

# Vänerns tappningsstrategi

Effekter och konsekvenser för flora,  
fauna och friluftsliv



## Vänerns tappningsstrategi

### Effekter och konsekvenser för flora, fauna och friluftsliv

På uppdrag av:	Länsstyrelsen i Värmland
Rapportstatus:	Slutrapport
Utfört av:	Calluna AB, Linköpings slott, 582 28 Linköping. www.calluna.se. Tel +46 13-12 25 75. Fax +46 13-12 65 95. Org.nr 556575-0675.
Rapporten bör citeras:	Koffman, A., Lundkvist, E., Hebert, M. och Thorell, M. (2014). <i>Vänerns tappningsstrategi - Effekter och konsekvenser för flora, fauna och friluftsliv</i> . Calluna AB.
Projektledare:	Elisabeth Lundkvist (Calluna AB), elisabeth.lundkvist@calluna.se tel 013-12 25 75
Foton:	© Calluna AB om inget annat anges.
Omslagsfoto:	Våris vid Mariestad, april 2013.
Intern projektkod:	ELT0039
Detta dokumentets datum:	2014-04-30

# Innehåll

<b>Sammanfattning</b>	<b>4</b>
<b>Inledning</b>	<b>7</b>
<b>Syfte</b>	<b>8</b>
Avgränsningar	8
<b>Del 1 Litteraturgenomgång</b>	<b>9</b>
Vattenkemi	10
Fisk	11
Vattenvegetation	12
Strandvegetation	14
Fågelliv	15
Friluftsliv	19
<b>Strukturerande faktorer i sjöekosystem kopplade till vattenregimen</b>	<b>22</b>
Vattenståndsvariationer och dränkningsvaraktighet	22
Isprocesser	23
<b>Jämförelse av vattenregimer, modellerat nuläge mot observerade och historiska data</b>	<b>25</b>
Perioder som analyserats	25
Historisk regim och jämförelse med reglerad sjö	25
Föregående regim och regimen från 2008	27
Karaktäristiska vattenstånd	28
<b>Jämförelse av dränkningsvaraktigheter</b>	<b>30</b>
Dränkningsvaraktigheter	30
Gräns mellan tuvtätelfuktäng och starrmad	31
Nedre delen av strandzonen känsligast för igenväxning	31
<b>Svämanalyser, metod</b>	<b>33</b>
Fokushabitat och naturtyper som studerats	33
Användning av höjddatabasen NNH	35
NNH över Väneren	35
Analys svämzon medellågvattenstånd - medelhögvattenstånd jämförelse två regimer	36
<b>Resultat svämanalyser</b>	<b>38</b>
Tillförlitlighet och kommentarer kring resultat	41
<b>Konsekvenser för naturvärden</b>	<b>42</b>
Öppen strand	42
Fågellivet	43
<b>Konsekvenser för friluftsliv</b>	<b>50</b>
Aktiviteter	50
Identifiering av miljöer	51
Påverkansfaktorerna	52
Slutsats friluftsliv	54
<b>Identifierade kunskapsbrister</b>	<b>55</b>
Naturvärden	55

Friluftsliv	55
<b>Förslag till justeringar i tappningsstrategin</b>	<b>57</b>
Sensommar-höst	58
Vinter	59
Vår och försommar	59
Högsommar-sensommar	59
Amplitud inom året	59
<b>Del 2 Tappningsstrategi med naturhänsyn</b>	<b>60</b>
Medelvattenstånd, medelhögvattenstånd och medellågvattenstånd	61
Varaktigheter och frekvenser	62
Inom- och mellanårsvariation	65
<b>Sammanfattning av strategiernas måluppfyllelse</b>	<b>72</b>
<b>Konsekvenser för naturvärden med justerad tappningsstrategi</b>	<b>73</b>
Öppen strand	73
Fågellivet	74
Grunda vikar	74
<b>Konsekvenser för friluftsliv med justerad tappningsstrategi</b>	<b>75</b>
<b>Litteratur</b>	<b>76</b>
Elektroniska källor	79
Muntliga referenser	79

## Bilaga 1 Naturtypskoder

## Bilaga 2 Kommentarer kring höjdsystem och landhöjning

## Sammanfattning

Länsstyrelsen i Västra Götaland och Vattenfall träffade år 2008 en överenskommelse om förändrad tappningsstrategi för Vänern. Calluna AB har på uppdrag av länsstyrelsen i Värmland i två olika delprojekt tagit fram ett underlag som utreder den nya tappningsstrategins effekter på naturvärden och miljöer för friluftsliv. Utifrån dessa aspekter har Calluna gett input till SMHI om förändringar som behövs i den nuvarande tappningsstrategin för att bibehålla eller förbättra förutsättningarna för naturvärden och friluftslivsaktiviteter. Denna förändrade tappningsstrategi kallad "Tappningsstrategi med naturhänsyn",<sup>1</sup> har också utvärderats.

Calluna har avgränsat utredningen till de livsmiljöer som direkt eller indirekt påverkas av ett förändrat vattenstånd och som uppmärksammas i tidigare utredningar. Sådana miljöer är grunda vikar med submers vegetation och vassar, öppna flacka stränder bestående av strandängar, våtmarker eller sand- och klappersten samt fågelskär. Natura 2000-naturtyper i Natura 2000-områden som direkt berörs av vattenståndsvariationer omfattas också. Utredningen omfattar även friluftslivsaktiviteter som har en direkt eller indirekt koppling till förändrat vattenstånd eller igenväxning.

Den inledande litteraturgenomgången visar att flera naturvärden och parametrar uppvisar långsiktiga förändringar i Vänern. Igenväxning identifieras som ett hot mot många miljöer, bl.a. fågelskär, strandmiljöer och lek- och uppväxtmiljöer för fisk. Igenväxningen som pågår i strandzonen tros vara kopplad till minskade vattenståndsvariationer och avsaknad av isprocesser som orsakar störning i vegetationen. Det finns dock inga studier som än så länge kan uppvisa direkta effekter av den nya tappningsstrategin, men i många studier befarar man en ökad igenväxningstakt om den nya strategin fortgår.

Ett minskande vattenstånd, som den nya strategin innebär, ses också som ett hot mot framför allt strandmiljöer och grunda vikar. Strandmiljöer som är beroende av svämningar riskerar att växa igen och i grunda vattenmiljöer riskerar man att vass breder ut sig både i innerkant upp mot land och i ytterkant. Minskande vattenstånd i kombination med igenväxning ger sämre vattenomsättning och syreförhållanden i grunda vikar och lek- och uppväxtmiljöer för fisk riskerar att påverkas negativt.

Calluna har analyserat den nya tappningsstrategin och jämfört med den föregående trettioårsperioden 1978-2007. Den nya strategin har bara pågått i ca 4 år och det är en för kort period att analysera och därför har SMHI simulerat den nya strategin i klimatperioden 1978-2007. Tappningsstrategierna jämförs alltså i samma klimatperiod.

