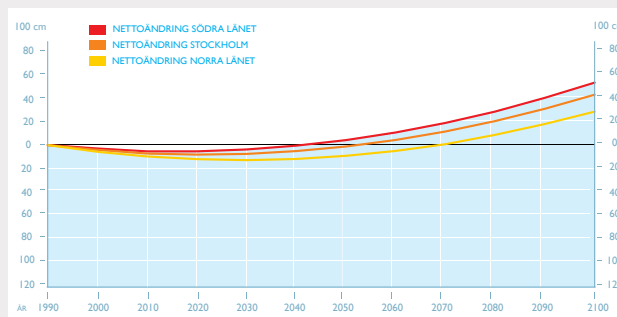
SMHI tog år 2010, på uppdrag av Länsstyrelsen i Stockholm, fram en regional klimatsammanställning specifik för länet grundad på senaste forskning (Andréasson m.fl., 2010). I den anges bland annat att internationell forskning visar att en rimlig övre gräns för hur mycket havsnivån kan komma att stiga till år 2100 är ungefär en meter, som ett globalt medelvärde. I SMHI:s underlag till projekt Slussen om Mälarens framtida reglering gjordes samma bedömning. Senare har en utförligare rapport publicerats av SMHI om det internationella kunskapsläget avseende framtidens havsnivåer (Bergström, 2012). Länsstyrelsens slutsats utifrån den rapporten är att den tidigare bedömningen står sig.

Efter avdrag för landhöjning, 5,2 mm per år i Stockholm, fås en nettohöjning på ungefär 40 cm till år 2100 för centrala Stockholm beräknat på att havet stiger en meter. Den globala havsnivån kommer att fortsätta att stiga under lång tid framöver. Exempelvis pekar holländska bedömningar mot nivåer på två till fyra meter till år 2200 (Bergström, 2012).

Utöver förändringen av medelvattennivån inträffar temporära högvatten på grund av lufttryck och vindar. Hur hög havsnivån blir beror på utgångsläget i Östersjön. Tabellen visar 100-årsvattenståndet¹ för Stockholm år 2100 vid en global havsnivåhöjning på en meter, och för år 2200 vid en antagen global höjning på två meter. Beräkningen för år 2200 ska endast ses som en illustration av utvecklingen efter år 2100. Det ska påpekas att nivån för år 2200 är mycket osäker.

För att beskriva havets relation till land används fasta höjdsystem. Beräkningarna av 100-årsvattenståndet visas här i höjdsystemet RH2000. I den regionala klimatsammanställningen antog SMHI att medelvattenytan referensåret 1990 låg på 20 cm för Stockholms län i RH2000 och år 2010 på 13 cm. (Andréasson m.fl., 2010)

1 Sannolikheten för 100-årsvattenståndet och 100-års flödet är 1 procent för varje enskilt år, medan den för en 100-årsperiod är 63 procent.



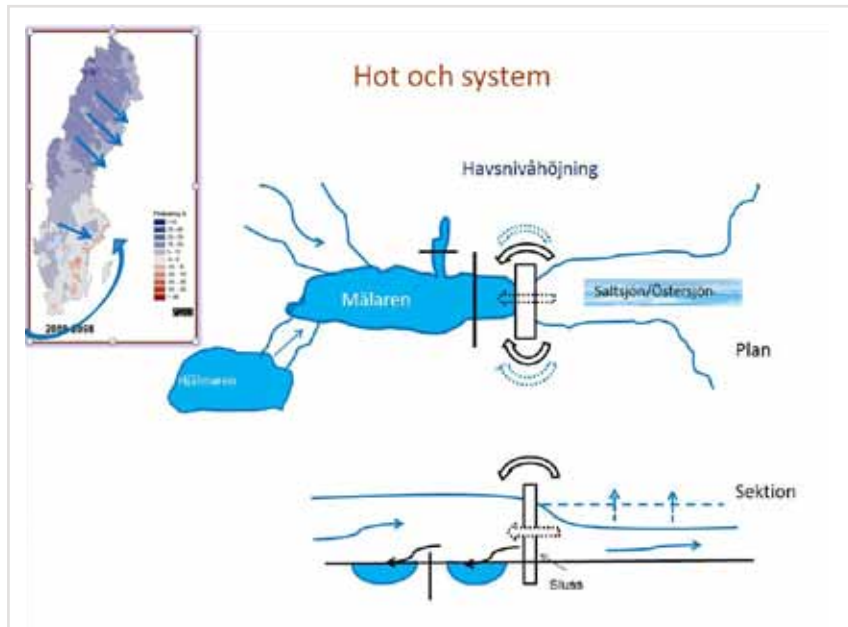
Beräknad nettoändring av havets medelvattennivå åren 1990–2100 (varierar över länet beroende på landhöjning). Södra länet motsvaras av Landsort, norra länet av Norrtälje. (Utställningen Nordens Venedig, Kulturhuset, 2011/12 av Länsstyrelsen Stockholm och SMHI).

100-årsvattenstånd för Stockholm uttryckt i höjdsystem RH2000 för åren 2010, 2100, 2200 (Andréasson m.fl., 2010).

	100-ÅRS VATTENSTÅND, RH2000 (CM) (EXKLUSIVE VÅGOR OCH VINDUPPSTUVNING ²)		
Kustområde	År 2010	År 2100	År 2200
Stockholm	120	175	220

Nederbörden kommer att öka under vinterhalvåret inom regionen, medan den i stort sett blir oförändrad under sommaren. Den ökade vinternederbörden i form av regn innebär en kraftigt ökad avrinning från marker kring Mälaren – naturmark, jordbruksmark, urban miljö. Till år 2100 beräknas Mälarens tillrinning under vintern öka med cirka 70 procent, och minska lika mycket under sommaren på grund av ökad avdunstning. Mälarens 100-årsflöde bedöms öka med cirka 20 procent till slutet på seklet. (Andréasson m.fl., 2010) För nästa sekel saknas motsvarande uppgifter.

2 Snedställning av en vattenyta i till exempel en vik på grund av vind.



Principskiss över klimatfaktorer med betydelse för Mälaren/Saltsjön/Östersjön (Workshop Länsstyrelsen, 2012/13).

Saltsjön och skärgården med omgivningar som ett stort sammanhållet system, där olika delar/undersystem påverkar varandra.

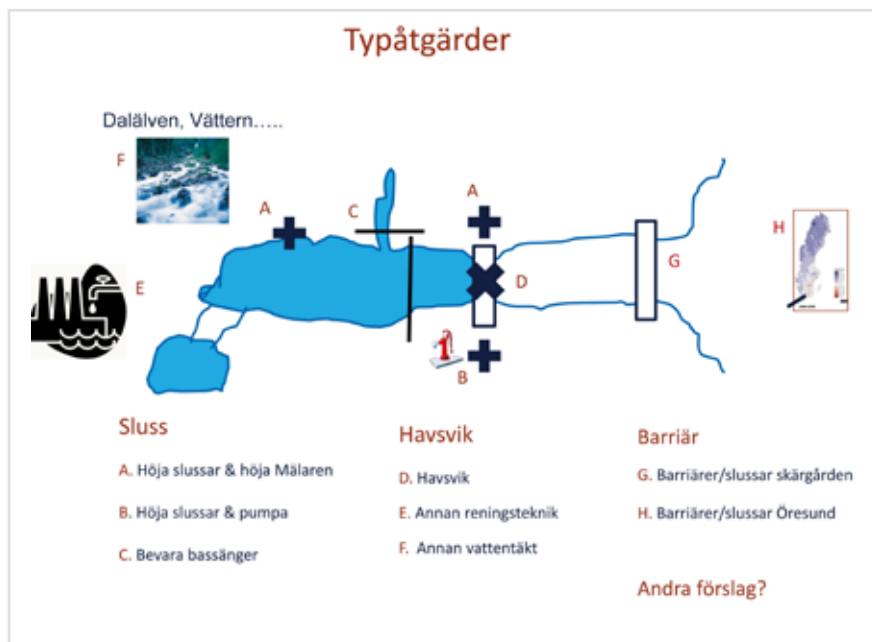
Principskissen visar den bakomliggande orsaken till problemet, klimatförändringarna och vattenområdena Mälaren, Saltsjön, Östersjön. Klimatbeskrivningen omfattar havsnivåhöjningen, ökad tillrinning till Mälaren och Östersjön från åar och älvar, inflödet från Västerhavet samt inströmningen av havsvatten till Mälaren och dess djuphålur från Saltsjön. Inströmningen visas som pilar och kan ske över, genom, vid sidan om fördämningar och genom mark/grundvattenlager. Tillflödet från åar/älvar/floder och inströmningen från Västerhavet har betydelse för Östersjöns salthalt. För att få helheten är det viktigt att väga in samtliga faktorer.

Typåtgärder

Valet av åtgärd i framtiden för att strategiskt hantera dricksvattenfrågan har stor betydelse redan idag. I skriften *Mälaren om 100 år* diskuteras tre strategiska vägval:

- höja slussarna och Mälaren så att nivåskillnaden på 70 cm bibehålls som idag,
- låta Mälaren bli en havsvik kompletterad med alternativ vattentäkt,
- bygga barriärer i skärgården med olika geografisk belägenhet.

Vägvalen ger konsekvenser för olika system, exempelvis ekosystem, bebyggelse, näringsliv, samhällsviktiga funktioner. (Länsstyrelserna, 2011.)



Principskiss över typåtgärder för att hantera dricksvattenfrågan på lång sikt (Workshop Länsstyrelsen, 2012/13).

Figuren visar en principskiss över typåtgärder, Sluss, Havsvik och Barriär, med olika variationer, och är en utveckling av de beskrivna vägvalen. Principskissen har använts under workshoparna som en metodologisk grund för diskussionerna, se vidare under *Metod och genomförande*. Det ska sägas att de olika typåtgärder är att betrakta som ytterligheter. Andra förslag kan också tänkas, liksom kombinationer av typåtgärder.

Sluss står här för samtliga fördämningar/slussar i Stockholm och Södertälje som finns idag eller som skulle kunna finnas inom området i framtiden. Den anges i två varianter – höjda slussar i kombination med höjning av Mälaren alternativt pumpning så att Mälarens nivå idag bibehålls. Ett bevarande av Mälarens enskilda bassänger

(totalt sex stycken) kan ses som en ytterligare säkerhetsåtgärd. *Havsvik* får ses i kombination med till exempel annan reningsteknik eller annan vattentäkt. *Barriär* exemplifierar barriärer utanför Saltsjön – i skärgården eller i Öresund.

Valet av typåtgärd har betydelse för om en bassäng förblir söt eller kommer att bli salt på lång sikt. Om slussar höjs med syfte att bevara Mälaren som dricksvattentäkt så förblir Mälaren söt. Alternativet havsvik resulterar i att helheten, Mälaren/Saltsjön/skärgården, blir salt på mycket lång sikt medan barriärer i skärgården med tiden ger ett sött mellanhav.

Det är inte tillräckligt att enbart betrakta det system eller geografiska område som har betydelse för dricks-



Slussen, Stockholm. Foto: Christina Fagergren

vattenfrågan. Konsekvenserna varierar beroende av både klimatets förändring och av typåtgärd, inom det område där dricksvattenfrågan är i fokus och utanför området. Åtgärderna kan påverka olika strukturer och långsiktiga investeringar i samhället vars livslängd sträcker sig över 100 år. Det är därför mycket centralt att betrakta helheten.

A large, leafy tree with its branches reflected in a body of water. The tree's trunk is thick and gnarled, and its branches spread out over the water, creating a complex pattern of reflections. The leaves are a vibrant green, and the water is a calm, greyish-blue. The overall scene is peaceful and serene.

*Om 80 år kan saltvatten hota
dricksvattenkvaliteten i östra
Mälaren. Hur länge klarar sig
de mellersta och västra delarna
som vattentäkter?*

Behov av analyser och kompetenser

Kapitlet sammanställer de förslag på analyser som specialisterna lämnade på workshoparna och som kan ligga till grund för det fortsatta arbetet att utreda förutsättningarna för Mälaren som dricksvattentäkt på lång sikt. Förslag lämnades också på kompetenser som behövs för att kunna genomföra analyserna. Utöver det framkom också mer övergripande synpunkter och reflektioner. Underlaget har grupperats ämnesvis och utgör i sin helhet specialisternas synpunkter utifrån deras kompetenser. En lista över samtliga analysförslag från workshoparna, i punktform, grupperade ämnesvis och efter typåtgärder, finns sammanställd och arkiverad hos Länsstyrelsen i Stockholm (Länsstyrelsen, 2013).

Klimatanalyser

Det finns behov av att utföra ett flertal klimatanalyser inom olika sakområden.

Östersjön

Östersjöns och skärgårdens vattenbalans och salthalt påverkas av tillrinningen från olika flöden. Östersjön blir sötare vid en ökad tillrinning, men det är oklart hur mycket. Ökad kunskap behövs om strömningsförhållanden och inströmning från Västerhavet och hur detta påverkar vattenbalansen och salthalten.

Förändrad utströmning av vatten från Mälaren påverkar cirkulationen i Saltsjön. Saltsjöns batymetriska¹ förhållanden spelar här roll för vattnets rörelse. Analyser behövs av hur utströmningen påverkar Saltsjöns salthalt och dess ekosystem. Det saknas idag batymetriskt underlag för att kunna genomföra analyserna.

Mer kunskap behövs om havsnivåhöjningen i ett längre tidsperspektiv än 100 år, bland annat som grund för att långsiktiga lösningar ska kunna vidtas.

Kunskap för att genomföra analyserna finns inom oceanografi och klimatologi, nationellt och internationellt.

Inströmning från Östersjön/Saltsjön till Mälaren

Idag saknas analyser av flöden från Saltsjön/Östersjön in i Mälaren, vilket har betydelse för Mälaren i ett längre tidsperspektiv. Även beräkningar av återkomsttider för saltvatteninträngning av betydelse för skiktning och omblandning av Mälarens vatten behöver kompletteras. Hur Mälarens bassänger påverkas har betydelse för dricksvattenproduktionen, ekologin och värderingen av risker, vilket ligger till grund för val av skyddsåtgärder. Tröskelvärden för intrång av saltvatten, exempelvis kritiska salthaltsnivåer med tids- och säsongsperspektiv, behöver utredas då kunskapen bedöms vara för låg. Analyserna kräver bland annat oceanografisk kompetens. Ett viktigt underlag är den beräkning VAS-rådet låtit SMHI ta fram av frekvens och omfattning av saltvatteninträngningar i Mälaren kopplat till dricksvattenförsörjning (Andersson m.fl., 2013).

För att utreda förhållandena i Mälaren – sammansättning, omblandning, strömning med mera – krävs mer detaljerad hydrodynamisk modellering än vad som används idag. Det handlar bland annat om frekvens och varaktighet av olika havsvattenstånd. Frågor som behöver

1 Med batymetri avser terrängens fysiska form under vatten, jmf med topografi på land.

besvaras är: När påverkas olika vattenverk av förändrad salthalt? När måste intag bytas eller ny teknik införas? Modelleringsarna behövs för att öka förståelsen av påverkan på ekosystem och dricksvattnets kvalitet som smak eller förekomst av rost. Kompetens finns hos limnologer, oceanografer, fiskekologer och VA-ingenjörer.

Tidsperspektivet på saltvattnets förflyttning västerut i Mälaren behöver utredas. Fram till år 2100 bedöms det inte finnas någon risk för en förhöjd salthalt med påverkan på dricksvattenkvaliteten för Mälarens östra del. Kan tidsperspektivet vara ytterligare 50–100 år för den mellersta delen innan salthalten blir förhöjd där? Kan den västra delen behållas som vattentäkt för ytterligare längre tid? Även Mälarens norra del – norr Stäketsundet – är av stort intresse.

För att få en god förståelse för vattnets cirkulation behövs bra beskrivningar av djupförhållanden. Batymetriska uppgifter behövs också för att använda modeller, till exempel för att modellera fiskbestånd. Detta saknas idag. Kompetens finns hos myndigheter och konsultföretag.

Det finns ett behov av att kunna tolka beräkningar för ett naturvetenskapligt systemanalysperspektiv.

Mälarens tillrinning och flödesdynamik

Klimatets förändringar innebär ändrade förhållanden för bland annat nederbörd och flöden. Trender av den förändrade tillrinningen till Mälaren, flödesintensiteten, flödets ökade säsongvariation och ökad nederbörd behöver belysas mer.

Vattentemperaturens betydelse

Frågor ställdes om vilken betydelse vattentemperaturen har för inströmning i Mälaren i förhållande till batymetri och strömmar. Vattentemperaturen har också betydelse för omblandningen av vattnet. Nya beräkningar och kart-

läggningar behövs av hur temperaturen förändras framöver och av hur ökningen påverkar pH-värden, syrehalter med betydelse för om ämnen frigörs samt för syrefria förhållanden. Kompetens finns hos oceanografer, limnologer, fiskekologer.

Vindförhållanden, kombinationseffekter och extremer

Mer forskning behövs om framtida vindförhållande i Östersjön och Mälaren liksom av vad lufttryck och vindar innebär för delar av Mälaren. Variationer av vattentemperaturen kan ske mycket fort och skapa extrema högvatten. Även kombinationseffekter av extrema variabler behöver utredas för att nå ökad förståelse för vad som kan hända. Extrem vind tillsammans med extremt regn har betydelse för Mälarens lutning. En annan intressant kombination är höga vattennivåer vintertid och extrema regn. Bräddning av avloppsvatten med konsekvenser för vattenkvaliteten hänger exempelvis samman med hur extremväder förändras.

Övrigt

Det behövs kunskapssammanställningar över vilka klimatanalysen som redan finns framtagna och som kan användas vid jämförelse gentemot de behov som identifieras.

System- och konsekvensanalyser

Vad som betraktas som skyddsvärt idag och vad som betraktas som skyddsvärt framöver behöver utredas för samtliga system – naturtyper, bebyggelse, samhällsviktiga funktioner, infrastruktur med mera.

Ekosystem Mälaren

Mälarens ekosystemtjänster och tjänsternas värde behöver analyseras, liksom de klimatparametrar som har betydelse för värdena. Frågor ställdes om vilka värden som försvinner när olika åtgärder vidtas, om de kan ersättas, samt vilka som kan tillkomma.

Det behövs ytterligare kunskap om ekosystemet Mälaren – algproduktion, fisk, bottenfauna och växter, så att förståelsen ökar för hur det påverkas av inflöden från Saltsjön/Östersjön. Studier behövs av hur de ekologiska systemen hänger samman. Konsekvenser för hur sediment påverkas behöver utredas då ändrade saltbalanser och syrenivåer kan ha betydelse för sedimenten. Ett sådant exempel är hur risken för utlösning av fosfor (och därmed förknippad eutrofiering) från bottensediment vid saltvatteninträngning påverkas. Lämplig kompetens finns inom kunskapsområdena ekologi och limnologi. Erfarenhet finns bland annat i Nederländerna och Danmark.

Vattenkvaliteten påverkas av ökad nederbörd med ökad markavrinning från bland annat areella områden samt av ändrad markanvändning. Analyser kommer att behövas av tillförsel av näringsämnen och miljögifter från jordbruksmark, partikelmateriel, humus och miljögifter från soptippar. Ersättningsfrågor bör beaktas. På sikt behövs mer kunskap om nederbörd och temperatur, och hur lösligheten för humuspartiklar påverkas. Kommer vattnets buffertförmåga att förändras? Kompetens

finns inom biokemi, limnologi, systemekologi, ekotoxikologi och fiskbiologi.

Klimatets ändringar har betydelse för bland annat toxinproducerande organismer och hur de påverkar vattenkvaliteten. Hur kan produktionen förändras och vilka faktorer är det som styr? Vilka patogener är kända och kan tänkas öka i tillväxt? Vid vilka gränsvärden etablerar de sig? Det behövs kunskap om trösklar i systemet, hur fort förändringarna går och vad som händer vid dessa trösklar. Det har betydelse för vilka vattenverk som kan slås ut och när insatser behöver vidtas, vilket också innebär samhällsekonomiska konsekvenser.

Vidare behöver man utreda vilka arter från Östersjön som kan förutses komma in i Mälaren som en följd av klimatförändringarna och dess konsekvenser – till exempel genom förändrad sjöfart. Nya arter kan slå ut andra arter och/eller förändra ekosystemen. Kompetens finns inom fiskekologi och systemekologi.

Vilka ekosystemtjänster Mälaren oss? Kan de ändras, ersättas?

Fisksammansättningen påverkas av förändringar av temperatur, salthalt och näringstillgång. Scenarier behöver tas fram över hur sammansättningen och mängderna påverkas eftersom det har betydelse för yrkes- och fritidsfisket samt för ekologin. Vad kommer att hända med ”nyckelarter”, arter som är ekologiskt och/eller ekonomiskt viktiga, exempelvis gös och nors? Fisk tillhåller flera ekosystemtjänster. Den är en organismgrupp som beskriver en större tids- och rumsskala än många andra grupper och förändringar i gruppen kan innebära förändringar i den ekologiska balansen. Kompetenser finns inom fiskekologi, marinbiologi, systemekologi, fiskbiologi, oceanografi och modellering.



Askövikens naturreservat,
Mälaren.
Foto: Niclas Bergius

Limfjorden i Danmark hade fram till 1800-talets första hälft förbindelse med havet endast i öster, och hade därmed lägre salthalt än havet. Efter ett plötsligt genombrott av havet är Limfjorden en saltvattenbassäng. Den kan vara ett bra jämförande exempel. Danska hydrologer, marinbiologer och limnologer har kunskap om detta.

Ekosystem Saltsjön

Basinformation finns idag om botten i Saltsjön, men detaljerad information saknas. För att bedöma konsekvenser för innerskärgården, i ett så kallat mellanhav, vid byggnation av barriärer behövs sådan kunskap.

Vad får ökade och minskade flöden till Östersjön/skärgården för betydelse vid en stängd sluss och utflöde av avloppsvatten? Det behöver utredas vilken påverkan dessa

förhållanden har på ekosystemet i Saltsjön. En ökad avrinning ger förändrade ackumulationsbottnar med spridning av miljögifter. Hur ackumulation av organiskt material med eller utan därpå aggregerade miljögifter påverkas liksom hur flödet av organiskt material ut i skärgården berörs av eventuella barriärer är frågor som behöver utredas.

Analys behövs av cirkulationen i Östersjön och vilken betydelse inströmning av salt syrerikt vatten från Västerhavet har för övergödningen.

Naturmiljö och jordbruk/skogsbruk

Dagens miljö är till största delen mänskligt skapad. En fråga som ställdes är vilken typ av naturmiljö/landskap vi människor vill ha. En historisk beskrivande landskapsanalys och sammanställningar av kunskapen om olika

Jordbruk Nybylund, Mälaren.
Foto: Bergslagsbild AB



naturtyper behövs för att belysa vilka konsekvenser som har inträffat och hur förändringar kan ske framåt. En viktig sådan finns för närvarande i form av den historiska landskapsanalys/naturmiljöanalys som gjorts av Mälarens stränder inom ramen för Projekt Slussen (Calluna, 2011).

Det är viktigt att veta om och i så fall hur och när olika naturmiljöer och ekosystemtjänster, till exempel strandängar, hotas av en förändrad salthalt och vattennivå. Vilka konsekvenser innebär en förändrad strandlinje vid permanent höjt vattenstånd i Mälaren? Påverkar detta den strandklassificering som finns idag och i så fall hur?

Miljöer inne i Mälaren som skulle kunna komma att ligga under vatten, beroende på val av åtgärd, skulle återgå till att bli ungefär som innan Mälaren reglerades. Skillnaden är att dagens markanvändning i berörda områden

är helt annorlunda och strandmiljön är mer mänskligt påverkad än tidigare. Nya stränder kommer bland annat att utsättas för ny, och under en övergångsperiod, kraftig erosionsproblematik, från naturliga faktorer (vindgenererade vågor) och sjöfart. En del av områdena är geologiskt känsliga för erosion.

Markanvändningen kan komma att förändras till följd av klimatets förändring, som ökad nederbörd, vilket innebär konsekvenser för Mälarens vatten. Det bedöms bli svårare att vidta åtgärder när markanvändning låses fast i till exempel framtida behov av våtmarker. Finns det behov av att styra markanvändningen? Hur ska prioriteringar ske?

Hur lantbruk och skogsbruk påverkas med ett förändrat klimat behöver utredas, då det i förlängningen har

betydelse för livsmedelsförsörjningen. Här spelar även en eventuell ökad salthalt in som påverkar förutsättningar för till exempel bevattning. Torrare somrar i framtiden kan föra med sig ett ökat behov av bevattning inom jordbruket. Vilken typ av skogs- och jordbruk som bedrivs inom avrinningsområdet har stor betydelse för humushalten i Mälaren. Konsekvenserna av cirka 90 dagars förlängd växtsäsong, jämfört med i dag, bör utredas närmare.

Vattenproduktion och dricksvattenförsörjning

Ska dricksvatten betraktas som en given resurs? Hur kan vi säkra att man även i framtiden kan producera dricksvatten om storskalig saltvatteninträngning sker? Mer kunskap behövs om vilka mängder saltvatten som

kan renas och av hur råvattenintagen i Mälaren påverkas vid olika scenarier samt kostnader för detta.

Ska dricksvatten betraktas som givet?

Omvänd osmos² blir billigare och billigare, så vi står och faller inte med sötvatten från Mälaren.

Fokus ska kanske inte ligga enbart på saltvatteninträngning. Saltet är förmodligen inte huvudproblemet på länge än för dricksvattenförsörjningen. Det är viktigare att studera vad som tillförs från omlandet genom ökad markavrinning.

Om vattnet gradvis går från att vara sött, till att bli salt med högre halter av föroreningar kommer det att finnas behov av att byta reningsteknik framöver. I detta sammanhang är det viktigt att utgå från valet av åtgärd inför studier kring nya reningsbehov.

Det behövs analyser av alternativ dricksvattenförsörjning, av reservvattentäkter och av hur många vi kan försörja med dessa alternativ. Planering behövs för att



Foto: Emma Östlund

eventuellt ta vatten från Vättern, Dalälven eller andra vattendrag. I planeringen ska ingå att kunna hantera bakterier, virus, salthalt, humus samt miljögifter. Planering behövs också av hur vi kan använda den ökade nederbörden på bästa sätt. Ökade kostnader för vatten kommer att behöva beaktas.

En övergripande vattenförsörjningsplan behöver tas fram för att bedöma vattenbehovet, vad vi använder vattnet till och av vem. Är dagens system effektiva? Hur mycket vatten tas ut idag och hur mycket kan tas ut

² Omvänd osmos innebär avsaltning av vatten. Vattenmolekyler trycks genom ett halvgenomsläppligt membran och skiljer på så sätt vattenmolekyler och saltjoner.



Västerås. Foto: Måns Enander

i framtiden? Om sött blir salt, hur kommer då vattenanvändningen att prioriteras?

Nytänkande behövs i hur vi använder livsmedlet vatten. Ska vi fortsättningsvis ha dricksvattenkvalitet på allt vatten som distribueras? Ska vi ha ett system eller flera fristående? Separation av dricksvatten och ”annat” vatten som BDT-vatten (bad, dusch, toalett) och om re-

ning kan ske lokalt behöver studeras. Att ha enbart ett system är sårbart. Här behöver politiska värderingar tydliggöras. Studier av hur

andra länder har agerat är ett bra underlag att utgå från.

Höjd havsnivå kan påverka områden i skärgården och försämra möjligheten att producera dricksvatten genom att saltvatten tränger in i vattentäkter. Grundvattenför-

hållanden med avseende på salt men också spridning av föroreningar behöver utredas. Redan idag är vattenförsörjningen i kustkommunerna problematisk. Flera kommuner ansluter sig nu till systemet som nyttjar vatten från Mälaren. Är det lämpligt att ansluta fler? Bör andra lösningar sökas? Det finns en stor risk för problem med vattenförsörjningen om Mälaren skulle bli en havsvik.

Bebyggelse och kulturmiljö

För att öka beredskapen, bland annat för översvämning, behövs kunskaper om konsekvenserna av en permanent höjd vattennivå (strandlinje) längs Mälaren. Analyser behövs av vad som drabbas, exempelvis naturvärden, boendemiljöer, näringsliv, infrastruktur vid exempelvis en höjd nivå med en, två respektive tre meter utan att några åtgärder vidtagits. Vissa analyser finns redan idag genomförda inom ramen för Projekt Slussen (Tyréns,

Ska vi ha dricksvattenkvalitet på allt vatten som distribueras?



Kajen vid tunnelbanestationen i Gamla Stan, Stockholm, november 2000. Foto: Alf Axlid

2012) och av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB, 2012). Ersättningsfrågor bör också beaktas. Hur kan man skydda innan vattennivåerna är för höga? Kompetens finns inom området samhällsskydd och beredskap. Översvämningsanalyser av kulturmiljön är viktig för att värdera och bevara historiska värden.

Behöver detaljplaner ändras och upphävas?

ses över. Finns olämpliga planer som med ny kunskap skulle behöva ändras?

Ur ett samhällsekonomiskt perspektiv behövs mer kunskap om hur salthalt påverkar byggnadskonstruktioner och vilka kostnader det kan medföra.

Förändrade vattennivåer kan innebära förändringar i markstabiliteten, vilket har betydelse för säkerhet, hälsa och miljö. Vilka områden som kan komma att drabbas behöver analyseras.

Gällande detaljplaner och hur de förhåller sig till ett förändrat klimat kommer att behöva

Transportinfrastruktur

Utredningar behövs av hur samhällsviktig infrastruktur påverkas av permanent höga vattennivåer, översvämningar och av en förändrad vattenkvalitet. Vilka ekonomiska värden kommer att stå på spel? Även hur salthalt påverkar infrastrukturkonstruktionerna behöver klarläggas. Konsekvenser av eventuellt ny lokalisering av infrastruktur måste beaktas.

Sjötrafiken ökar i Östersjön och beräknas öka i Mälaren. Frågor ställdes om det går att upprätthålla ett skapat "mellanhav" vid en barriär i skärgården och om det är möjligt att slussa så mycket sjöfart. Ökad sjötrafik innebär ökade utsläpp av barlastvatten, avgaser, urlakning av oönskade substanser från bottenfärg och ökad risk för olyckor. Det behövs analyser av vilken påverkan detta har på ekosystemen i Saltsjön.

Lämplig kompetens finns inom sjöfart, väg- och järnvägsplanering och -konstruktioner samt hos ekologer.