I den nya rådande tappningsstrategin sänks medelvattenståndet med 16 cm jämfört med föregående period. Medelhögvattenståndet sänks med 24 cm och medellågvattenståndet med 7 cm. Nivåer över 44,75 m, vilket ungefär motsvarar föregående regims medelhögvattenstånd inträffar endast i 10 % av åren (3 år av 30) i ny

strategi. Nivåer över 44,4 m som var föregående regims medelvattenstånd inträffade då i 93 % av åren (28 år av 30) medan de bara inträffar i 53 % av åren i ny regim. Vattenståndsvariationer större än 0,5 m inom året minskar från 67 % av åren till 23 % av åren.

Analys av arealer som frekvent översvämmas visar att ytan mellan medellågvatten och medelhögvatten runt hela Vänern minskar till hälften i den nya tappningsstrategin jämfört med perioden innan. Totalt minskar ytan från ca 8500 ha till 4400 ha. Mer detaljerade analyser av olika naturtyper visar att den svämmade arealen som ligger inom naturtypen öppen strand, eller Natura 2000-naturtyper som är beroende/gynnade av vattenståndsvariationer också minskar till ungefär hälften i den nya strategin.

De negativa konsekvenserna av att fortsätta med den nuvarande strategin bedöms bli stora för flera av de ingående naturtyperna eller intressena. För fisk är både minskade vattenstånd och igenväxning hot. De grunda vikarnas funktion och miljöer med undervattensvegetation är avgörande för flertalet fiskarter i sjön. Avsaknaden av översvämningar på våren missgynnar särskilt gädda som är den art som leker högst upp i strandmiljön. Undervattensväxter riskerar att minska i utbredning och artantal då vassar breder ut sig.

I strandmiljön riskerar man en ökad igenväxning till följd av låga vattenstånd och avsaknad av isprocesser. Minskade svämningar gör att frisk- och fuktängsvegetation kan breda ut sig nedåt i strandprofilen på bekostnad av låg- och högstarrbältet, som får sämre förutsättningar i ny strategi. Ökad hävd kan i viss mån motverka de negativa effekterna, men kan inte ensamt upprätthålla en god zonerings i strandängar. Många fågelarter (t.ex. flyttande vadare), groddjur, insekter m.fl. är beroende av zonerings, svämning, och olika fuktighetsförhållanden i strandängen.

Fåglar knutna till skär och öar riskerar fortsatt negativ utveckling då minskade vattenstånd och avsaknad av isprocesser, leder till ökad igenväxning vilket påverkar häckande fåglar. Förutsättningarna för rastande fåglar (gäss och änder) i grunda vikar riskerar att försämrats.

Friluftslivet är i många fall knutet till miljöer som påverkas av igenväxning eller minskade vattenstånd. Närmare 40 olika aktiviteter har en direkt eller indirekt koppling till dessa faktorer. Båtliv, fågelskådning, fiske, friluftsbad på stränder, vandring i strandmiljöer är exempel på några aktiviteter som påverkas negativt av ny tappningsstrategi. Ökade skötselåtgärder kan i vissa fall motverka de negativa konsekvenserna.

Calluna föreslog utifrån dessa resultat en justering av den nya strategin för att minska risken för negativa konsekvenser för naturvärden och friluftslivsintressen. Större vattenståndsvariationer, främst inomårsvariationer med skillnad mellan låg- och högvatten, men även mellanårsvariationer är viktiga. Högvattnet bör i så stor utsträckning som möjligt hamna vid den tidpunkt där det skulle ha hamnat om sjön

varit oreglerad, vilket är i maj och juni. Vår- och försommarhögvatten bör hamna på en högre nivå än idag vilket också medför en större svämzon. Lågvattnet bör infalla på sensommaren/hösten. Lågvattnet är viktigt för att skapa vattenståndsvariationer och för att möjliggöra betesputsning och skötsel av våtmarker. I en justerad strategi bör gynnsamma förutsättningar finnas för isprocesser. Därför är det viktigt att vattenståndet är högt från första januari då isläggning ofta inträffar.

SMHI har utifrån detta tagit fram två tappningsstrategier med naturhänsyn och Calluna har analyserat och jämfört med både den modellerade tillämpade strategin och med det observerade tillståndet 1978-2007. De två strategierna med naturhänsyn är relativt lika, men strategi 2 har högre vatten på vintern än strategi 1, för att gynna isprocesser. Jämfört med den tillämpade strategin är vattenståndsvariationerna både inom och mellan år i större i strategier med naturhänsyn. Högvattnet hamnar i maj och juni vilket motsvarar den tidpunkt då det skulle varit högt om sjön varit oreglerad. Svämzonen är återigen i samma storleksordning arealmässigt som i det observerade tillståndet 1978-2007, d.v.s. ca dubbelt så stor som i den tillämpade strategin. Vattennivån under vintermånaderna är särskilt i strategi 2 tillräckligt hög för att isprocesser ska kunna störa vegetationen. Analys av dränkningsvaraktigheter visar att risken för igenväxning med sly minskar i strandzonen med strategierna för naturhänsyn. Höjdnivån för där sly kan etableras flyttar uppåt i stranden jämfört med den tillämpade strategin. Likaså förekommer höga sommarvattenstånd tillräckligt ofta och med tillräcklig varaktighet för att gran och andra arter som inte tål syrebrist i rotzonen ska avdödas.

I grunda vattenmiljöer minskar risken för igenväxning och uppgrundning eftersom medelvattenståndet ökar igen, vilket missgynnar vass. Den ökade svämningen på våren gynnar fisklek som sker i grunda miljöer. De arter och naturtyper som studerats i arbetet bedöms gynnas av strategier med naturhänsyn om man jämför med den tillämpade strategin. Den strategi som benämns strategi 2 med naturhänsyn bedöms vara den bästa ur naturmiljösynpunkt.

Behoven för friluftslivet sammanfaller med naturvårdens behov av bevarande av öppna stränder. För friluftslivet är det också viktigt att sommarvattenstånden inte är så låga att det försämrar möjligheter till paddling, båtliv och bad. Vi bedömer att strategi 2 med naturhänsyn kommer medföra goda konsekvenser för friluftslivet.

Igenväxningsprocessen har i vissa fall gått så långt att det inte räcker med en ändrad tappningsstrategi för att vända förloppet. Manuella skötselinsatser såsom röjning av sly och vassbekämpning kan behövas även fortsättningsvis, åtminstone initialt. Omfattningen av skötselinsatser bedöms dock bli mindre med en naturanpassad tappningsstrategi än med den tillämpade strategin.

## Inledning

SMHI har i sitt underlag (Bergström m.fl. 2006) till Klimat och sårbarhetsutredningen (SOU 2006:94) visat att Vänern med sitt stora tillrinningsområde riskerar högre nederbörd i framtida klimat. De fyra olika klimatscenarierna som utredningen omfattar visar samstämmigt att tillrinningen till Vänern kommer att öka vintertid (oktober till och med april), men minska sommartid (maj till och med september). Klimatscenarierna skiljer sig dock åt en del vad gäller storleksordningen på förändringen i tillrinning. Risken för översvämningar vintertid ökar i framtida klimat. Vintern 2000-2001 inträffade stora kostsamma översvämningar runt Vänern, framför allt i Dalsland och Värmland. I Arvika steg Glafs fjorden nästan tre meter över sin normala nivå och orsakade stora skador. Vänerns vattenstånd kulminerade i mitten av januari 2001 på sin högsta nivå sedan år 1927.