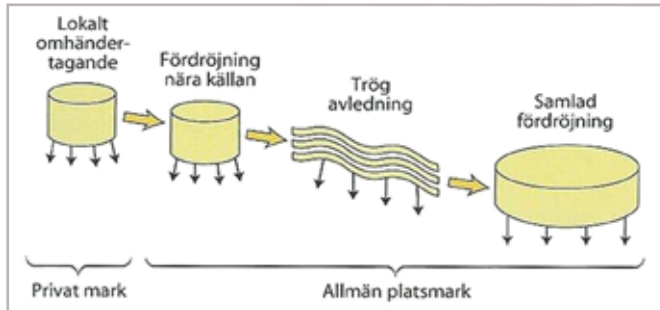


Illustration av öppen dagvattenlösning med lokalt omhändertagande, fördrojningar och långsam avledning med infiltration, till exempel via diken och kanaler, Stahre 2004.



Misstänkt förorenat område, oljedepå. Foto: Länsstyrelsen Stockholm

Avloppssystem

Extrem nederbörd och översvämningar påverkar avlopps- och dagvattensystem. Hur en recipient kan komma att drabbas och i vilken omfattning behöver utredas. Behöver reningsverkens funktion förändras framöver, och i så fall hur? Det behöver även utredas vilka utsläppspunkter som kan behövas. Går det att bygga bort en del av riskerna som bräddning innebär?

Avlopp kan också ses som en resurs. Kretsloppslösningar finns och dagvattenlösningar kan vara öppna för att minska belastningen på systemen. Dagvatten är ofta påverkat av föroreningar. I nuläget släpps en del av detta vatten orenat ut i Mälaren. Hur ska vi lösa detta föroreningsproblem i framtiden?

Förorenad mark och miljöfarlig verksamhet

Det finns många områden med förorenad mark runt Mälaren som påverkar vattenkvaliteten. Flera av dessa kom-

mer att påverkas direkt eller indirekt. Vad kommer att hända när de förorenade områdena dränks eller omges av annan vattenkvalitet – kommer utlakningen i sedimenten att öka?

Spridningsberäkningar behövs av olika föroreningar till Mälardalen, också de som sker via grundvattnet. Sekundära påverkansanalyser är angelägna att göra av olika risker, som förorenade områden, befintliga industriella etableringar och av andra viktiga utsläppspunkter, till exempel dagvatten och enskilda avlopp. Vissa etableringar kan behöva flyttas uppströms eller byggas om, kanske redan idag. Mer kunskap behövs om konsekvenserna och hur system påverkas uppströms. De ekonomiska konsekvenserna behöver utredas, liksom hur miljöprövningar påverkas idag och i framtiden.



Slussen i Stockholm. Foto: Stockholms stadsbyggnadskontor

Typåtgärd Sluss

Typåtgärden *Sluss* står för samtliga fördämningar/slussar i Stockholm och Södertälje, både de som finns idag och de som skulle kunna tänkas i framtiden. Åtgärden anges här som höjda slussar i kombination med höjning av Mälaren så att höjdskillnaden på 70 cm bibehålls alternativt pumpning så att Mälarens nivå idag bevaras. Att bevara enskilda bassänger kan ses som en extra åtgärd.

Specialisterna framhöll att en strategi innefattande slussar med utökad kapacitet behövs för samhällsutvecklingen i ett 200-årsperspektiv. Jämförande analyser kan göras av hur man hanterat motsvarande problem i andra länder, som i Nederländerna. Man har där identifierat när olika åtgärder och strategiska beslut behöver vidtas, samt vägt nytta mot förlust.

Höja slussar och höja Mälaren

Konsekvenser

En höjning av Mälaren innebär översvämningar för hela Mälardalen inklusive viktiga funktioner (MSB, 2012). Frågan ställdes hur högt havet kan stiga och Mälaren höjas innan annat än teknik begränsar. När uppstår fara? Topografiska kartor med olika vattennivåer, exempelvis två till tre meters höjning av Mälaren, behöver tas fram för att veta hur mycket och vad som kommer att ligga under vatten, så att konsekvenser kan bedömas för olika värden. Vilka värden vill vi då ha kvar över vattenytan och vilka kan vi flytta? Hur Mälaren höjs har också betydelse för konsekvenserna. Att höja medelvattennivån ger andra konsekvenser än att släppa upp högvattennivåerna. Bebyggelse anläggs till exempel efter dimensionerande nivå³, inte efter medelvattennivå.

³ Brukar ibland kallas 10 000-årsnivå.

Om Mälarens nivå tillåts stiga uppstår problem för många system: befintlig och framtida bebyggelse, kulturmiljöer, infrastruktur för el, fjärrvärme, avlopp, vägar och järnvägar, jordbruk och livsmedelsförsörjning. Dricksvattenkvaliteten kan komma att påverkas av föroreningar. Konsekvensanalyser och värderingar av översvämningsrisker längs Mälarens stränder behövs av alla dessa viktiga system, var för sig och sammantaget samt följdkonsekvenser avseende vattnets kvalitet. En bred summering bör ge en bild av vilka åtgärdsalternativ som är relevanta att diskutera vidare. Vad är omistligt och vad är ersättningsbart? Det är också viktigt att fånga ekosystemperspektivet i bedömningarna. Hur påverkas naturmiljön av en högre nivå, till exempel fiskars möjlighet till reproduktion? Det är viktigt att försöka få grepp om vilka områden som levererar viktiga ekosystemtjänster och vilka av dessa vi människor är beroende av.

Konsekvenserna för trafik och försörjningstunnlar i Stockholm och runt resten av Mälaren behöver utredas vid en höjning av Mälarens nivå eller en höjd havsnivå som inte regleras. Hur kan detta hanteras? Det bedöms bland annat innebära stora konsekvenser för infrastrukturen.

Jordbruksmark kommer att förloras vid en höjning av Mälaren. Hur stora arealer liksom vilka konsekvenserna blir av detta för den regionala livsmedelsförsörjning i Mälardalen och vilken potential vi har behöver analyseras. Effekterna av läckage från jordbruk och av övergödning behöver också studeras.

Konsekvenserna för olika system i och vid Saltsjön om man väljer att höja slussar behöver analyseras. Områdets speciella egenskaper som en flodmynning/estuarium⁴ i ett väldigt unikt skärgårdslandskap, med olika sund och djupa bottnar där salt och sött vatten blandas så att gradienter uppstår både vertikalt och horisontellt, sak-



Spont och vall, Edsviken, Danderyd. Foto: Danderyds kommun, 2011

4 Ett estuarium är ett vattenområde där sötvatten gradvis blandas upp med saltvatten till bräckt vatten.

nar motstycke i norra Europa. Dessa unika egenskaper får inte glömmas bort. De kan bli drastiskt påverkade av en eller flera slussar i området. Hela avrinningsområdet, strandskyddsområdet och biologisk mångfald måste beaktas, likaså översvämningsriskerna av infrastruktur för el, fjärrvärme, avlopp och dricksvatten samt bebyggelse, kulturmiljöer och jordbruksmark.

En höjd vattennivå inne i Mälaren innebär stranderosionsproblem. Erosionen kan förvärras av sjöfart som genererar tryck- och sugvågor, som har stor påverkan på finare och grövre partiklar i marken.

Åtgärder

Vid planering för att höja Mälarens nivå behöver man bedöma livslängden på byggnader och bebyggelsen och var man ska bygga. Frågor som behöver besvaras är: På vilken nivå ska nyproduktion få ske? Vilka befintliga byggnader ligger i farozonen? Vilken typ av bebyggelse kan accepteras på olika nivåer?

Investeringar behöver planeras och finansieras, inklusive att tydliggöra ansvar för åtgärder. Det är viktigt att klargöra vem som ska bidra med vad och när.

*På vilken nivå ska ny bebyggelse ske?
Vilka byggnader ligger i farozonen?*

Det finns olika åtgärdsstrategier – objekt kan behöva flyttas, vallas in eller överges. Reträtt konstaterades vara en strategi som ofta betraktas som oattraktiv. En strategi

kan vara att flytta gradvis. Invallningar kan komma till och även höjas för att skydda vissa lantbruksområden och naturområden som låglänta strandängar. Frågan blir också om kommuner kommer att vilja valla in. Det sades att privatpersoner förmodligen kommer att vidta egna åtgärder för att bevara egen fastighet, om inget mer över-

gripande beslut tas. Det bör dock betänkas att invallningar kan skapa nya problem genom att vatten – till följd av en ökad nederbörd – behöver ta sig ut ur invallningen.

Det finns ett behov av att skapa attraktiva bostadsområden som är tillräckligt höjdsatta i förhållande till risk för översvämnning samt andra områden som inte är vattennära.

Höja slussar och pumpa

Genom den tätning som gjorts av slussluckor är problemet med inträngning av saltvatten fram till cirka år 2100 avvärt utifrån nettohöjningen av Saltsjön på 50 cm. Det föreslogs att om klimatförhållandena kräver så är en ytterligare höjning av slussar med komplementet pumpning den mest realistiska delen av typåtgärden ”Sluss”, då den bedöms ge minst oönskade konsekvenser.

Analysen kommer att behövas om när och i vilken ordning beslut ska fattas. Tidsperspektivet är viktigt med tanke på brytpunkter för när åtgärder kan behövas, vilket beror på klimatets utveckling. Det handlar om rätt tid för att höja slusskrön, påbörja pumpning och kanske anlägga en barriär. Detta hänger ihop med sårbarheter, variationer i saltvatteninträngning och kostnader för pumpning. En höjning som nämndes skulle röra sig om en meter och kräva en effekt på 1 600 kW vid ett flöde på 160 m³/s. Mälarens medelvattenföring är idag ungefär av den storleken. Pumpar skulle behöva installeras när havet stigit så pass att det uppstår problem med avtappning av Mälaren.

Åtgärden att höja slussar och pumpa ut Mälarens vatten beaktar inte konsekvenser för området utanför slussarna som följer av en höjd havsnivå. Den påverkar avloppssystem med krav på pumplösningar samt kostnader för energiåtgång, vilket behöver utredas. En jämförande analys med liknande förhållanden bör göras, exempelvis med Nederländerna och Kristianstad.



Klara sjö, Stockholm. Foto: Christina Fagergren

Bevara bassänger

Tveksamhet rådde till att bevara bassänger då det endast bedömdes ge effekt för dricksvattenförsörjningen. Vinsterna med åtgärden behöver utredas. Alternativet upp-gavs även vara sårbart med avseende på terrorhot, föro-reningar med mera.

Det diskuterades att vissa bassänger skulle kunna stängas. Till exempel skulle Mälarens *bassäng D* kunna be-varas som sötvattensjö med pumpning ut i *Stora Mälaren*, se karta s 34. Dricksvattnet från den bassängen uppskat-

tades kunna räcka för Stockholms vattenkonsumenter. En analys skulle behövas av vinsten med åtgärden, varav en vinst skulle kunna vara färre anpassningsåtgärder.

Många frågor ställdes om vad konsekvenserna skulle bli av en eller flera fördämningar mitt i Mälaren. Hur på-verkas bebyggelsen i det avstängda området, sjöfarten, fisket, VA-systemen och ekosystemen? Kommer alterna-tiva vattentäkter och nya vattenverk att behövas? Konse-kvenser, även ekonomiska, och pumpkapacitet behöver utredas.



Mälaren med sina sex bassänger markerade (A–F).

Typåtgärd Havsvik

Typåtgärd *Havsvik* är åtgärden där Mälaren på sikt blir en havsvik. Den betraktas här i kombination med annan reningsteknik än vad som används idag alternativt annan vattentäkt än Mälaren.

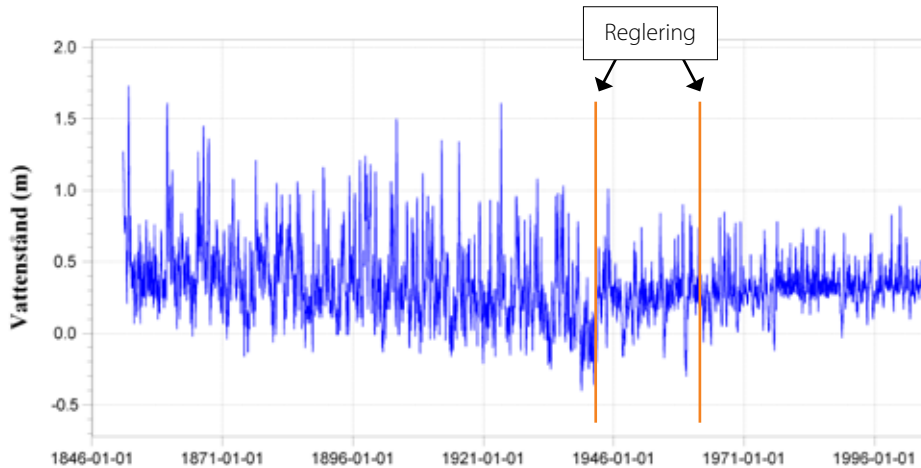
Havsvik

För Mälaren uppgavs nivåerna vara det centrala, inte saltvatteninträngningen. Vattenståndsvariationer förs vidare från havet in i Mälaren och ställer till problem. En havsvik innebär större fluktuationer med en ny och omfattande riskbild. Havet varierar som mest cirka två meter, medan Mälaren som mest varierar knappt en meter idag. Att låta

havet gå in bedömdes vara alternativet med störst påverkan på omgivningen. Men det tar tid innan det inträffar.

Att låta havet gå in i Mälaren innebär ett dramatiskt beslut. Har man tillåtit en havsvik att bildas är det betydligt svårare att sedan åter börja skydda och återställa Mälaren med samma värden som sjön har idag. Åtgärden innebär omfattande konsekvenser för många verksamheter och stora samhällskostnader. Den bedömdes vara svår att tänka sig och sades vara för sen ur planeringssynpunkt. Mälardalens samhällen är anpassade till en betydligt mindre variation i vattenstånden.

Att låta havet gå in i Mälaren är ett dramatiskt beslut.



Variationer i Mälarens nivå före och efter reglering (Bergström, SMHI, Workshop 2013-01-31 och 2013-03-06)

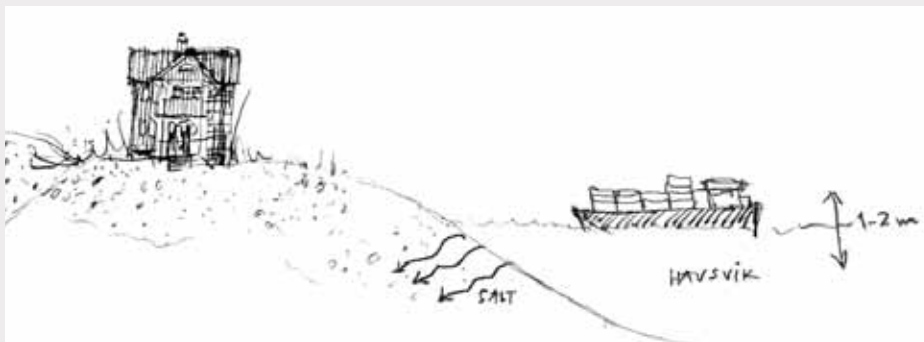
60 års reglering av vattennivån syns idag tydligt i samhällsplaneringen. Pumpning vid Norrström ansågs vara mindre kostsamt som en första åtgärd. En invändning mot detta är att synpunkten är sedd ur ett delvis begränsat mänskligt/samhälleligt/ekonomiskt kort perspektiv och inte beaktar ekologiska aspekter i ett vidare perspektiv. Havsvik kan även ge positiva effekter beroende på samhällets inställning och anpassning.