Den stora översvämningen 2000-2001 tillsammans med resultaten från Klimat- och sårbarhetsutredningen föranledde att Länsstyrelsen i Västra Götalands län upprättade en överenskommelse med Vattenfall AB, som äger tappningsrätten, om en ändrad tappningsstrategi för Vänern för att minska översvämningens risk. Denna förändring gäller från år 2008. Strategin innebär i princip att Vänerns sjöyta i medel sänks med cirka 15 cm. Genom strategin i kombination med långtidsprognoser kan Vänerns högsta vattennivåer minska med cirka 40 cm. Samhällsnyttan med den nya tappningsstrategin bedöms som mycket stor. Men, man är också medveten om att strategin kan påverka Vänerns växter och djur, stränder, skärgårdar och vikar negativt.

I Klimat och sårbarhetsutredningen identifieras även sådana risker; att sänka Vänerns vattennivå. Exempelvis riskerar övergödningen och vattenkvaliteten att försämrans i grunda vikar om vassen ökar i sunden och grunda områden får lägre vattendjup. Sjöfarten påverkas negativt av minskat vattendjup och omfattande muddringar kan krävas, dricksvattenkvaliteten kan påverkas negativt och intag behöva flyttas, friluftsliv kan påverkas av igenväxande stränder och vikar och strandmiljöer riskerar att förbuskas.

Den överenskommelse som gjorts mellan Länsstyrelsen i Västra Götalands län och Vattenfall har förlängts och gäller även under år 2014, men under 2014 behöver ett underlag tas fram för hur en framtida tappning kan se ut. Detta förslag/underlag ska ta hänsyn till olika intressen. Calluna AB har av länsstyrelsen i Värmland fått i uppdrag att ta fram ett av dessa underlag som utreder tappningsstrategins effekter på naturvärden och miljöer för friluftsliv. Utifrån dessa aspekter ska Calluna ge input till SMHI om förändringar som behövs i den nuvarande strategin och även utvärdera ett justerat förslag.

Arbetet har bedrivits i två olika faser, del 1 pågick mellan 1 januari och 1 juni 2013 och del 2 mellan 1 januari och 1 maj 2014. Delarnas innehåll framgår under syfte nedan. Båda delarna redovisas i denna rapport.



## Syfte

Syftet med del 1 var att:

- sammanställa befintliga data och rapporter för att svara på frågorna om hur tappningsstrategin från ca 1970-2008 respektive 2009-2012 påverkat naturvärden och friluftsliv i vattenmiljön och i strandzonen.
- utreda konsekvenser för skyddade arter, habitat och områden om den nuvarande tappningsstrategin fortsätter.
- identifiera ytterligare utredningar som behöver göras för att man på ett bra sätt ska kunna utvärdera konsekvenser.
- överföra kunskaper från Projekt Slussen, bl.a. om vilka vattennivåer, dränkningsvaraktigheter m.m. som krävs för bibehållna naturvärden i strandzonen och den grunda vattenmiljön.
- utarbeta kravbild för vad tappningsstrategin ska uppnå och ge input till SMHI om de förändringar i vattenstånd som krävs för detta.

Syftet med del 2 var att:

- utvärdera ett justerat förslag på tappningsstrategi ur naturvärdes- och friluftslivssynpunkt.

### *Avgränsningar*

I bedömningen av konsekvenser för naturvärden har Calluna utgått från s.k. fokushabitat, som identifierats i tidigare utredningar som betydelsefulla för Vänerns naturvärden. Fokushabitaten är viktiga för arter som i hög grad påverkas av vattenståndsfluktuationer och därmed förändring i vattenregimen. Identifierade fokushabitat, utifrån vad som uppmärksammas i tidigare utredningar, är grunda vikar med submers vegetation och vassar, öppna flacka stränder bestående av strandängar, våtmarker eller sand- och klappersten samt fågelskär.

I bedömningen av konsekvenser för friluftslivet har Calluna utgått från svämanalyser av fokushabitat, generell kunskap om friluftsliv och upplevelsevärden samt nationella undersökningar om friluftslivsaktiviteter. Endast aspekter som har koppling till vattenreglering kommer behandlas. Det innebär att andra viktiga faktorer som buller, tillgänglighet och närhet till bostad/fritidshus inte behandlas i denna utredning.

## Del 1

# Litteraturgenomgång

### *Sammanfattning litteraturstudien*

Länsstyrelsen i Värmland har listat de utredningar som ska ligga till grund för analyser i detta uppdrag. Calluna har vid litteraturgenomgången främst letat och sammanställt resultat och slutsatser som kopplar till vattenstånd/vattennivåer och vattenregim. Litteraturlistan omfattar inte särskilda studier av friluftsliv. För friluftsliv har komplettering skett med litteratur om friluftsliv i allmänhet.

Många utredningar visar trender, men väldigt få kan uppvisa att någon brytpunkt inträffat i samband med den nya tappningsstrategin. Tidsperioden mellan 2009 och 2012 är alltför kort för att man ska kunna se effekter och konsekvenser av den nya tappningsstrategin. I flera utredningar uttrycker man dock vilka de förväntade effekterna och konsekvenserna kan bli, även om de inte påvisas ännu. I tabellen nedan (tabell 1) finns de viktigaste slutsatserna från litteraturgenomgången sammanfattade. I kolumnen "Tillståndet i Vänern" beskrivs de trender eller det tillstånd som råder för de olika parametrarna. I kolumnen "Studier av ny tappningsstrategi" sammanfattas vad man sett för effekter av ny tappningsstrategi eller vad man förväntar sig ska hända om den fortgår.

Tabell 1. De viktigaste slutsatserna om hur vattenstånd påverkar olika naturtyper eller intresse och om förändringar skett i samband med ny tappningsstrategi 2008.

Naturtyp/intresse	Tillståndet i Vänern	Studier av ny tappningsstrategi
Vattenkemi	Förbättrad status sedan 1970-talet, mindre näringsrikt i allmänhet, men flera grunda vikar fortsatt näringsrika, många sådana finns i norra Vänern.	Ingen dokumenterad skillnad före och efter vad avser kväve, fosfor, siktdjup, temperatur, men mätpunkterna ligger inte i grunda vikar där man kan förvänta snabbaste och största effekterna.
Fisk	Grunda vikar viktiga lek- och uppväxtmiljöer för många arter. Högre täthet och artantal i norra näringsrika vikar jämfört med sjöns södra delar. Undervattensvegetation är nyckelfaktor för både lek- och uppväxt.	Skillnad ej tydlig än, men förväntas bli stor i grunda områden. Ökad igenväxning, minskat vattendjup och förändrad vattenomsättning är förväntade negativa effekter av ny tappningsstrategi.
Vattenvegetation	Hög eller god ekologisk status i flertalet studerade vikar vad gäller undervattensvegetation, måttlig status i några få vikar. Indikatorer på god vattenkvalitet finns både i vikar och i grunda strandområden.  Vassars utbredning har förändrats i sjön och kopplingar görs till ökade vattenstånd, men även gåsbete är en viktig faktor. Klimat i form av temperatur och vattenstånd har också stor påverkan på vassars utbredning. Vassar har sedan 1970-talet expanderat in mot land, men krympt i ytterkant. Gula näckrosor har ökad betydligt i sjön utanför vassarna och trängt undan andra arter.	Ingen dokumenterad skillnad före och efter, även om djuputbredning och artantal förändrats mellan 2005-2011 i flera vikar.  Vassar förväntas öka både i ytterkant och in mot land om medelvattenståndet minskar.

Naturtyp/intresse	Tillståndet i Vänern	Studier av ny tappningsstrategi
Strandvegetation (landstrand)	Ett uppföljningsprogram för att speciellt studera igenväxning av öppna stränder etablerades år 2000. Uppföljning i provrutor visar tydligt att stränderna håller på att växa igen. Det har skett signifikanta ökningarna mellan åren 2000 och 2009 av ris (74 %), buskar (78 %), små träd, upp till 0,5 meters höjd (2767 %) och mellanstore träd, upp till 5 meters höjd (154 %). Flygbildstolkning har gjorts med bilder från 1999 och 2009 i ett urval områden. En slutsats är att både för träd och buskar vad gäller både antal per hektar eller täckningsgrad har förändringen mellan 1999 och 2009 varit ett antal hundra procent. Detta trots att andelen hävdade ytor ökat något mellan åren. Den lokala variationen av igenväxningstakten är mycket stor.	Återinventering vid tidpunkt som kan representera ny tappningsstrategi har ännu inte gjorts, men rapporten tar upp att risken för ökad igenväxningstakt är stor.
Fåglar	Öar och skär; fler häckande tärnor, måsar och änder, sämre trend för trutar och vadare på senare år.  Rastande änder och gäss: Bra förutsättningar i flera vikar och skärgårdar  Rastande vadare: Bra förutsättningar i flera strandängsmiljöer	Negativ påverkan befaras.  -  -
Friluftsliv	-	Specifik friluftslivslitteratur saknas före och efter, men negativa konsekvenser av ny tappningsstrategi kan förväntas bli stora i naturreservat, 3 kap MB riksintresseområden för friluftsliv och däremellan i lokalt viktiga kuststräckor för friluftsliv.

## Vattenkemi

Åren 2009-2012 avviker inte mot åren 1970-2008 vid enkla analyser av vattenkemi (siktdjup, temperatur, totalfosfor, klorofyllhalt) i Mariestadsviken (punkt M1) och i utsjöpunkterna Megrundet och Dagskärsgrund (SLU 2013). Halten totalfosfor har tydligt sjunkit från 1970-talet och fram till idag. Medelhalterna ligger idag vanligen mellan ca 5-10  $\mu\text{g}/\text{l}$ , medan de fram till ca 1985 frekvens låg över 15  $\mu\text{g}/\text{l}$ . Siktdjupet har inte förändrats påtagligt under denna period, det varierar mellan ca 1,5-3,7 meter i Mariestadsviken och ofta runt 4-6 meter i utsjöpunkterna. Klorofyllhalten har ökat från 1970-talet fram till idag. Vattnets medeltemperatur i de provtagna månaderna har också ökat något fram till idag. Det finns som nämnt inga brytpunkter vid ny tappningsstrategi 2008 utan data efter 2008 följer tidigare trendutvecklingar väl.

Flertalet lokaler där kiselalger undersökts visar en successivt förbättrad status vad gäller näringrikedom under 1990-talet och fram till ca 2000. Några lokaler som visat på opåverkade förhållanden har inte förändrats, men flera som haft eutrofa eller måttligt eutrofa förhållanden har förbättrats (Bengtsson 2010).

Kiselalgsprovtagningar från de senaste åren indikerar neutrala eller alkaliska förhållanden i hela sjön och oligotrofa förhållanden på samtliga lokaler utom Ölmeviken, Ullersund, Norra Viken och Kilsviken som har klart näringsberikat vatten.

Något påverkad är Gatviken, medan de övriga undersökta lokalerna är mer eller mindre opåverkade av näringstillförsel.

## Fisk

Vänerns vattenvårdsförbund har med anledning av den förändrade tappningsstrategin initierat ett övervakning fö fisk ilk tartades 2009. Där följs utvecklingen hos fisksamhällena på grunt vatten i Vänern upp genom provfisken med bottensatta nät. Man har även testat andra metoder för fångst av fisk i strandzonen (elfiske och undervattensdetonationer). Nedanstående information är resultat från detta program och hämtat ut Sandström (2012) och Andersson och Sandström (2011).

Grunda vattenmiljöer är mycket värdefulla för många av Vänerns fiskarter, särskilt under lek- och uppväxtperiod (tabell 2). Gädda är den art som leker allra högst upp, ofta på översvämmade strandängar som är en näringsrik miljö. Vattenmiljön värms upp tidigt på våren och gäddynglen kan därmed kläcka före sina bytesfiskar. Ett högt vrvatten med en varaktighet fram till dess att ynglen kan simma mot djupare vatten är alltså avgörande för att dessa lekmiljöer ska vara tillgängliga och ge stor reproduktionsframgång för gäddan. Yngel och årsungar av mört, braxen, björkna, sarv, sutare och abborre söker också skydd i vegetationen i det strandnära området.

Tabell 2. Arter i Vänern som främst leker och har uppväxtmiljöer i grunda områden. Tabell från Sandström (2012).

Fiskart	Leker grunt?	Växer upp grunt?	Rödlistade*	Natura 2000
Mört	Ja	Ja		
Abborre	Ja	Delvis		
Björkna	Ja	Ja		
Braxen	Ja	Ja		
Gers	Ja	Delvis		
Gös	Ja	Delvis		
Benlöja	Ja	Delvis		
Sik	Ja	Delvis		
Siklöja	Ja	Delvis		
Nors	Ja	Nej		
Sarv	Ja	Ja		
Asp	Nej**	Ja	NT	X
Faren	Ja	Ja		
Gädda	Ja	Ja		
Stäm	Nej**	Ja		
Sutare	Ja	Ja		
Id	Nej**	Ja		
Stensimpa	Ja	Ja		X

\*Enligt Artdatabanken (2010)

\*\*Leker huvudsakligen i vattendrag

NT = Nära hotad

Resultat från nätprovfisken under 2009 och 2010 visar att artsammansättningen samverkar starkt med djup och näringskoncentrationen. Fisktätheten var högre i de norra skärgårdarna och vikarna som har högre näringshalt jämfört med de sydligare. Arter som gös, benlöja och faren trivs bäst i näringsbelastade miljöer och förekom främst i de nordliga områdena. Fångsten av abborre minskade på lokaler med höga näringskoncentrationer samtidigt som braxen och björkna ökade.