Hur skulle den fysiska planeringen kunna styras de kommande 150 åren innan det blir dags att släppa in havet? Det framhölls att beslut om åtgärden måste tas tidigt så att samhällsfunktioner och bebyggelse kan anpassas. Man kan inte vänta med beslut tills Mälaren blivit en havsvik. Agerandet behöver vara samstämt för hela Mälardalen, inte pusselbitslösningar, annars blir situationen okontrollerbar. Invallningar och skyddsåtgärder, och eventuell reträtt för vissa områden blir nödvändigt. I Nederländerna har man en tidtabell, en strategi – först gör man det, sedan det och så vidare. Det är viktigt att beakta rättsaspekter, jämlikhet, även om det sades vara svårt med finansiering av sådana frågor.

Konsekvenser

Översvämningar blir en allvarlig konsekvens om en havsvik tillåts, både i Saltsjön och i Mälaren på längre sikt. Dricksvattenförsörjningen, med Mälaren som vattentäkt, går förvisso att klara vid en situation då havet går in i Mälaren, fast med dyrare reningsteknik. Däremot blir det på sikt allvarliga problem för bebyggelsen. Alternativet bedömdes inte lösa några problem. Konsekvenserna blir desamma som för typåtgärden att höja slussar och höja Mälaren med en permanent höjd vattennivå, samt utöver detta, alla konsekvenser som det innebär med alternativ vattentäkt eller att rena saltvatten till dricksvatten.

I alternativet med att höja Mälaren kommer en permanent höjd normalvattennivå runt Mälarens stränder att inträffa tidigare än i havsviksalternativet, eftersom skillnaden idag är 70 cm. Havets fluktuationer kommer däremot inte att påverka Mälaren vid alternativet med höjda slussar. Limfjorden-katastrofen på Jylland på 1800-talet kan vara intressant att studera.



Skiss från workshop 3 som visar havets fluktuationer med risk för översvämning av bebyggelse vid Mälaren vid typåtgärden Havsvik (Håkan Svärd, Västerås stad).

Konsekvenserna drabbar ett flertal system och verksamheter framförallt negativt, men även positiva effekter kan ses:

- bebyggelse, infrastruktur, industrier – översvämningar,
- jordbruk i västra Mälardalen – utdikad jordbruksmark svämmas över. Vilka blir konsekvenser av saltvatten för jordbruket?
- sjöfart – både positiv och negativ konsekvens, negativt exempelvis vid låg vattennivå,
- biologisk mångfald – vad händer med ekosystemen i Mälaren och i strandnära områden?
- strandzon – zonen ökar, vilket är både positivt och negativt,
- grundvattennivåer – höjda nivåer ger risker för grundläggning och skred på grund av förändrat portryck,
- dricksvatten – kan vattnet längst in i Mälaren ändå nyttjas som vattentäkt?
- högre vattennivåer i åar som mynnar i Mälaren – konsekvenser för infrastrukturen uppströms,
- försörjningstunnlar – risk för inträngning av vatten, berör bland annat el och datastrafik.
- stranderosion – större vattennivåskillnader ger ökad

risk för ras och skred längs erosionsbenägna stränder. Med högre vattenstånd drabbas även tidigare opåverkade områden där erosion kan leda till förlust av mark, underminering och risk för skador på bebyggelse, infrastruktur etc.

Det kommer att behövas analyser av hur olika samhällssystem vid Mälaren påverkas av en salt havsvik, vilka som påverkas mest och när. Vad innebär ett bräckt vatten? Vilka värden, som ekosystem, riskerar att gå helt förlorade? Kan nya värden uppstå? Förlusten av sötvattensområden kan även ses som en vinst i form av ett utökat kustområde, där ekosystemets värden kan tillföra något. Större variationer i vattenstånden kan också göra att saltvatten vid hög nivå går in i grundvattentäkter.

Åtgärder

Följdåtgärder blir omfattande med höga anpassnings- och skadekostnader för hela Mälardalen. Varje kommun kommer att stå inför stora investeringsbeslut på grund av invallningar i städer av befintlig bebyggelse, kulturarv och samhällsviktiga funktioner då samhället inte är



Harge vid Vättern. Foto: Kjell Store

anpassat till de svängningar i vattennivån som havet ger. Frågor kommer att ställas om vad det är som ska skyddas och vallas in och konsekvensanalyser kommer att behövas. Mycket av den torrlagda mark som bebyggts och som hotas av stigande nivåer har bebyggts under de senaste 60–70 åren. De ekonomiska värden som kan beröras må vara stora, men bör ställas i relation till de förändringar som troligen väntar. Kommande bebyggelse behöver också anpassas. En viktig fråga är var man kommer att kunna bygga i framtiden. Scenariostudier med jämförelser över andra utsatta områden kommer att behövas. Det blir än viktigare att planera långsiktigt och med större försiktighet. En bättre anpassning till förutsättningarna bör kunna bli följden.

Analysen behövs av planerings- och konsekvensstrategierna *Attack/Reträtt/Försvar* – tre typer av strategier

som brukar diskuteras inom klimatanpassning. Valet mellan dessa är situationsbaserat. Exempel på en attackåtgärd kan vara en flytande stad, medan en vall är exempel på försvar. Kostnadsnyttoanalyser behövs, liksom att ansvarsfrågor utreds.

Ny teknik kommer att behövas, ny infrastruktur och nya system för dricksvatten, som ett tvådelat system. Man behöver också beakta konsekvenser av att bygga nära och i salt vatten, då det kan kräva annan byggnadsteknik och dimensionering, samt bli dyrare, till exempel infrastrukturen för vägar och järnvägar.

Avseende dricksvattnet och dess kvalitet behövs nya metoder för vattenrening. Frågan ställdes om vattnet i Mälaren blir möjligt att rena till dricksvattenkvalitet. Hjälmarén behöver utredas om den skulle kunna användas som reservvattentäkt.

Annan vattentäkt

Analysen av alternativa vattentäkter som Vättern, Hjälmaren, Vänern, Dalälven kommer att krävas. Vilka konsekvenser ledning i pipelines skulle innebära för vattnets kvalitet och distributionssystemets sårbarhet behöver utredas, liksom vilken den samhällsekonomiska nyttan skulle bli. Finns det ytterligare tänkbara vattentäkter? Även här bör utsattheten för yttre påverkan, som till exempel sabotage, vägas in. Alla års vattenkvalitet och användbarhet behöver undersökas. Av diskussionen framgick att det saknas reservvattentäkt till Mälaren idag. Frågan ställdes om till exempel Vättern och Hjälmaren skulle kunna fylla detta syfte. Ett vattenskyddsområde för hela Mälaren behövs redan nu, men blir i framtiden än mer angeläget.

För närvarande pågår ett projekt med regional vattenförsörjning från Vättern för kommuner i Örebro län. På sträckan Askersund-Hallsberg har planerna på att leda

vattnet i en cirka 35 km lång tunnel kommit relativt långt. Ett viktigt strategiskt beslut skulle

Reservvattentäkt till Mälaren saknas i dag.

vara att redan nu ta hänsyn till Stockholms och Västra Mälardalens framtida vattenbehov, permanent eller som reservvattenförsörjning, och eventuellt delta i projektet. Kapacitet och dimension på tunneln är beroende av detta intresse och bör i så fall utredas nu.

Vattenbehovet för Örebrokommunerna, Västra Mälardalskommunerna och Stockholmsområdet kan grovt uppskattas uppgå till cirka 10 m³/s. Ett beräkningsexempel visar att ett uttag om 10 m³/s från Vättern, skulle innebära en avsänkning av vattenytan, utan hänsyn tagen till tillrinning till Vättern, om cirka 10 cm under ett torrår. Detta uttag bedöms som fullt realistiskt med hänsyn till Vätterns vattentillgång.

Annan vattentäkt respektive annan reningsteknik löser dricksvattenfrågan, men problemet kvarstår med konsekvenser av att Mälarens vattenyta dels permanent höjs, dels ökar i nivåvariation.

Frågan om ekologisk bärkraft och samhällets sårbarhet behöver också utredas i detta sammanhang. Om arealen jordbruksmark minskar på grund av havsnivåhöjning blir försörjningstryggheten ett stort problem i regionen. Vilken befolkningsstorlek klaras med olika alternativa vattentäkter och tillgänglig jordbruksmark?

Annan reningsteknik

Dricksvattenproblem av saltvatteninträngning kommer att uppstå sent. Saltet tar tid att förflytta sig till och mellan djuphålur, så dricksvattenfrågan är inte den avgörande frågan i det första skedet. Mindre saltvatteninträngningar bedömdes kunna klaras av.

Teknik finns att avsalta havsvatten redan idag och används i andra delar av världen, vilket borde utnyttjas. Rena saltvatten till dricksvatten är energikrävande och ny energisnål teknik kommer att behöva utvecklas. Dricksvatten kan framställas med omvänd osmos. Stora anläggningar finns idag. Hemmamarknaden kommer att öka vad gäller ny reningsteknik.

Ett ytterligare dricksvattenproblem kommer att vara den ökade markvattenavrinningen med konsekvenser för vattnets kvalitet avseende humushalter och miljögifter. Det behöver utredas om dagens teknik är tillräcklig eller om ny teknik behövs för att klara denna situation.

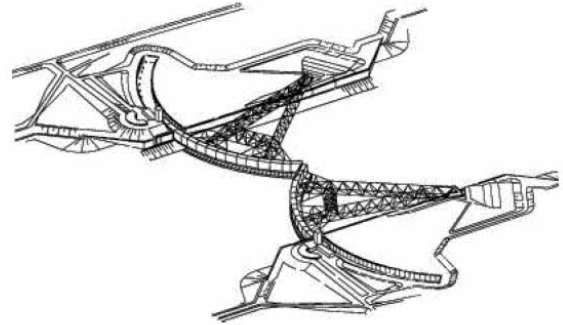
Typåtgärd Barriär

Typåtgärden *Barriär* exemplifierar barriärer utanför Saltsjön, i skärgården eller i Öresund. Liknande typer av barriärer går att hitta på många håll i världen, alla med lite olika grundförutsättningar men med samma princip. Rotterdam, London och S:t Petersburg är några exempel där sådana konstruktioner finns. Fler exempel och fördjupningar om dessa går att hitta i förstudien *Mälaren om 100 år – förstudie om dricksvattentäkten Mälaren i framtiden* och i projektets omvärldsanalys.

Barriärer i skärgården

Genom barriärer/slussar utanför Saltsjön kan Mälarens vattennivå bibehållas i flera hundra år på samma sätt som idag. Barriärer i skärgården i kombination med ny slusskonstruktion framhölls av en del specialister vara den bästa och billigaste åtgärden, och en logisk lösning sett till dagens samhällsplanering. Det framfördes att ett beslut om barriär och var den ska ligga måste fattas inom rimlig tid och med en finansieringsmodell, däremot inte anläggas förrän den behövs. Analys av bästa plats är nödvändig för att förutsättningar ska ges för en långsiktig planering av följdåtgärder, till exempel för avloppssystem. Detta skapar tydliga spelregler för kommunal strategisk planering innanför barriären av såväl infrastruktur som lämpliga områden som kan bebyggas.

Hur ser då tidsperspektivet ut? När ska beslut fattas? Påverkar denna typåtgärd planeringsbeslut redan idag? Den tidshorisont som framfördes från en av grupperna var att beslut bör fattas senast år 2050 om lägen för barriär och sedan börja byggas kring år 2070–2080. En strategi för att bygga en barriär behövs för samhällsutvecklingen i ett 200-års perspektiv. Det påpekades också att för planläggningen i Stockholms läns kommuner be-



Maeslantbarriären skyddar Rotterdam från stormfloder.

höver man redan inom de närmaste åren planera för om och var barriärer lämpligen byggs. Bara att veta att möjligheten för denna lösning finns, kan underlätta i planeringen. Flera frågor ställdes: Hur lång tid tar beslutsprocessen? Ska beslut ske samlat eller ej? Hur lång tid tar det att bygga barriärer? Många analyser kommer att krävas. Tillvägagångssättet behöver vara systemanalytiskt. Barriärer kan även ge ett gott skydd under många år för den del av Stockholm som i dag vetter mot Saltsjön.

Barriärers långsiktighet behöver också analyseras. Det gäller bland annat i vilket tidsperspektiv den ska fungera. Först kommer det att behövas en barriär som kan stänga vid högvatten i Östersjön. Därefter, när Östersjöns vattennivå når upp till Mälarens, behöver en sluss användas frekvent. När blir det dags?

Barriärer kommer innebära att sannolikheten för översvämning minskar, men över tiden kan det medföra att området innanför förtätas och exploateras, vilket i sig kan innebära konsekvenser.



Algblomning i Pålundet. Foto: Länsstyrelsen Stockholm

Barriärers lokalisering

Olika lägen för barriär behöver utredas utifrån vad som ger minsta möjliga ingrepp och mest optimalt läge ur samhällsekonomisk synvinkel och ur säkerhetssynpunkt. En naturvetenskaplig/ekologisk analys över tid med konsekvenser för det så kallade mellanhavet i innerskärgården behövs liksom riskanalyser.

Valet av barriärers lokalisering och storleken på mellanhavet har betydelse för de ekologiska värdena. Barriär nära Stockholm innebär att mer växt- och djurliv förblir intakt. Barriär något längre ut bedöms kanske ge kortare och mindre kostsamma barriärer. Olika lägen spelar också roll för utsläpp från avloppsreningsverken. En viktig fråga är i hur många steg en barriär ska byggas.

Konsekvenser för vattenmiljön

Hur påverkas ekosystemet i innerskärgården om barriärer genomförs? Systemet i innerskärgården är ett estuariestystem med mer eller mindre sött vatten i ytan längst in men med salt vatten under det tunna söta ytskiktet.

Ju längre ut man kommer desto mer utblandat blir det söta Mälervattnet med salt havsvatten som runnit in från havet. En förändrad vattenkemi i detta system kan leda till att bland annat föroreningar som varit bundna i sediment frigörs. Förändringen sker gradvis och behöver bedömas. Det är därför viktigt att veta hur fort mellanhavet blir sött och vad det innebär. Vattenuttaget behöver därför modelleras. Analyser behövs av en mängd förhållanden som:

- strömningsförhållanden, genomströmning, omsättning och skiktning av vatten,
- kapaciteten att ta emot avlopp och vattenkvaliteten på grund av avloppsutsläpp,
- föroreningsspridning,
- ekologiska konsekvenser,
- förändrade syreförhållanden.

Det är också viktigt med analyser av påverkan utanför barriärer. Påverkas miljön utanför av nytt/nya utsläpp och av en förändrad strömningsbild i en längre tidsskala – 100, 200, 500 år? Och i så fall, i vilken grad? En problematik som bör finnas med i analyser är hur barriärer påverkar flödet av olika ämnen, mineraler, näringsämnen etc. Denna problematik kan innebära konsekvenser för bassängen innanför en barriär och områden utanför.

Konsekvenser för samhällsviktig verksamhet och bebyggelse

Var smärtgränsen går för hur mycket havsnivåhöjning samhällsviktiga verksamheter tål och klarar av behöver analyseras. När sker brytpunkter? Med denna typåtgärd behövs inga analyser kring Mälaren förutsatt att Mälarens nivåer och variationer i vattenstånd behålls som idag, eftersom inga följdkonsekvenser fås för Mälaren.

Barriärerna kan på lång sikt, när de mestadels kommer att vara stängda, fungera som en del i infrastrukt-

turen i form av vägar, broar och skulle eventuellt kunna finansieras med medel till infrastrukturåtgärder. Då barriärerna är stängda behövs slussning, vilket medför konsekvenser för sjöfart och småbåtstrafik. Ett läge behöver utredas som kan vara en naturlig sluss för sjöfart. Det framfördes att konsekvenserna nog är hanterbara.