Fångsterna var överlag höga och artrikedomen stor. Vikarna hyser en högre förekomst av unga karpfiskar, främst mört, braxen och björkna, än utanför liggande skärgårdsområden. Den yngre abborren, som ej blivit fiskätande, förekommer i större grad i gränsområdet mellan utsjön och vikarna. Fiskätande abborre utgjorde en högre andel av fiskbiomassan i vikarna jämfört med skärgårdsområdena. Både fångster och artrikedomen minskade med djupet.

De flesta av de fiskarter som kan anses vara potentiellt känsliga för den förändrade tappningsstrategin fångas upp i det nuvarande övervakningsprogrammet förutom gädda, som kräver särskilda fångstmetoder.

Resultat från metodstudien kring fångstmetoder i strandzonen visar att de flesta arter, med undantag av gers och nors fångades företrädesvis på grunt vatten. Vid ett djup på cirka 3 meter avtog ofta fångsten. En del arter var tydligt associerade till vissa typer av vegetation. Karpfiskarna braxen, björkna, mört och sarv fanns ofta i tät vegetation som växte upp till vattenytan. Kantzoner till vassbälten, näckrosbälten och täta buskage av nate och slingväxter var särskilt gynnsamma platser för dessa arter. Samtliga dessa växter är långsträckta arter som växer från botten upp till ytan och som därmed erbjuder ett bra skydd från predatorer. Att just karpfiskarna verkade vara mest beroende av vegetationen kan bero på att de är mer känsliga för predation än andra arter (Persson och Eklöv 1995) men även eventuellt på att deras viktigaste bytesdjur, djurplankton, också gömmer sig i närheten av vegetationen under dagarna (Meerhoff, 2006). Denna typ av miljöer finns nära land i inre delar av vikar och i den inre skärgården.

Abborre och gers var istället mer jämnt spridda i skärgårdsgradienten. De högsta tätheterna fanns på provpunkter med klart vatten och inslag av sten- och klippbotten. Årsyngel av nors fångades sparsamt och uteslutande på något större djup, långt ut från stränderna på platser med lite vegetation.

De miljöfaktorer som hade störst betydelse för artsammansättningen var täckningsgrad av vegetation, bottensubstrat och siktförhållanden.

### *Vattenvegetation*

Vattenvegetation har bara förutsättningar att finnas i arkipelagerna och i skyddade vikar i Väneren. Sjöns morfologi och bottensubstrat begränsar förekomsten i övriga områden. Totalt finns ca 65 arter av vattenväxter, vilket är mer än man kan förvänta för denna typ av sjö.

Vegetationen i vatten och på stränder förändrades i Väneren till följd av regleringen under 1930-talet. Vassar etablerades på blottade ytor eftersom lågvatten rådde under vår och försommar. På en del sådana lokaler såddes eller planerades också vass för att förhindra erosion. Förändringen kan beskrivas att gå från glesa vassar på 1920-talet till breda vassar med stor utbredning i grunda områden på 1950-1960-talet. Övergödning

via avloppsvatten och industriutsläpp bidrog också till denna förändring (Andersson 2001).

Andersson (2001) visade i studier av flygfoton att år 1975 fanns vegetation längs 64 % av den studerade strandlinjen och yttäckningen av vegetationsbältet var totalt 74,1 km<sup>2</sup>. Medelbredden på vegetationszonen var 75 m, men varierade mellan 33 och 175 m beroende på djup och bottenstrukt. Vass dominerade på platser under lågvattenlinjen. Artrikedomen fanns således ovan lågvattenlinjen och upp mot land. Ca 30 arter påträffades. Studien upprepades 1999 och det fanns förändringar i både sammansättning och utbredning. Träd hade ökat sin utbredning i landstranden och vass hade ökat sin utbredning in mot land. Vassens ytterkant var dock oförändrad. Minskade vattenståndsfluktuationer och förändrad regim med högvatten på sommaren istället för på senvåren har orsakat vassars expansion i innerkant och en liten försvagning i ytterkant. Näckrosor hade blivit vanligare mellan 1975 och 1999 och ofta ersatt bestånd av säv och även vass. Avsaknaden av lågvatten tros vara orsaken till detta. Både vass och säv är stressade på större vattendjup och behöver perioder med lägre vatten för att t.ex. syreförsörjning av rötter ska fungera optimalt. På vissa platser förklaras vassars tillbakagång med ett intensivt gåsbete. I skyddade vikar hade kaveldun och friflytande växter (t.ex. andmat) ökat sin utbredning ut mot öppet vatten.

Senare studier från år 2009-2011 har specifikt studerat förändringar till följd av den ändrade tappningsstrategin. Vid en jämförelse mellan år 2009 och 2010 hittades förändringar i hur gåsbetet påverkat vegetationen (Persson 2010, jfr Palm 2009a och b). Gåsbetet hade minskat i 3 av 4 vikar (Gatviken, Hagelviken och Kilsviken). Vassytterkanten hade förflyttats i 25 % av transekterna och i 14 % hade den förflyttats i riktning mot stranden och i 11 % i riktning från stranden. Årsvariationen kan bero på vädret. Vintern 2009/2010 var kall under en lång period och vattentemperaturen var låg. Detta gjorde att vassen kom upp senare år 2010 än under år 2009 och betessäsongen blev därför kortare. Vätern var också täckt av is under en stor del av vintern 2009/2010 och is har en hämmande effekt på vass som också kan påverka resultatet. Det är därför viktigt att ta med vädret som en faktor inför kommande inventeringar. Persson (2010) konstaterar att för att förstå hur den nya tappningsstrategin och gässen påverkar vassens utbredning behövs dock fler undersökningar.

Transektinventeringar för studier av makrofyter har gjorts under åren 2010-2011 i flera grunda vikar, men några tydliga förändringar av förekomst och utbredningen av makrofyter har inte kunnat upptäckas mellan år 2010 och 2011, fler undersökningar krävs (Kyrkander m.fl. 2012, Kyrkander och Örnberg 2011). Förändringar som behöver följas upp är exempelvis i Kilsviken där maxdjupet för flertalet makrofyter har minskat något. I Gatviken påträffades dubbelt så många arter vid inventeringen 2011 än 2010. De nyfunna arterna förekom i små frekvenser och kan på så vis bero på slumpen eller eventuellt en årsvis variation. För övrigt visar maxdjuputbredningen och bedömd status inte på några tydliga förändringar i viken. Mellan år 2005 och 2010-2011 har

djuputbredningen av makrofyter däremot ökat på många lokaler (jfr Olsson 2006), men ingen förklaring ges till detta annat än att förändrat siktdjup/näringstillgång kan ha förändrats. Det finns ingen tydlig koppling till förändrade vattenstånd.