Barriärer skapar även en fördel för den del av bebyggelsen som ligger på Saltsjösidan, då det blir ett skydd mot den stigande havsnivåhöjningen för den befintliga strukturen.

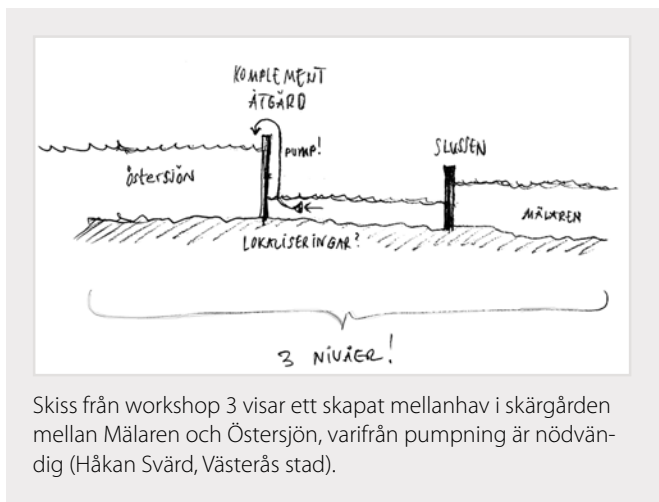
Analysen kommer att behövas av påverkan på sjöfart, skärgårdstrafik, turisttrafik, stads- och landskapsbild liksom av friluftsliv. Analysen behövs också av hantering av utsläpp av avloppsvatten i Saltsjön, pumpbehov av avlopp, nya slussar, pumpar, skydd av dricksvattentäkt och av alternativa vattentäkter. Kostnadsnyttoanalyser är angelägsna, bland annat från ett samhällsekonomiskt perspektiv.

Åtgärder

Barriärer kan bli nödvändiga som anpassningsåtgärd, vid sidan av det som görs för att förhindra och förebygga klimätförändringar. Man behöver utreda flera olika konstruktionslösningar och inte bara av samhällsekonomiska skäl.

Utredningar behövs av hur stor pumpkapacitet som krävs. Kommer det att behövas en magasinsvolym mellan nya barriärer och slussar i Stockholm, alltså en nivåskillnad mellan Mälaren och innerskärgården? En buffert har betydelse både vid höga flöden från Mälaren och för att kunna ta emot ett eventuellt dammbrott.

En följdkonsekvens av barriärer i skärgården blir att VA-system måste ändras, som att utsläppspunkter för Käppala, Henriksdals och Bromma avloppsreningsverk behöver förlängas eller flyttas utanför en barriär i stället för som idag mynna ut i Saltsjön.



Skiss från workshop 3 visar ett skapat mellanhav i skärgården mellan Mälaren och Östersjön, varifrån pumpning är nödvändig (Håkan Svärd, Västerås stad).

Barriärer i Öresund

Barriärer vid Öresund och Bälten sades vara orealistiskt på grund av det stora flödet. Frågor ställdes om förslaget är gångbart ur, i synnerhet, ett politiskt perspektiv. Det kommer att finnas behov av samverkan runt Östersjön och analysen kommer att krävas, bland annat av ekonomiska resurser i berörda länder.

Barriärer innebär att man skapar en fallhöjd innanför, vilket kan medföra översvämningar runt Östersjön i det fall tillflödet är större än pumpkapaciteten. Gigantiska pumpar kommer att krävas. Åtgärden går tvärtemot dagens önskemål att få saltvatteninbrott för syresättning av djupa bottenhål i Östersjön.

Användningen av barriärer, till fullo, sker gradvis. Kan de ekologiska systemen anpassa sig under den tiden? Det behövs utredningar både för sjöfarten, av pumpning, liksom av de ekologiska förhållandena.

Det framfördes synpunkter om att barriärer i Öresund och bälten inte behöver hindra en barriär i Stockholms skärgård, till exempel i Vaxholm.



Sjöfart i Mälaren. Foto: Isa Lindqvist

Samhällsekonomiska analyser och juridiska aspekter

Samhällsekonomiska analyser krävs för olika åtgärdsalternativ och konsekvenser av dem samt med alla system sammanvägda, för både permanent höjda vattennivåer och för olika högvatten. Både åtgärder och samhällsekonomiska konsekvenser behöver prissättas. Fler översvämninganalyser kommer att behövas än de som ingår i redan genomförd utredning (MSB, 2012). Speciellt viktigt är att fokusera på vilka värden vi ser som irreversibla, vilka som är försumbara och vilka som är viktiga att bevara. Exempel på sådana värden finns inom livsmedelsförsörjning, fiske, sjöfart, ekosystem och bebyggelse – både boende och näringsverksamhet. Det behöver klarläggas vilka ekosystemtjänster Mälaren som system har idag, vilka som försvinner i framtiden respektive tillkommer vid val av åtgärder bland annat som grund för prioriteringar.

Hur dyrt blir det med rening av saltvatten vid olika salthalter? Hur ser kostnadsjämförelsen ut relativt de eko-

systemtjänster Mälaren har som dricksvattentäkt idag, jämfört med att ordna dricksvatten från annat håll? Ett sådant underlag blir nödvändigt för att utreda rimligheten i kostnaden för ny typ av vattenrening, inklusive kostnader för de infrastruktursystem som kan komma att behövas.

Det är nödvändigt att ta fram modeller/system för värdering av de samhällsekonomiska kostnaderna av förloade ekosystemtjänster och förändrade förutsättningar för planering och byggande. Samverkan är viktigt också med banker och försäkringsbolag. Oavsett val av typåtgärd är det viktigt att en samhälls- och miljöekonomisk analys genomförs som omfattar både investeringsalternativens bärighet och konsekvenser för näringsliv, infrastruktur och arbetsmarknad. Ytterligare frågeställningar finns om ersättningsfrågor och finansieringsstrategier/modeller, hur de ska hanteras och utformas. Detta kräver en bred politisk överenskommelse.

Man behöver se långsiktigt på vad som händer om sjön blir en havsvik. Kommer markägarna och kommunerna agera för att skydda sig, och vad kostar det? Hur kontrollerar man följdåtgärder? Kommunerna kommer här att få ta ett stort ansvar. Det är också viktigt att utreda rättvisaspekter och ansvarsfrågor.

Ett sätt att hantera kostnader, om man exempelvis väljer att samhällen ska finnas kvar som idag längs Mälarens stränder, är att skapa fonder för förutsebara åtgärder, till exempel för invallningar/barriärer. I Nederländerna har problemet hanterats på detta sätt. Som exempel nämndes att även en liten höjning av vattennivån innebär stora ersättningsanspråk.

Om samhällen som kommer att hamna under vattenytan behöver flyttas så bör de samhällsekonomiska konsekvenserna utredas liksom ekonomiska analyser av

Samhälls- och miljöekonomiska analyser krävs.



Husbåt, Mälaren. Foto: Hans Sandberg

andra värden än direkt ekonomiska. En reträttplan behöver upprättas. Kostnadsnyttoanalyser behöver vävas in i beslutsunderlagen. Köpenhamns klimatanpassningsplan nämndes som ett bra underlag att göra jämförelser med.

Olika lägen på barriärer behöver analyseras ur ett samhällsekonomiskt perspektiv genom till exempel kostnadsnyttoanalys. Detta måste göras i ett tidigt skede. Det kan vara samhällsekonomiskt hämmande att välja både riktlinjer om att höja nivåerna för bebyggelseplanering vid vatten, med anpassning av plats och konstruktion, och planera för barriärer. Det behöver utredas vem som äger ansvaret för helheten och hur kostnadsfördelningen kan se ut. Det finns också behov av att se över möjligheten att exploatera nära vatten längs Saltsjöns stränder vid valet av barriärer i skärgården. Detta skulle kunna vara ett sätt att finansiera barriärerna.

Vilka andra preferenser än pengar ligger till grund för samhällets val? Frågan är vad samhället har rådighet över. Behov finns här av analyser. Både ekonomisk kortsiktighet och juridiska oklarheter kan utgöra hinder.

Alla åtgärder som leder till förändrade vattennivåer i Mälaren, alltså utanför nuvarande vattendom, innebär ekonomiska konsekvenser och ersättningar. De legala förutsättningarna sades vara större än vad som uppgavs vara rimligt. Befintlig bebyggelse och detaljplaner med strandnära byggrätter kan påverkas och kan behöva ersättas. En ny vattendom skulle innebära stora konsekvenser (jämför Klimat- och sårbarhetsutredningens delbetänkande, SOU 2006:94).

Det finns behov av att reglera vattennivån i Mälaren ur risksynpunkt. Vattendomen kring Mälaren kommer att bli inaktuell och behöver ersättas med ny vattendom. Barriärer kommer att ge en komplicerad vattendom. De juridiska konsekvenserna av reglering av bland annat invallnings- och dikningsföretag kommer också att behöva utredas.

Övergripande synpunkter

Problembilden innehåller många osäkerheter, bland annat vad gäller bebyggelseutvecklingen och havsnivåhöjningens storlek. Vilken vattennivån kommer att vara i Stockholm och vid Saltsjön år 2200 vet vi inte med säkerhet. Många övergripande frågor kan ställas och behöver besvaras för att ett helhetsperspektiv ska nås.

- Vilken Östersjö vill vi ha?
- Vilka är incitamenten för att hålla Mälaren ren?
- Finns överordnade villkor/värden och vilka?
- Vilka värden ska skyddas?
- Hur ser Stockholm och Mälarenregionen ut i framtiden?
- Hur ser den demografiska och ekonomiska utvecklingen ut, och hur många kan regionen bära?

Hur långt tidsperspektiv är rimligt vid samhällsplanering, vad är optimalt? En fråga uppkom om man överhuvudtaget ska tala om flera hundra års tidshorisont. För flera av deltagarna framkom det som självklart att ett tidsperspektiv på kanske flera hundra år är eftersträvanvärt i planeringen eftersom det i samhället krävs robusthet vad gäller bebyggelse och infrastruktur. Dagens tidsperspektiv är alldeles för kortsiktigt och tar begränsad hänsyn till effekterna på påverkat landskap. Planeringshorisonten bör åtminstone rymma tidsperioder på 50–100 år, eller till och med mer, inte bara 10–30 år.

Bebyggelse utgör områden som är ianspråktaga för lång tid, även om enskilda hus har en relativt kort livslängd. Ett för kort tidsperspektiv är för snävt, ett för långt kanske blir för hypotetiskt. Vissa åtgärder kräver hänsynstagande redan idag. När ska då beslut fattas? Detta bedömdes vara viktiga aspekter för hela problemet.

Strategisk planering behövs som utgår från överordnade värden. Det går inte att fatta beslut om en åtgärd separat. Man behöver se det större samhällssystemet och analysera helheten. Avsikten är att identifiera brytpunkter i utvecklingen och försiktighetsåtgärder så att inläsningseffekter undviks och valfriheten behålls. En åsikt var att man är för protektionistisk i det man känner till, att man vill bevara det som finns idag. Frågan ställdes om det är detta som är viktigt. Nu bedömdes det i stället finnas chans att förändra samhällsstrukturen regionalt och nationellt.

Det diskuterades om man, genom att anta att några av alternativen ska komma till stånd, skapar ett osunt teknikberoende, att man förlitar sig på en teknisk lösning. Detta leder till att riskexponeringen i vissa fall kan bli större och riskkostnaden ökar.

Det är en nationell fråga hur landet ska befolkas och det är viktigt att förstå samhällsstrukturen. Beroende-



Friluftsliv vid Mälaren. Foto: Camilla Wester

kedjor behöver tydliggöras så att helheten blir belyst. Genom politiska beslut och andra styrmedel kan befolkningens lokalisering och bostadsort styras. Frågan är då hur samhället ska se ut. En fråga ställdes om det är rimligt att anta att Mälardalen ska utvecklas och kanske till slut vara hjärtat i landet med 90 procent av dess invånare. Samhällsutvecklingen påverkar den demografiska utvecklingen och hur vi använder marken, vilka nya ytor som tas i anspråk. Tillväxten i Stockholmsregionen har stor påverkan. Det behövs analyser av utvecklingen, jämförelseanalyser ur ett historiskt perspektiv och be-



havsanalyser av Mälarens olika delar. Kompetens för detta finns bland annat hos geografer, samhällsvetare och ekologisk systemvetenskap.

Mälaren behöver skyddas ur betydligt fler aspekter än ur dricksvattensynpunkt. Dricksvattenfrågan ansågs vara ett mindre problem i helheten. Det sades inte vara saltvatteninträngning som är problemet utan höjningen av vattennivån.

Det är viktigt att skilja på plötslig och successiv förändring av klimatet. Att anpassa är en ständig process, men tröskeffekter kan finnas.

Tre sinsemellan olika strategier har framträtt i diskussionerna – att tydligt välja inriktning, att avvakta och se respektive att jobba med flera strategier:

- Anpassning med avvaktan om beslut om vidare åtgärd tills bilden klarnar. Ny kunskap tas löpande in och utvecklingen följs internationellt. Slussarna i Stockholm och Södertälje klarar problemet till år 2100, så det finns tid att ta fram och analysera nya alternativ. Skyddet av Stockholm utanför Slussen behöver också vägas in. Barriärer liksom bevarandet av bassänger i Mälaren kan behöva analyseras, liksom olika risker och sårbarheter.
- Planering för dubbla strategier i olika tidsfaser – i första skedet att skydda, i andra skedet reträtt vid befarade brytpunkter. Frågan ställdes om det går att förstärka och förlänga. Att planera för omflyttning är också ett exempel. När behöver olika beslut fattas? Ett sätt är att lära av andra genom jämförelseanalyser internationellt. Det kan vara värdefullt för att undvika misstag och för att minska kostnader i tid och pengar.
- Ett strategiskt politiskt beslut med ett viktigt vägval ger planeringsförutsättning för Mälardalen som helhet, vilket skulle behövas för storskaliga åtgärder och investeringar. Tidshorisonten behöver anges och när olika beslut ska fattas i tiden. Man måste våga välja bort alternativ, inte ha alla optioner öppna hela tiden, då det blir dyrt. Man kan behöva offra vissa områden för att vinna annat. Genom en tydlig strategi kan samhället ställa om sig över tid utan alltför höga kostnader. Alla rekommendationer får konsekvenser, även de som utgår från långa tidshorisonter.

Samsyn och kommunikation diskuterades. Hur når man samsyn och acceptans för frågan om dricksvatten för framtiden? Hur sker styrning och kommunikation?

Olika hinder kan finnas som försvårar förståelsen – institutionella, ekonomiska kopplade till beslutsfattande, brist på politisk kontinuitet. Om det saknas förståelse kan det finnas risk att samhället inte kommer att ha acceptans för planeringen på allvar. Vad kan det innebära? Öppenhet i analysarbetet har betydelse samt var och hur beslut fattas som påverkar systemen.

Hur många kommuner berörs av problemet? Frågan är vad de vill och hur de vill ta del i en process att ta fram en strategi. Finns frågan idag i regionplaneringen? Det är viktigt att reda ut var frågan ska hanteras framöver – finansiellt och planeringsmässigt, på mellankommunal nivå, länsstyrelsenivå eller på nationell nivå, för att hänsyn ska kunna tas till alla aspekter.

*Hur når man samsyn
och acceptans för val av
strategi för framtiden?*



Riddarfjärden, Stockholm. Foto: Christina Fagergren

Omvärldsanalys – hur har Rotterdam och Köpenhamn arbetat med klimatanpassning?

WSP har på uppdrag av Länsstyrelserna genomfört en omvärldsanalys kring andra städers hantering av klimatanpassning. Kapitlet är en sammanfattning av rapporten *Omvärldsanalys – hur har Köpenhamn och Rotterdam arbetat med klimatanpassning?*

I Nederländerna och Rotterdam började arbetet med anpassning långt innan klimatförändringarna var aktuella. Kopplingen till det socioekonomiska perspektivet har varit viktig då stadens utveckling är beroende av sin geografiska placering. Det har varit nödvändigt att lära sig leva med de förutsättningar som ges. I Danmark och Köpenhamn har däremot det strategiska arbetet satt fart på grund av extrema vädersituationer de senaste åren.

Fokus ligger, både i Rotterdam och Köpenhamn, på vattensäkerhet och översvämningsrisker. Lokalt tar dricks-vattenfrågan en relativt liten plats. Man har identifierat problematiken och den finns med i planarbetet. Däremot finns få långsiktiga och konkreta åtgärder utpekade inom området. Nästa steg är att ta fram strategier för hur den ska hanteras.

Både Rotterdam och Köpenhamn trycker på de samhällsvinster som kan göras om man lyckas med kommunikationen utåt. Genom att göra städerna attraktiva och ligga långt fram med spjutspetsteknologi, som till exempel gröna tak, grön dagvattenhantering och vattentorg, kommer man kunna locka till sig företag och människor som kan ge grön tillväxt.

I Nederländerna pågår *Delta Programme* fram till 2014. Programmet är ett resultat av en utredning kring hur man ska kunna fortsätta leva i Nederländerna även under de mest extrema klimatförändringsscenarierna. Tanken är att planer ska finnas om förändringarna inträffar snabbare än förväntat, men att inte genomföra något förrän det blir nödvändigt. Strategier tas nu fram för det framtida arbetet. År 2014 ska kabinettets medlemmar fatta beslut kring fem så kallade *Delta decisions* som ska vara styrande för framtiden.

Arbetet bygger på fem grundläggande tema: översvämning, Urban Water System, anpassad stadsutveckling, klimatanpassning och tillgänglighet. Processen omfattar:

- uppbyggnad av kunskap,
- förankring i fysisk planering av vattenledningsnätet,
- förankring i plan- och byggprocesser,
- förankring i den administrativa agendan.

Förankringen under utarbetandet av strategin beskrivs som en nyckelfråga. Strategin tar utgångspunkt i hela regionen, inte bara i staden.

Även om situationen, varken i Rotterdam eller i Köpenhamn, liknar den kring Mälaren kan erfarenheterna ge intressanta lärdomar. Om det fortsatta arbetet kring Mälaren och dess framtid kan få den politiska acceptans och regionala samarbetskraft som finns i Rotterdam och Nederländerna finns mycket att vinna. Vill man lyckas med sitt klimatanpassningsarbete är det lämpligt att luta sig mot traditionella nationalekonomiska argument som politiker och samhälle förstår. Miljöargument kan presenteras som positiva bieffekter. Genom att koppla samman klimatanpassningsarbetet runt Mälaren med regionens betydelse för landet som helhet och visa hur sysselsättning, export, skatteintäkter och samhällskostnader skulle påverkas om inget görs, kan beslutsfattare förstå vikten av att genomföra det konkreta arbetet.



Hjulstabron, Mälaren. Foto: Bergslagsbild AB

Fortsatt process

Kapitlet utgör en sammanställning av det underlag som framkom på workshoparna och återger specialisternas synpunkter utifrån deras kompetenser.

Frågans komplexitet, att den griper över så många kompetensområden och rör så många system, gör att en bred ansats redan från början är mycket angelägen. Ett helhetsperspektiv bör anläggas, eftersom det handlar om att skapa en långsiktigt hållbar utveckling för regionen. En viktig frågeställning är om det bör vara en strävan att så långt möjligt hålla många dörrar öppna. Att det inte är en slutgiltig lösning på frågan som i första hand eftersträ-

Finns beslut fattade som sätter gränser för framtiden?

vas, utan snarare att en beredskap skapas så att beslut om lösning kan tas när så behövs. Eller om strävan bör vara att i god tid fatta strategiska inriktningsbeslut, som ett sätt att skapa förutsebara planeringsförutsättningar och i god tid upprätta strukturer för finansiering.

Det är viktigt att tidigt identifiera strategiska vägval, för att undvika inlåsningseffekter i både ekonomi och fysiska strukturer. Behovet av eventuella inriktningsbeslut, som kan behöva fattas under resans gång, behöver klargöras. De rådande förutsättningarna, bland annat legalt och ekonomiskt, bör kartläggas. Det behöver tydliggöras om det finns beslut som redan är fattade, som skapar förutsättningar eller sätter gränser för framtiden, och därför måste beaktas. Exempel på sådana beslut kan vara beslut om bebyggelsenivåer. Förslag till beslut bör ta

hänsyn till betalningsviljan, beroende på om det rör sig om uppkomna kostnader eller eventuella uteblivna intäkter. Det framhölls att inte enbart betalningsviljan får vara styrande i sådana här viktiga och stora frågor då det kan leda till olyckliga beslut.

Man bör vara medveten om att det inte finns något slut för fortsatt utredande. Även om en utredning slutrapporterar, så gör frågans komplexitet och de ständigt förändrade förutsättningarna att gamla ställningstagande behöver omprövas.

Form

Oavsett form är det viktigt att tillräckliga resurser ställs till förfogande så att förutsättningar finns att upparbeta så mycket resultat att inte omstart behövs. Avsikten bör vara att arbetet ska kunna ge upphov till fortsatta fördjupningar och uppdrag utifrån de insikter som uppnås. Ett lämpligt sätt att förfara på vore att dela in uppdraget i steg/cykler. På så sätt skapas förutsättningar för att beakta ny tillkommande fakta. Är det en löpande process kan också vägval göras under resans gång, liksom stegvisa fördjupningar. Ansvarsförhållandet måste vara tydligt.

Alla förslag beträffande form tog sin utgångspunkt i betydelsen av att regeringen fattar ett beslut. En utredning kan leda till stegvisa resultat, för att kunna ta inrikt-

ningsbeslut i olika frågor som kräver ett vägval. Detta kan styras med direktiv. Det är också bra om det blir diskussion runt de förslag som väcks och de resultat som upparbetas. Det gynnar både kunskapsutveckling och kvalitetssäkring. Klimat- och sårbarhetsutredningen (SOU 2007:60) nämndes som ett positivt exempel. Det var en stor offentlig utredning, som engagerade bred sakkompetens och levererade omfattande resultat, på förhållandevis kort tid, och har legat till grund för fortsatta uppdrag och utredningar från regeringen. En statlig utredning ger mandat att utreda, att engagera rätt kompetens och höjer ansvarsnivån. En ytterligare fördel med en utredning är att den har en tydlig avlämning, som kan betraktas som ett första steg. Det är dock viktigt att fråga sig vad en utredning förväntas ge för resultat. Är det i första hand kunskapsunderlag, eller är det svar och förslag till beslut?

Andra former för genomförande skulle kunna vara någon form av delegation, till exempel en Mälardelegation. Farhågor framfördes dock om att det möjligen skulle kunna bli för spretigt. Däremot sades en utredning kunna bli för snäv. En lösning skulle kunna vara att första steget utgörs av en utredning med rejäla resurser och att det därpå följande steget, när inriktning och fördjupning valts, utgörs av en delegation. Tid finns för flera steg.

Uppdragstagare

Den aktör som får denna frågeställning i uppdrag bör inte representera en organisation som svarar för enbart en sakfråga. Oavsett organisationsform så måste en bred kompetensbas engageras. Uppdraget bör också ges till en ansedd person.

Ingen organisation pekades ut som särskilt lämplig. Uppdragstagaren bör vara en neutral part, eftersom de frågor som måste behandlas berör många olika sårbarhetsintressen. Länsstyrelserna fördes på tal som en viktig ak-



Mälärstrand. Foto: Karin Ek

tör i det fortsatta arbetet, eftersom organisationen hanterar många olika sakfrågor. Det är viktigt att identifiera var beslut fattas som är av betydelse och som ger de förutsättningar utifrån vilka fortsatt utredning och planering måste ske. Det konstaterades slutligen att det är regeringens sak att föreslå aktörer.

Tid och omfattning

Klimat- och sårbarhetsutredningen ger en god antydan om omfattningen av uppdraget. Någon närmare uppfattning om utsträckningen i tid framfördes inte, men tanken om flera steg med möjlighet till underhandsbeslut och korrigeringar diskuterades. Tid till en första rapportering bör dock inte vara för lång, med tanke på att det har betydelse för frågor som redan i nuläget är aktuella, som till exempel riktlinjer och rekommendationer för byggande.

Två vatten som möts under ändrade förhållanden – projektgruppens slutsatser och reflektioner

Projektgruppen konstaterar att det är viktigt att inte dra långtgående slutsatser på ett alltför tidigt stadium. Detta inses lätt mot bakgrund av en viktig slutsats, nämligen den om frågans komplexitet. Frågan om Mälaren från seklets slut spänner över många kompetensområden och kopplar till en rad olika sektorer och system. Frågan griper också över tid och rum. Var och hur träffar framtiden oss idag? Detta är pudelns kärna, själva huvudfrågan för fortsättningen. Mot bakgrund av de genomförda workshoparna framstår en tudelning av hotbilden: Permanent och intermittent höjd havsnivå med saltvatteninträngning å ena sidan och förändrad markavrinning och tillrinning till Mälaren å den andra.

Båda förhållanden påverkar vattnets kvalitet. Kanske är inte framtida saltvatteninträngning i detta sammanhang det största bekymret för dricksvattnet. Flera specialister framförde att det som först kommer att påverka vattnets kvalitet är förändrade tillrinningsmönster i avrinningsområdet och därmed en förändrad kvalitet på det vatten som rinner till Mälaren.

En havsnivå som fortsätter stiga, för att under nästkommande sekel stå betydligt högre än Mälaren, gör nivåfrågan mycket viktig i sig. Denna nivåfråga måste på sikt hanteras med nya eller kompletterande åtgärder. I detta sammanhang är även alternativet havsvik att

beteckna som en åtgärd. Bland en del av specialisterna rådde tveksamhet kring alternativet havsvik, då den betraktades som en åtgärd förknippad med problem. Andra specialister menade att havsvik inte enbart behöver betyda en negativ utveckling. Det beror på vilka värden man lyfter som viktiga.

Beträffande dricksvattnets kvalitet restes frågor kring själva dricksvattensystemets uppbyggnad som är relevanta att diskutera vidare. Måste allt renat vatten vara drickbart? I den fortsatta processen är det viktigt att våga ifrågasätta vedertagna strukturer och förhållningssätt.

En väsentlig fråga, av närmast ideologisk karaktär, är om planering ska ske med sådana tidsperspektiv som diskuterades – 200 år, då osäkerheterna om framtiden är stora. Valet är inte självklart. Om svaret blir jakande är det angeläget att redan nu eftersträva ett antal klarlägganden. Länsstyrelsernas engagemang har utgått från att detta tidsperspektiv är relevant och därav följde ambitionen att utforma denna första fas för att bredda och fördjupa frågeställningen. Hur lyder då de frågor som bör ställas mot bakgrund av att klimatet förändras samtidigt som vi har ett långsiktigt ansvar för utvecklingen kring och i Mälaren? Vart bör vi rikta sökarljuset i jakten på svar, eller nya frågor?

Diskussionerna har kretsat kring att Mälaren och dess omgivning representerar olika värden samt hur de förhåller sig till varandra. Oavsett val av framtida inriktning kommer avvägningar mellan värden att behöva göras. Det är därför viktigt att klargöra vilka värden som är förhandlingsbara, vilka som är omistliga, vilka det är svårt eller omöjligt att kompromissa om. Finns det överordnade villkor eller värden som är styrande och som inte är direkt uttalade?

Länsstyrelsernas mening är att ett ställningstagande till hur frågan ska hanteras behövs i närtid. Är det mest lämpligt att avvakta, noga följa utvecklingen och därmed vara beredd på brytpunkter för att kunna fatta nödvändiga beslut när omständigheterna så kräver *eller* är det lämpligare att tidigt välja inriktning för framtiden för att på så sätt skapa så goda planeringsförutsättningar som möjligt för olika samhällssystem?

Utifrån problembildens komplexitet förordar länsstyrelserna en bred ansats för det fortsatta arbetet. Tillräckliga resurser behöver ställas till förfogande så att förutsättningar finns att utarbeta kvalificerade beslutsunderlag för kommande ställningstaganden och avvägningar mellan olika intressen och värden. Ansvarsförhållandena måste vara tydliga. Länsstyrelserna deltar gärna som en aktiv part i det fortsatta arbetet.



Mälaren. Foto: Camilla Wessberg

Referenser

Andersson Maria, Hallberg Kristoffer, Lindahl Sture (2013) *Saltvatteninträngning i Mälaren*, SMHI rapport NR 2013-13

Andréasson Johan, Bergström Sten, Dahné Joel, Eklund Dan, German Jonas, Gustavsson Hanna, Hallberg Kristoffer, Martinsson Sandra, Nerheim Signild, Stensen Björn och Wern Lennart, (2010) *Regional Klimatsammanställning - Stockholms län*, SMHI rapport Nr 2010-78

Bergström, S. (2012) *Framtidens havsnivåer i ett hundraårsperspektiv – kunskapssammanställning 2012*, SMHI Klimatologi, nr 5, Norrköping

Calluna, (2011) *Projekt slussen – Ny reglering av Mälaren – Konsekvensbedömning av strandnära naturmiljön*. 2011-12-21

Länsstyrelserna i Stockholms, Södermanlands, Västmanlands, Uppsala och Örebro län, (2011) *Mälaren om 100 år – förstudie om dricksvattentäkten Mälaren i framtiden*, ISBN: 978-91-7281-448-6

Länsstyrelsen i Stockholms län, (2013) *Sammanställd lista över behov av analyser och kompetenser från Dricksvattenprojektet/Mälarens workshopar, Fas 1*, Arkivnr: 424-1587-2013

Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, (2012) *Konsekvenser av en översvämning i Mälaren – redovisning av regeringsuppdrag Fö2010/560/SSK*, Publikation nr: MSB406

Statens offentliga utredningar SOU 2007:60, *Sverige inför klimatförändringarna – hot och möjligheter*

Statens offentliga utredningar SOU 2006:94, *Översvämningshot – risker och åtgärder för Mälaren, Hjälmaren och Vänern*

Tyréns, (2012) *Projekt Slussen - Bebyggelse och infrastruktur, Konsekvensbedömning ny reglering av Mälaren, Underlag till miljökonsekvensbeskrivning*; 2011-12-21, reviderad 2012-02-28, Version 5. Susanna Bruzell, Tyréns

WSP, (2013) *Omvärldsanalys – Hur har Köpenhamn och Rotterdam arbetat med klimatanpassning?* Juni 2013. Johanna Farelus, Ulrika Isberg, Karin Carlsson, WSP