### *Strandvegetation*

Vänerns vattenvårdsförbund har genomfört uppföljningar baserat både på flygbildstolkning och stråkvisa inventeringar med provrutor.

Även om vattenregleringsförhållandena kan ha betydelse för hastigheten i igenväxningen på land närmast stranden, förefaller det mer sannolikt att huvudorsakerna bör sökas på annat håll. Ändrad markanvändning och allmän eutrofiering spelar sannolikt en större roll i sammanhanget (Granath 2001). Resultaten grundar sig på jämförande flygbildstolkning från 1975-1999. Flygbildstolkningen har gjorts om och delvis också utvecklats med nya metoder (Löfgren 2011) där bilder mellan 1999-2009 tolkades. Resultaten blev dock svårtolkade p.g.a. av metodproblem att jämföra gamla flygbilder med sämre tolkningsnoggrannhet med moderna flygbilder. En slutsats från studien är att både antal träd och buskar per hektar eller täckningsgrad per yta har ökat i storleksordningen flera hundra procent mellan 1999 och 2009. Detta trots att andelen hävdade ytor ökat något mellan åren. Den lokala variationen av igenväxningstakten är mycket stor.

Vänerns vattenvårdsförbund har initierat projektet Skötsel av Vänerns stränder. Inom ramen för projektet har en flygbilds- och IR-kartering gjorts av vilka stränder som är öppna idag (Finsberg 2012). Utifrån karteringen har sedan fältinventeringar av strandvegetation gjorts i stickprov av den karterade arealen. De miljöer som urskiljts är sandstrand, klapperstenstrand och strandäng hävdad med bete eller slätter. Hela strandlinjen runt Vänern inklusive öar inventerades med avseende på sandstrand och strandängar och för klapperstenstrand gjordes ett slumpvis urval av vilka strandområden som skulle inventeras. För att få fram andelen sandstrand och strandäng har den funna arealen dividerats med den totala arealen Vänerstrand som finns i utsnittet mellan 45 och 46 m.ö.h., d.v.s. den strandremsa som ingått i analysen i denna rapport. Öppen sandstrand finns spritt runt hela sjön och 33 ha har avgränsats. Total mängd öppen sandstrand runt Vänern i strandremsan mellan 45 och 46 m.ö.h. är 0,23 %. Strandäng som hävdas med bete eller slätter förekommer runt hela sjön, men med stora luckor längs västra stranden. Av öppen betad strandäng har 828,4 ha identifierats och av slättermark 10 ha. Total mängd öppen strandäng runt Vänern i strandremsan mellan 45 och 46 m.ö.h. är 5,73 %. Av de 550 km strandlinje som inventerats är ca 0,63 % klapperstenstrand, vilket innebär 28,6 km klapperstensstrand runt hela sjön med en yta av 22 ha.

Ett uppföljningsprogram för att speciellt studera igenväxning av öppna stränder etablerades år 2000 (Finsberg och Paltto 2010). Uppföljning av vegetation i provrutor har gjorts år 2000, 2003 och 2009. Resultaten visar tydligt att stränderna håller på att växa igen. Det har skett signifikanta ökningarna mellan år 2000 och 2009 av ris (74 %),

buskar (78 %), små träd, upp till 0,5 meters höjd (2767 %) och mellanstora träd, upp till 5 meters höjd (154 %). Igenväxningen är som störst i strändernas lägsta delar. Buskar har ökat totalt med 78 % på stränderna, men när man delar upp stranden i olika avsnitt med avseende på höjd över vattenbrynet, syns att den största igenväxningen skett i de låga strandavsnitten, dvs 0 till 0,5 m över vattenbrynet. Även mellanstora träd har ökat betydligt i den lägsta delen. Eftersom dessa har klarat den första kritiska tiden som unga plantor och nu är större, innebär det att de klarar av ett tillfälligt högvatten bättre än när de var småplantor. Det gör att de har större möjligheter att vara kvar och permanenta trädskiktet. Skillnad i förändring på exponerade/icke exponerade stränder kan inte konstateras. Skillnad i förändring på betade/obetade stränder kan inte heller konstateras. Detta kan dock bero på att urvalet betade och exponerade stränder varit lågt från början.

Inom ramen för uppföljningsprogrammet studerades på de etablerade provytorna, effekten av kraftiga isvintrar (Finsberg 2012b). Resultatet efter två vintrar med kraftig nedisning (2010 och 2011) är att landvegetationen inte har minskat alls, tvärtom har andelen medelstora träd ökat signifikant med 60 %. Mängden vass har minskat med 20 % i avseende på antal meter och 36 % med avseende på antal vasstrån. Av detta dras slutsatsen att nedisning av Vätern inte räcker för att mota igenväxningen på land såvida inte det samtidigt är ett högt vattenstånd.

Vattenståndet i Vätern var vid isläggningen i december 2010 ca 20 cm under det normala för årstiden. Det låga vattenståndet höll i sig hela tiden fram till islossningen i april 2011. Vattenståndsnivåerna låg lite över det normala med ca 10 cm i januari 2012. Om isen lägger sig när vattenståndet är så högt att landvegetationen fryser fast i isen, kan denna rensas bort på grund av isrörelser.

Sammanfattningsvis visar litteraturen om strandvegetation att igenväxning av öppna stränder är tydlig även om lokala variationer är stora. Det är svårt att påvisa hur stor påverkan vattenregimen har i förhållande till andra faktorer som påverkar stränderna. Ofta samverkar faktorerna. Orsakerna till att stränder och skär växer igen är enligt Finsberg och Paltto (2010), eutrofiering (atmosfäriskt kvävenedfall och depåer i marken från bl.a. jordbruket), upphörd hävd och lägre vattenstånd, minskade vattenståndsvariationer, brist på rensning av is. Flera rapporter understryker vikten av att få till större vattenståndsvariationer. Högre vattenstånd under vinterhalvåret är viktigt då det kan bidra till lyckad is-skjutning som orsakar störning i strandvegetationen och missgynnar träd, buskar och tät vass.

### *Fågelliv*

Uppgifter om förekomster och trender av sjöfågel har hämtats från Väterns Vattenvårdsförbunds inventering av fågelskär 1994-2009 (Landgren 2010) och rapport från inventering 2012 (Länsstyrelsen 2013). Uppgifter om övriga miljöer kommer från Länsstyrelsen Västra Götaland (2011). Uppgifter om populationstrender kommer från Ottvall m.fl. (2008).



Skär och öar utgör viktiga häckningsbiotoper liksom strandmiljöer, t.ex. strandängar, näringsrika vikar och lövskogar i anslutning till stränderna.

Flera betydande flyttfågelstråk passerar genom Vänerområdet. Sträcket är mest koncentrerat under hösten och följer ett ostligt, ett centralt och ett västligt stråk för flyttande landfåglar. Olika grupper använder olika stråk och även väderförhållanden spelar in på hur sträcket ser ut. Under våren sker flytten på bred front.

För att genomföra årliga flyttningar krävs rastpaser i skyddade miljöer där det finns förutsättningar att äta upp sig. Rastplaser kan bli vistelseort för änder, vadare, tättingar m.fl. grupper upp till några dagar om väderförhållandena kräver detta.

Rovfågel som havsörn och kungsörn övervintrar och födosöker då bl.a. i Vänerns strandnära miljöer.

### **Fågelskär och stränder med sten och grus**

Vänerns vattenvårdsförbund finansierar tillsammans med Länsstyrelserna årliga inventeringar av häckande fågel på skären Resultaten sammanställs årligen och 2009 gjordes en sammanställning från åren 1994-2009 (Landgren 2010). Där konstaterades att ca 40 olika arter av sjöfåglar och vadare hittats häckande på fågelskär i Vänern under perioden 1994–2009. Även 2012 gjordes en sammanställning av inventeringarna. Den visar trender som skiljer ut åren efter den nya tappningsstrategin. Uppgifterna nedan om antal och trend kommer från dessa rapport om inget annat anges.

”2012 förekom fler häckningar än genomsnittet 1994-2012 för skrattnås, fiskmås, silltrut, fisktärna och silvertärna. För gråtrut och havstrut gällde motsatsen. För flertalet andfåglar och vadare uppmättes god eller medelgod förekomst, för vitkindad gås och strandskata den högsta hittills. Däremot påträffades inget enda revir av roskar. För andra året i följd blev de häckande storskarvarna färre.” Detta förklaras i de stora manuella röjningsinsatserna som bland annat skett i Mariestads skärgård. (Landgren muntligen 2013, samt Länsstyrelsen 2013).

Fågelararter upptagna på den svenska rödlistan och/eller i Fågeldirektivet som ingår i EU:s lagstiftning är av speciellt intresse att följa inom miljöövervakningen. Av häckfåglar på fågelskär i Vänern gäller det storlom, drillsnäppa, silltrut, gråtrut, fisktärna och silvertärna, samtliga med mer eller mindre spridd förekomst i sjön, samt de fåtaligt uppträdande arterna vitkindad gås, roskar, dvärgmås och skrântärna.

Storlommen häckar dels i strandmiljöer, dels vid fågelskär. De placerar boet mycket lågt och är känslig för vattenståndsvariationer. De är beroende av klart vatten för att kunna fiska. I Vänern häckar i storleksordningen 100-120 par (Christensen 2004 i Landgren 2010), varav minst hälften placerar boet i närheten av något fågelskär (Landgren 2010) för att dra nytta av det skydd mot predatorer som en koloni måsar, trutar eller tärnor kan ge (Länsstyrelsen i Västra Götaland 2011).

Vid 1980-talets början uppskattades beståndet av drillsnäppa i Vänern vara 3 700 par (Arvidsson och Schafferer 1985 i Landgren 2010). Sedan dess finns en nedåtgående trend i hela landet, med cirka 2 % minskning om året (Nilsson och Tjernberg 2010). Omräknat till Vänern ger det en population om cirka 1700 par.

Silltrut, gråtrut, fisktärna och silvertärna häckar uteslutande på fågelskär. År 2009 noterades cirka 7 000 revirhävdande gråtrutar. Av silltrut noterades samma år cirka 300 revirhävdande individer. Fisktärna noterades med 6000 revirhävdande individer och silvertärna med 800 stycken.

Mellan 2011 och 2012 förekom betydande omfördelning av mås- och tärnbestånd mellan olika vänerskärgårdar. Sådan rörlighet är välkänd i Vänern och ingår uppenbarligen i vissa sjöfågelarters livsmönster. Mer långsiktigt påverkar vegetationsutvecklingen på fågelskären i olika delar av sjön förekomsten av inte minst skrattmå, fisktärna och silvertärna. Att hålla lämpliga häckningsskär fria från buskar och träd har ofta visat sig vara en effektiv åtgärd. Det är nog ingen slump att Karlstad-Kristinehamns skärgård och Mariestads skärgård, två skärgårdar där omfattande "biotopvård" av fågelskär förekommit, hyst de tätaste förekomsterna av fisktärna i Vänern efter millennieskiftet. År 2012 fanns hela 45% av sjöns häckande fisktärnor i ovanstående skärgårdar. I Mariestads skärgård har andelen fisktärnor fördubblats från i genomsnitt 11% till 22% av Vänerns totalbestånd sedan ett antal lämpliga "tärnskär" kontinuerligt hålls fria från hög vegetation.

Vitkindad gås har häckat på fågelskär i Vänern sedan åtminstone 1993. 2012 var det hittills bästa året för arten. Totalt noterades 10 ungfåglar, därav 5 i Lidköpings skärgård, samt ytterligare några troliga häckningar. Sammanlagt sågs 29 vuxna fåglar fördelade på tio lokaler runt sjön.

Roskarl upptäcktes häckande på fågelskär i Vänern 1935 och var därefter bofast i sjön under resten av 1900-talet. Vid den årliga inventeringen fr.o.m. 1994 hittades först ca 10 revir, men omkring millennieskiftet inträdde en snabb minskning. 2005 och 2007 hittades ingen revirhävdande roskarl i Vänern. Åren 2008-2011 konstaterades 1, 2, 5 resp. 1 revir, men 2012 saknades arten åter i inventeringsprotokollen. Det återstår att se om roskarlen nu är varaktigt försvunnen från Vänern.

Dvärgmå har häckat på fågelskär utefter Vänerns östra kust varje år sedan 2003. Förekomsten har långsamt ökat från något enstaka par till mer än tio par 2012. Dvärgmå torde nu kunna räknas som etablerad häckfågel i Vänern.

Skräntärna har häckat i Vänern med 1-3 par under perioden 1994-2009. Det enda paret under de senaste tio åren har funnits i östra delen av Dalbosjön i Västergötland.

År 1989 påträffades häckande storskarv i Vänern. Beståndsutvecklingen har därefter följt ett vanligt mönster hos en nyetablerad fågelart. Efter en snabb ökning fram till 2005 avstannade expansionen vid cirka 3 000 par. 2011 vände beståndsutvecklingen

nedåt till 2 500 häckande par fördelade på 17 lokaler. Minskningen fortsatte till knappt 2 200 par på 17 häckningslokaler 2012. I vissa skarvkolonier har häckningsframgången varit mindre god eller t.o.m. dålig de senaste åren. I flera kolonier har konstaterats att havsörnar, skarvens i stort sett enda naturliga fiende, stör skarvarna samt äter skarvungar.

### **Näringsrika vikar**

Vid sidan om fågelskären är de näringsrika vikarna mycket viktiga habitat för en rad känsliga arter knutna till vassmiljöer. Rördrom, brun kärrhök, vattenrall, trastsångare och skäggmes häckar här. Vassarna är även mycket viktiga områden för födosökande och övernattande fåglar under hösten, och ibland ses tusentals gulärlor, ladusvalor och starar ta plats i vassen inför natten. I anslutning till vassarna födosöker ofta änder av olika arter, vilket i sin tur lockar till sig rovfåglar (Länsstyrelsen Västra Götaland 2011).