Bilaga 1. Deltagare vid workshopar

Workshop 1: 28 oktober 2012

NAMN	ORGANISATION	KOMPETENS
Christina Berglind	Länsstyrelsen i Stockholm	Havsmiljö
Anette Björlin	Länsstyrelsen i Stockholm	Vattenförvaltning
Ylva Ericsson	Länsstyrelsen i Stockholm	Ekonomi (samhälls/national)
Anne-Marie Falk	Länsstyrelsen i Stockholm	Risk/översvämning/Slussen
Catarina Fogelberg	Länsstyrelsen i Stockholm	Fysisk planering
Ulrika Haapaniemi	Länsstyrelsen i Stockholm	Avlopp
Carin Wanbo	Länsstyrelsen i Stockholm	Fysisk planering
Jimmy Blom	Länsstyrelsen i Södermanland	Fiske
Lars Juhlin	Länsstyrelsen i Södermanland	Limnologi
Åsa Kuhlau	Länsstyrelsen i Södermanland	Agronomi
Mikael Lindberg	Länsstyrelsen i Uppsala	Naturmiljö/strandängar
Daniel Melin	Länsstyrelsen i Uppsala	Vattenförvaltning
Ulf Rosendahl	Länsstyrelsen i Uppsala	Agronomi
Simon Bölling	Länsstyrelsen i Västmanland	Ekonomi (samhälls/national)
Ulrika Nilsson	Länsstyrelsen i Västmanland	Kommunikationer
Anna-Lena Olsson	Länsstyrelsen i Västmanland	Miljöskydd/Förorenad mark
Malin Pettersson	Länsstyrelsen i Västmanland	Hydrologi
Susanna Vesterberg	Länsstyrelsen i Västmanland	Limnologi
Jonas Jansson	Länsstyrelsen i Örebro	Kulturmiljö

Workshop 2: 31 januari 2013

NAMN	ORGANISATION	KOMPETENS
Maria Andersson	SMHI	Oceanografi, Klimatologi
Sten Bergström	SMHI	Hydrologi, Klimatologi
Erik Engström	SMHI	Meteorologi, Klimatologi
Anna Karlsson	DHI	Strömningsförhållanden Mälaren, Oceanografi, Klimateffekter
Björn Holgersson	SGU	Grundvattenförhållanden
Göran Risberg	SGU	Grundvattenförhållanden
Olle Hjerne	SU/Centrum för biologisk mångfald	Marin ekologi, inkl. fiske hav
Ulrika Beier	SLU/Örebro sötvattenlaboratorium	Limnologi, inkl. fiske sötvatten
Urban Emanuelsson	SLU/Centrum för biologisk mångfald	Naturmiljö
Christer Lännergren	f.d. Stockholm Vatten, pensionerad	Vattenkvalitet, vattenmiljö
Gunnar Aneer	f.d. Länsstyrelsen Stockholm, pensionerad	Vattenkvalitet, vattenmiljö
Bengt Rosén	SGL	Föroreningsspridning
Björnar Berg	Sörmland Vatten	Vattenproduktion/distribution
Per Ericsson	Norrvatten	Vattenproduktion/distribution
Carina Färm	Eskilstuna energi och miljö	Vattenproduktion/distribution
David Liderfelt	Västerås stad	Vattenproduktion/distribution
Bo Westergren	Stockholm Vatten	Vattenproduktion/distribution

Workshop 3: 6 mars 2013

NAMN	ORGANISATION	KOMPETENS
Jessica Andersson	TMR	Regional planering
Sten Bergström	SMHI	Hydrologi, Klimatologi
Lars-Erik Dahlin	Eskilstuna kommun	Strategisk planering
Susanne Edsgård	Karlstad kommun	Mälarprojektet MSB
Per Ericsson	Norrvatten	Vattenkvalitet
Ylva Ericsson	Länsstyrelsen Stockholm	Ekonomi (samhälls/national)
Monica Granberg	Structor Miljöbyrå	Slussenprojektet
Torbjörn Grankvist	Stockholms Hamnar	Sjöfart, Mälarens reglering
Bengt-Göran Hellström	Konsult, f.d. Stockholm Vatten	Avloppssystem
Bertil Israelsson	Norconsult	Vätterntunneln
Magnus Johansson	Karlstad Universitet/Centrum för klimat och säkerhet	Översvämningsrisker
Kjell Karlsson	Stockholms Hamnar	Sjöfart, Mälarens reglering
Per Kågeson	KTH/Centrum för transportstudier	Miljösystemanalys, Barriärer
Eva Liljegren	Trafikverket	Järnvägar, Vägar
Staffan Moberg	Svensk Försäkring	Ekonomi, Juridik
Lars-Olov Persson	Eskilstuna energi och miljö/el nät	Eldistribution
Lars Rosén	Sweco/Chalmers	Kostnadsnyttoanalys
Håkan Svärd	Västerås stad	Strategisk planering
Maria Vredin-Johansson	Regeringskansliet/ESO	Miljöekonomi
Thomas Åhsberg	Sjöfartsverket	Sjöfart
Rutger Öijerholm	Länsstyrelsen Stockholm	Juridik

Bilaga 2. Regeringsskrivelse oktober 2012



LANDSHÖVDINGEN
I VÄSTERMANLANDS LÄN

Datum
2012-10-19

Diarienummer
400-5127-2012-D
451-30393-2012 -AB
451-5599-2012-C
420-4733-2012-U
453-6575-2012-T

1 (6)

Regeringen

Stigande havsnivå – en ödesfråga för Mälaren som dricksvattentäkt i framtiden. Förslag om fortsatt arbete

Sammanfattning

Mälaren som dricksvattentäkt på lång sikt är en av Stockholm-Mälarenregionens strategiskt mest viktiga frågeställningar. Frågan behandlas i förstudien *"Mälaren om 100 år"*, som länsstyrelserna i mälarlänen genomförde under 2011.

Förstudien tar översiktligt upp några av de frågeställningar, åtgärdsstrategier och konsekvenser som kan bli aktuella om havet stiger så mycket att nivåskillnaden mellan Mälaren och Saltsjön minskar eller försvinner helt. Möjligheterna att hålla det salta vattnet borta från Mälaren kommer att påverkas. Detta förhållande hotar Mälaren som dricksvattentäkt för cirka två miljoner människor. Trots landhöjningen, så finns på lång sikt risk för att Mälaren kan bli en havsvik i Östersjön med salt vatten om inga åtgärder vidtas. Detta skulle innebära stora konsekvenser för dricksvattenförsörjningen för hela regionen, men även för bebyggelsen, vatten- och naturmiljön.

Länsstyrelserna som genomförde förstudien driver arbetet vidare med fortsatt analys, problembeskrivning och identifiering av aktörer. Mot bakgrund av frågans vikt för

regionen och regionens fortsatta tillväxt samt den omfattning och komplexitet som frågan har, behövs dock ytterligare insatser för att svara upp mot de utredningskrav som finns.

Undertecknande landshövdingar föreslår därför att regeringen tar initiativ till en huvudstudie, utifrån ovan nämnda förstudie samt länsstyrelsernas pågående arbete. De berörda länsstyrelserna tar gärna även fortsättningsvis en aktiv roll i detta arbete och kan också svara för nödvändig samordning mellan de olika aktörer som blir berörda av det föreslagna utredningsarbetet.

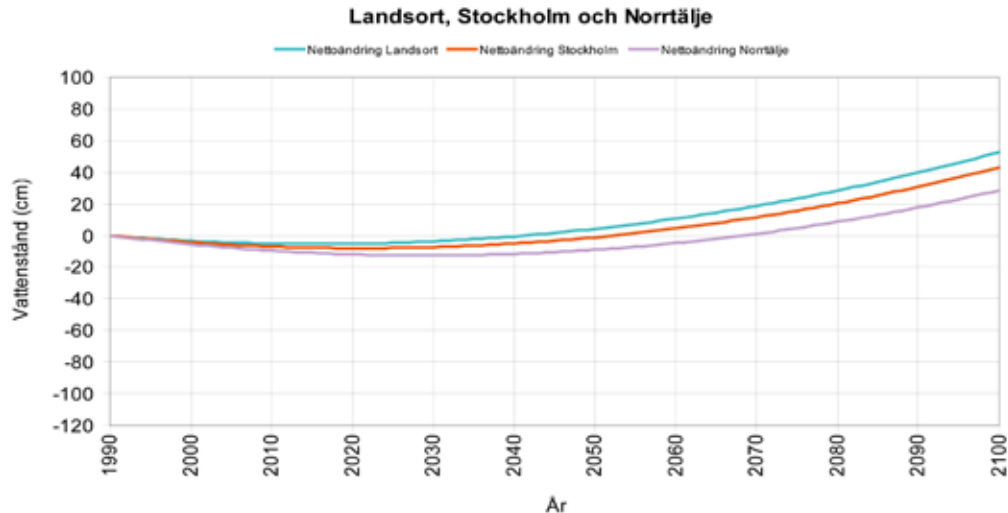
Den globala havsnivåhöjningen

Nivåskillnaden mellan Mälaren och Saltsjön är idag cirka 0,7 meter. I ett varmare klimat stiger havsnivån, vilket främst beror på den så kallade termiska expansionen och på avsmältning av glaciärer och de stora landisarna Grönland och Antarktis. De internationella sammanställningar och bedömningar som SMHI sammanställt pekar sammantaget på att en övre gräns på hur mycket havsytans nivå kan komma att stiga till år 2100 är ungefär 1 meter, sett som ett globalt medelvärde¹. Sammanfattningsvis kvarstår betydande osäkerheter om hur stor den globala havsnivåhöjningen blir till år 2100 och på än längre sikt². Omfattande forskning pågår inom detta område, bland annat även vad gäller den nya generationens utsläppsscenarioer och scenariernas effekt på den globala havsnivåhöjningen.

En global havsnivåhöjning på cirka 1 meter innebär större risk för inträngning av salt vatten från Saltsjön till Mälaren, men också att möjligheten att tappa vatten ur Mälaren minskar. Den relativa höjdskillnaden mellan Mälaren och Saltsjön beror även av landhöjningen, som till del kompenserar den globala havsnivåhöjningen. För vår del innebär det en nettohöjning av havet på närmare 0,5 meter till år 2100, vilket ger att nivåskillnaden mellan Mälaren och Saltsjön vid medelvattenstånd endast blir cirka 0,2 meter. Figur 1 visar nettoändringen av havsnivån för bl.a. Stockholm (röd kurva) och Landsort (blå kurva) i förhållande till år 1990.

¹ Regional klimatsammanställning - Stockholms län. Rapport Nr 2010-78, SMHI.

² Uppdatering av den vetenskapliga grunden för klimatarbetet. En översyn av naturvetenskapliga aspekter. Klimatologi Nr 4, SMHI, 2011.



Figur 1. Nettoändring av havets nivå åren 1990 – 2100 för Landsort, Stockholm, Norrtälje. Beräkningarna utgår från år 1990. (SMHI, 2011)

Forskningen pekar på att den globala havsnivåhöjningen kommer att fortsätta under lång tid framöver. I SMHI:s regionala klimatsammanställning för Stockholms län framgår att den holländska Deltakommittén anger att den globala havsnivån kan antas stiga med 2-4 meter till år 2200³.

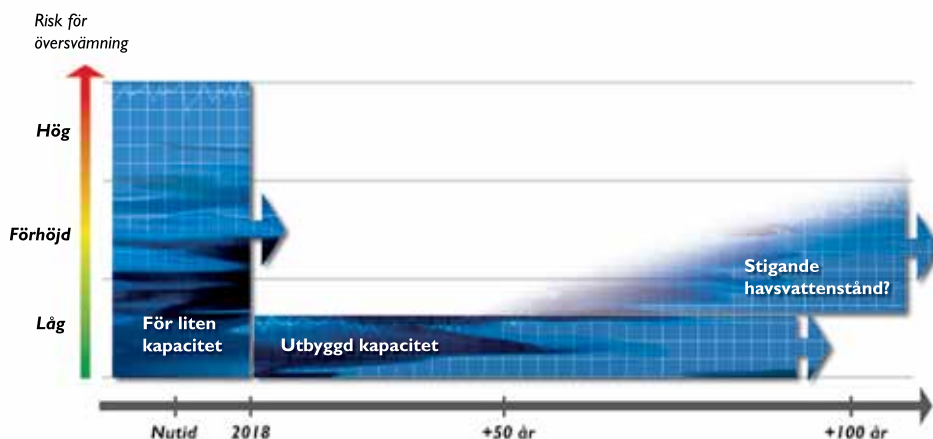
Utöver förändringen av medelvattennivån inträffar temporära högvatten genom lufttryck och vindar, i dagens klimat liksom i framtiden. Ökningen av de extrema nivåerna varierar lokalt och beräknas bli något större än ökningen av årsmedelvärdena. Antalet tillfällen då Saltsjön står högre än Mälaren kommer att öka från cirka 2 dagar per år vid dagens nivåskillnad till cirka 75 dagar per år om Saltsjön höjts 0,5 meter.

Havsnivåhöjning och översvämningsrisk på lång sikt

Avsikten med en ombyggnad av Slussen och en förändrad regleringsstrategi av Mälaren är främst att minska risken för översvämnningar och låga vattennivåer samt att förhindra saltvatteninträngning med avseende på dagens förhållanden. Den utökade tappningskapaciteten tillsammans med den föreslagna regleringen minskar kraftigt översvämningsriskerna i Mälaren och är tillfyllest i dag och till viss del under framtida

³ Working together with water – A living land builds for its future. Findings of the Deltacommissie. Deltacommissie, 2008.

klimatförhållanden. Den skapade marginalen kommer dock successivt att minska under seklet på grund av en stigande havsnivå. Gränsen för vad som kan hanteras med den planerade nya utformningen av Slussen är en nettohöjning av havsnivån på cirka 0,5 meter⁴. Den utökade tappningsförmågan i kombination med en ny reglering av Mälaren gör att översvämningsriskerna därefter kommer att kunna kontrolleras och att översvämningsrisken inte längre kommer att vara ett hot i tidsperspektivet 50-100 år. På längre sikt kommer den globala havsnivån att vara avgörande för översvämningsriskerna kring Mälaren på grund av högre vattennivåer och valet av åtgärder som vidtas för att hantera dricksvattenförsörjningen. Se figur 2 angående risken sedd över tid.



Figur 2. Risken för översvämning i Mälaren är idag oacceptabelt hög. En utbyggd avtappningskapacitet kommer under 50-100 år att minska risken för översvämnningar runt Mälaren. I mitten på seklet börjar dock havsnivån utgöra ett tilltagande hot. (Stockholms stad, 2010).

Behov av utredning/fördjupat regeringsuppdrag och förslag på tillvägagångssätt

Det är angeläget att behandla risken för inträngning av saltvatten i Mälaren, med konsekvenser för Mälaren som dricksvattentäkt, och översvämningsrisken för bebyggelsen och samhällsviktiga verksamheter samt konsekvenser på vatten- och naturmiljön som en helhet. Frågan om Mälarens framtid är en strategiskt viktig fråga för regionen och för många aktörer. Planeringsperspektivet behöver vara långt, mer än

4 Regional klimatsammanställning – Stockholms län, Rapport Nr 2010-78, SMHI

100 år, förmodligen 200 år eller längre. Den globala havsnivåhöjningen spelar här en väsentlig roll. Valet av åtgärd för att hantera dricksvattenfrågan strategiskt har indirekt också mycket stor betydelse för bebyggelsen och de samhällsviktiga verksamheterna runt Mälaren. Möjliga åtgärder och strategiska inriktningar blir omfattande och kräver långsiktig planering.

Ett analysarbete i denna fråga behöver därför inledas redan nu. Den nämnda förstudien är tänkt att fungera som en första utgångspunkt för en kommande huvudstudie, vilken kommer att kräva expertkunskaper från en rad olika instanser för en mängd analyser. Huvudstudien skulle uppskattningsvis behöva pågå under några år och delas upp i flera faser samt involvera ett stort antal berörda aktörer. I det följande beskrivs kortfattat ett möjligt förfaringssätt för en huvudstudie.

Fas 1: Inledning - probleminentifiering och identifiering av aktörer

Fas 2: Hotbildsbeskrivning och konsekvensanalyser

Fas 3: Åtgärdsstrategier

Fas 4: Konsekvensanalyser av åtgärder

Fas 5: Samhällsekonomiska analyser av åtgärder och deras konsekvenser

Fas 6: Analys av finansieringsmöjligheter

Den inledande fasen innebär att identifiera aktörer av stor vikt för frågan, exempelvis viktiga och stora användare, systemansvariga som vattenproducenter och -distributörer, de som drabbas av konsekvenser av olika typer av åtgärder för att hantera dricksvattenfrågan, planerare, tillsynsansvariga, specialister avseende olika analysområden med flera. I denna inledande fas är avsikten att, tillsammans med berörda aktörer, ringa in och koncentrera problemställningen.

Hotbildsbeskrivningen och åtföljande konsekvensanalyser med fokus på Mälarens vatten är grundläggande för hela uppdraget. Osäkerheten om havsnivåhöjningen på lång sikt är stor och avgränsningarna får inte göras för snäva. Det är viktigt att fånga in hela problemets bredd och att belysa påverkan på hela Mälarens vatten avseende dricksvattenkvalitet. Saltvatteninträngningen beror av ett flertal olika faktorer, liksom dess effekt för Mälarens olika bassänger. Vilka volymer inträngande vatten via slussar och över land ger avgörande konsekvenser för salthalten i Mälarens vatten i bassänger av betydelse för dricksvattenproduktionen? Vilka nivåer i Saltsjön motsvaras detta av? En annan vinkling av hotbilden finns också - en eventuellt minskad salthalt i Östersjön på

grund av ökad nederbörd och ökad avrinning till Östersjön. De olika hotbilderna behöver ställas mot varandra, bland annat vad gäller tidsfaktorn. En höjd havsvattennivå kan även, förutom direkt påverkan på Mälarens dricksvattenkvalitet, innebära direkta konsekvenser för bebyggelse och samhällsviktiga verksamheter avseende översvämning, se föregående rubrik.

Samtliga tänkbara åtgärdsstrategier behöver fångas upp och beskrivas, inte enbart de som nämnts i förstudien. Det kan handla om åtgärder med syfte att skydda Mälarens vatten, som barriärer med olika geografisk belägenhet och höjd sluss. Det handlar också om alternativ reningsteknik och den tekniska utvecklingen framöver och vilken betydelse den kan tänkas ha för problemet i sig, liksom om alternativa vattentäkter eller avgränsningar av Mälarens olika bassänger. En strategi kan också vara att låta Mälaren bli en havsvik, vilket skulle innebära en rad konsekvenser bland annat för bebyggelsen, natur- och vattenmiljön. De olika strategiernas fördelar och nackdelar ska framgå och hur de hanterar olika hotbilder, även med beaktande av tidsfaktorn.

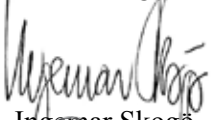
Åtgärdsstrategierna behöver analyseras så att tänkbara konsekvenser av samtliga framtagna förslag framkommer, positiva liksom negativa, och i flera led. Mycket viktigt är att konsekvenser för bebyggelsen och bebyggelseplaneringen blir tydliga, då regionen är under stark tillväxt. Viktigt är också att belysa konsekvenser för vattenmiljön, vad gäller både Mälaren och Saltsjön, av de olika åtgärdsstrategierna, och för naturmiljön. Åtgärdsförslagen kan också påverka andra strukturer och långsiktiga investeringar i samhället vars livslängd sträcker sig över 100 år, som system för avlopp. En instängd Saltsjö ger följdkonsekvenser för var utsläppet av renat avloppsvatten kan ske, vilket i sin tur kräver tekniska förändringar för att undvika påverkan på vattenmiljön. Åtgärdsstrategierna bör vägas mot varandra utifrån de faktorer som bedöms som mest relevanta för problemet.

Samhällsekonomiska analyser i förhållande till nyttan av åtgärden är viktiga som nästa steg inom uppdraget. Sådana behövs av samtliga åtgärdsstrategier och av strategiernas konsekvenser. Tidsfaktorn har stor betydelse. De beslut som fattas ska vara kostnadseffektiva och hållbara även i framtiden, utifrån dagens förutsättningar och kunskapsunderlag.

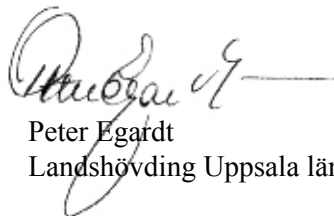
Slutligen är det också viktigt att föra en första diskussion om olika tänkbara finansieringsmöjligheter för de mest relevanta åtgärdsstrategierna och avseende de tidsperspektiv som framstår som rimliga.

Förslag

Undertecknande landshövdingar föreslår mot denna bakgrund att regeringen tar initiativ till en huvudstudie, utifrån ovan nämnda förstudie samt länsstyrelsernas pågående arbete. De berörda länsstyrelserna tar gärna även fortsättningsvis en aktiv roll i detta arbete och kan också svara för nödvändig samordning mellan de olika aktörer som blir berörda av det föreslagna utredningsarbetet.



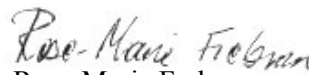
Ingemar Skogö
Landshövding Västmanlands län



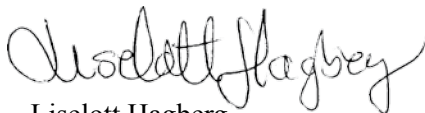
Peter Egardt
Landshövding Uppsala län



Chris Heister
Landshövding Stockholms län



Rose-Marie Frebran
Landshövding Örebro län



Liselott Hagberg
Landshövding Södermanlands län

Bifogas

Mälaren om 100 år – förstudie om dricksvattentäkten Mälaren i framtiden

Sändlista

Förvarsdepartementet
Miljödepartementet
Socialdepartementet

Bilaga 3. Sammanfattande tabeller över frågeställningar och analyser

KLIMATANALYSER	
Östersjön	• Salthaltsförändring i Saltsjön och Östersjön • Strömningsförhållanden • Batymetriskt underlag • Havsnivåhöjning bortom år 2100
Inströmning från Östersjön/ Saltsjön till Mälaren	• Flöden från Saltsjön in i Mälaren • Återkomsttider för saltvatteninträngning med betydelse för Mälarens skiktning och omblandning • Tröskelvärden för saltvatteninträngning med kritiska nivåer • Hydrodynamisk modellering – frekvens och varaktighet för olika havsnivåer och hur verksamheter och naturliga system påverkas • Batymetriska uppgifter för att klargöra saltvattnets spridning i Mälarens olika bassänger
Mälarens tillrinning och flödesdynamik	• Trender för förändrad tillrinning – intensitet och säsongsvariation
Vattentemperatur	• Förändring av vattentemperaturen i Mälaren och dess betydelse för omblandning och vattenkvalitet (kemisk och ekologisk)
Vindförhållanden, kombina- tionseffekter, extremer	• Framtida vindförhållanden i Östersjön • Förändring av vindar och lufttryck och hur detta påverkar Mälarens olika delar • Kombinationseffekter av olika extrema variabler
Övrigt	• Kunskapssammanställning över befintliga klimatanalyser

SYSTEM- OCH KONSEKVENSANALYSER	
Ekosystem Mälaren	• Ökad kunskap om ekosystemet Mälaren och hur det påverkas av inflöde från Saltsjön • Beskrivning, värdering av och samband mellan Mälarens ekosystemtjänster och vilka klimatparametrar som påverkar dessa • Påverkan på vattnets buffertförmåga och lösligheten för humuspartiklar av förändrad nederbörd och temperatur • Ökad kunskap om trösklar i ekosystemet avseende bl.a. patogener och toxinproducerande organismer • Värden som påverkas, försvinner eller uppstår – kan de ersättas och tillkommer nya? • Påverkan på sediment av ändrade saltbalanser och syrenivåer • Förändringar i markanvändning runt Mälaren • Markavrinningens påverkan på vattenkvaliteten • Invasiva arter • Påverkan på nyckelarter, t.ex. fisksammanläggningen • Jämförande analyser, exempelvis saltvattenbassängen Limfjorden i Danmark • Ersättningsfrågor
Ekosystem Saltsjön	• Detaljerad information om botten i Saltsjön • Flödesförändringars påverkan på Saltsjöns ekosystem avseende bl.a. ackumulation och spridning av miljögifter
Naturmiljö och jord-/skogsbruk	• Mänskliga preferenser för miljö • Hot mot strandnära miljöer av förändrad salthalt, vattennivå och erosion • Historisk beskrivning av förändringar i landskapet med konsekvenser • Behov av att styra markanvändning samt tänkbara målkonflikter mellan alternativa användningsformer • Påverkan på försörjningstryggheten avseende livsmedel • Konsekvenser av en förlängd odlingssäsong
Vattenproduktion och dricksvattenförsörjning	• Reningsteknik både avseende salt och föroreningar • Påverkan på befintliga intag av råvatten av förändring av vattenkvalitet • Alternativa vattentäkter och reservvattentäkter • Övergripande vattenförsörjningsplan – prioriteringar • Alternativa former för vattendistribution och vattenkvalitet • Påverkan på grundvattenförhållanden – särskilt i skärgården
Bebyggelse och kulturmiljö	• Påverkan på och värdering av kulturmiljöer • Konsekvenser av permanent höjd vattennivå – behov av skyddsåtgärder • Översyn av gällande detaljplaner m.a.p. ett förändrat klimat • Ersättningsfrågor • Påverkan på byggnadskonstruktioner av förändrad salthalt • Konsekvenser för områden p.g.a. förändrad markstabilitet
Transportinfrastruktur	• Påverkan på konstruktioner av höjd vattennivå och förändringar i salthalt • Förändring av markstabilitet i bebyggd miljö • Ekonomiska värden • Kapacitet på slussar för ökad sjöfart samt påverkan på sjöfart av barriärer • Påverkan på ekosystem av ökad sjöfart

Forts. nästa sida

Avloppssystem	• Påverkan på utsläppspunkter av förändringar i vattennivå • Översyn av avloppssystemets uppbyggnad och funktion • Möjligheter att bygga bort risker med bräddning
Förorenad mark och miljöfarlig verksamhet	• Spridningsberäkningar för olika nivåer av vatten, även via grundvatten • Sekundära påverkansanalyser • Ekonomiska konsekvenser • Flytt av verksamheter • Påverkan på miljöprövningar – idag och på lång sikt

TYPÅTGÄRD SLUSS	
Höja slussar och höja Mälaren	• Topografiska kartor med olika vattennivåer för konsekvensanalyser och värderingar av översvämningsrisker runt Mälaren • Bedömning av värden – Vilka kan mistas och vilka är omistliga? • Ekosystemanalyser • Konsekvensbedömning av tunnlar runt Mälaren • Påverkad jordbruksareal, produktionsbortfall och regional försörjning • Konsekvenser för olika system i och runt Saltsjön av en höjd havsnivå – särskilt med beaktan av estuariets unika egenskaper • Erosionsstudier • Nivå för nyproduktion och riktlinjer för byggande med beaktan av bebyggelsens livslängd • Förutsättningar för finansiering • Studier av strategier för skydd och reträtt
Höja slussar och pumpa	• Sekvens för när beslut ska fattas • Påverkan på avloppssystem • Förutsättningar för pumpning • Jämförande studier
Bevara bassänger	• Bassänger lämpliga att bevara • Konsekvenser av fördämningar i avspärrat område – fiske, sjöfart, ekosystem, vattenverk, pumpkapacitet • Ekonomiska konsekvenser – positiva och negativa

TYPÅTGÄRD HAVSVIK	
Havsvik	- Nivåfluktuationer i Mälaren – storleken på den nya riskbilden - Beslut för anpassning – tidsplan - Rättsaspekter som uppstår - Påverkansstudier av system – positiva och negativa konsekvenser - Riktlinjer för byggande vid vatten - Förlorade eller nya värden - Ekologiska konsekvenser - Påverkan på grundvatten - Analyser av strategierna attack/reträtt/försvar - Kostnadsnyttoanalyser - Utveckling av ny teknik och system för dricksvattenförsörjning
Annan vattentäkt	- Alternativa vattentäkter som finns och kan användas - Vätterntunneln – utökad kapacitet m.a.p. Stockholms och västra Mälardalens vattenbehov - Sårbarhetsanalyser av ledning av vatten i pipelines - Samhällsekonomisk nytta vid långväga vattendistribution
Annan reningsteknik	- Utveckling av energisnål teknik för rening av saltvatten - Ny teknik för rening av ökade humushalter och miljögifter

TYPÅTGÄRD BARRIÄR	
Barriärer i skärgården	- Lokalisering och lösningar - Finansieringsmodell - Nödvändiga följdåtgärder – långsiktig planering - Tidplan för beslut - investeringar, åtgärder och tidsperspektiv - Barriärers långsiktighet - Bebyggelseutveckling genererad av barriärer – konsekvenser - Ekologiska konsekvenser för "mellanhavet" - Förutsättningar för avloppsutsläpp - Förändring av salinitet i "mellanhavet" - Föroreningsspridning - Förändrade syreförhållanden - Strömningsförhållanden - Påverkan på miljön utanför barriären av tappning - Barriärers påverkan på och funktion i en infrastruktur - Påverkan på sjöfart och övrig båttrafik - Påverkan på turism, lanskapsbild och friluftsliv - Smärtgräns för havsnivåhöjning för bebyggelse och samhällsviktiga funktioner - Pumpkapacitet - Önskvärda nivåskillnader: buffertkapacitet i "mellanhavet" - Kostnadsnyttoanalyser ur ett samhällsekonomiskt perspektiv
Barriärer i Öresund	- Politiska förutsättningar - Förutsättningar för ekologisk anpassning - Behov av ekonomisk och politisk samverkan

SAMHÄLLSEKONOMISKA ANALYSER OCH JURIDISKA ASPEKTER

- Samhällsekonomiska analyser
- Prissättning av åtgärder och konsekvenser
- Översvämningsanalyser m.a.p. irreversibla, försumbara och viktiga värden
- Mälarens ekosystemtjänster idag och hur de påverkas
- Kostnader för olika typer av rening av saltvatten
- Finansieringstekniska lösningar
- Värderingsmodeller för att relatera värden till/mot varandra
- Konsekvenser för näringsliv och arbetsmarknad
- Ersättningsfrågor
- Rättvisefrågor, ansvarsfördelning, bördefördelning
- Samordnade strategier mellan olika aktörer
- Behov av reträttplaner
- Nya exploateringsmöjligheter som finansieringskällor
- Preferenser till grund för val av lösningar
- Behov av förändring i fysiska planer
- Ny vattendom

ÖVERGRIPANDE SYNPUNKTER

- Optimala och/eller rimliga tidsperspektiv vid samhällsplanering
- Regionens bärkraft
- Prioritering av värden
- Regionens demografiska och ekonomiska utveckling
- Inlåsnings effekter i tid och rum
- Teknikberoendet och riskexponeringen
- Historiskt och internationellt jämförande analyser
- Tröskeffekter
- Styrning, kommunikation och potentiella hinder
- Nödvändig planering och samordning



Länsstyrelserna

Stockholm
Södermanland
Uppsala
Västmanland
Örebro

Mer information kan du få från
respektive länsstyrelse.

Rapporten finns som pdf på
respektive länsstyrelses webbplats.

www.lansstyrelsen.se