Rastområden med många svanar finns främst sydväst om Vänern. Större mängder sträckande gäss observeras sällan i Vänerområdet med undantag för sjön Östen, där sädgäss rastar varje vår och höst i stora ansamlingar, rekordet ligger på drygt 20 000 fåglar. Sträckleden för sädgässen går söder om Skagern och tangerar det undersökta området. Däremot födosöker många gäss i Tidandalens jordbruksmarker väster om Östen under den tid de rastar vid sjön. Grågäss rastar i antal högre än tusen främst i Vänersborgstrakten, på Ölmeslätten samt i Kilsviken och Kolstrandsviken.

På våren sträcker många simänder in över land från nordöstra Vänern, men rastar också på lämpliga lokaler, som Kilsviken och Ölmeviken. Från Vänern går ett vårsträck in i Skagern och vidare österut och det har omvänd riktning under hösten.

### **Öppna vattenmassan**

Storlommar kan ibland ansamlas i flockar med mer än 50 individer, oftast under april månad men även på sensommaren. Större flockar har noterats vid Lurö, Hults hamn och utanför Arnön i Vänerens norra delar. Under vissa väderförhållanden under senhösten kan stora mängder smålom rasta i Vänersborgsviken innan de flyttar ur Vänern.

Större ansamlingar av marina dykänder, i synnerhet sjöorre, ses ibland i sydvästra Vänern och i Kinneviken på hösten, samt utanför Hults hamn i sjöns nordöstra delar på våren. Sjöorren häckar inte i Vänern till skillnad från knipan och småskranken, där en större del av sträcket innefattar lokala fåglar. Vigg rastar ofta i större mängd i Ölmevikens och Varnumsvikens yttre delar i nordöstra Vänern, men betydligt mer sällsynt i Vänersborgsviken. Det omvända förhållandet råder för brunanden, som är många gånger vanligare på Vänerens sydsida än på den norra, och som bl.a. ansamlas i Vänersborgsvikens södra delar

### **Strandängar**

Hävdade strandängar med bete eller slåtter finns ofta i anslutning till näringsrika vikar och är artrika miljöer med stor betydelse för den biologiska mångfalden. Särskilt

intressanta är områden med en så kallad blå bärd, ett stråk av öppet vatten mellan ett tätt vassområde och den betade marken. Solen värmer det grunda vattnet och området blir rikt på fröproducerande våtmarksväxter och insekter som utgör föda åt fåglarna. I de våtaste partierna förekommer ovanligare änder som årta, skedand och snatterand medan arter som rödbena, tofsvipa och storspov trivs lite högre upp på land. Den sydliga rasen av gulärta, som är nationellt rödlistad som sårbar (VU, Tjernberg m.fl. 2010) är en annan fågel som är beroende av hävdade marker vid häckningen. Flera hotade arter som rastar på fuktiga ängar under flyttningen är också rödlistade, exempelvis dubbelbeckasin (NT) och brushane (VU). Exempel på fina betade strandängar runt Väneren finns vid Varnumsviken, Ölmeviken och Kilsviken. (Länsstyrelsen Västra Götaland, 2011)

När det gäller vadare kan de om de möter dåligt väder eller upptäcker goda födosökmöjligheter under år med lågvatten gå de ner och rastar, medan de andra år snabbt kan flytta förbi. De mest talrika arterna är kärrensnäppa, kustsnäppa, kustpipare och myrspov. Andra relativt vanliga vadare som häckar i Sverige är småspov, storspov och ljungpipare.

Från Värmlandsnäs räknades sommaren och hösten 2001 över 10 000 sträckande vadare, medan siffrorna i Vänersborgsviken ligger några tusen fåglar högre (Länsstyrelsen i Västra Götaland 2011). Relativt många vadare rastar och sträcker ut via Kinneviken. Under hösten kommer ett vadarsträck på flera tusen fåglar, bl.a. myrspov, kustsnäppa och kärrensnäppa, över Skagern mot sydväst och lämnar sjön i Gudhammarsviken, den sydvästra spetsen (Landgren 2010).

Om våren omfattas Vänerområdet av ett tämligen rikt spovsträck, främst av arterna storspov och myrspov som båda kan uppnå dagssummor på över 1 000 fåglar. De största mängderna myrspov har noterats på Vänerens östra sida medan toppnoteringarna för storspov kommer från Ladholmen på Värmlandsnäs sydspets.

### *Friluftsliv*

Litteraturlistan i projektet omfattar kunskap av intresse för friluftsliv men det saknas studier med uttalat friluftslivssyfte, t.ex. vilka miljöer som är av betydelse för friluftslivet i studieområdet eller vilka friluftsutövarna är, dess preferenser och utövande av friluftsliv. Samtliga referenser i förfrågningsunderlaget har redan sammanfattats i tidigare delkapitel. Detta delkapitel kompletterar med särskild litteratur för friluftsliv som ändå är relevant för uppdraget. Om referens saknas i texten kommer datan från Emmelin m.fl. (2010). Syftet har varit att försöka ringa in friluftslivsmiljöerna som är av betydelse i Väneren, dess öar och strandområden, för vem och när.

Det finns många definitioner på begreppet friluftsliv. Den definition som används inom forskning och statlig politik (Emmelin m.fl. 2010, Naturvårdsverket 2012, SFS 2010:2008) är en definition som bedöms som användbar för detta uppdrag. Friluftsliv

definieras som "vistelse utomhus i natur- eller kulturlandskapet för välbefinnande och naturupplevelser utan krav på tävling". Definitionen omfattar "rörligt friluftsliv" vilket används för särskilda riksintresseområden (4 kap 2§, MB). Väner med öar och strandområden är ett sådant särskilt riksintresseområde. Det är vidare viktigt att särskilja kvalitet för olika former av friluftsliv från naturvårdens traditionella värdering av vetenskapligt skyddsvärd natur. Kvaliteterna kan överlappa men kan också vara skilda åt.

SCB har undersökt hur ungdomar och vuxna i åldrarna 16-84 år tillbringar sin fritid. Nöjespromenader, strövande i skog och mark och friluftslivsbad utövas av de flesta. Kvinnor och män promenerar och strövar ungefär lika ofta och nöjespromenader har ökat stort sen 1976. Kvinnornas favorit är promenad, i alla åldrar medan männen föredrar det när de blir äldre. Friluftsbad är de ungas favorit men utövandet har minskat lite sedan 1976. Kvinnornas friluftsbadande håller i sig upp i åldrarna. Utflykt med fritidsbåt och fritidsfiske utövas av en mindre andel av befolkningen, och här är det männen som är de vanligaste utövarna. Fritidsfiske utövas dessutom mest av unga män. Kvinnors ålder spelar ingen roll för om de fiskar eller ej. Ungefär lika många kvinnor utövar fritidsfiske som det är män som jagar. Fiske var tre ggr så vanligt hos män som jakt.

Hösten 2007 genomförde Forskningsprogrammet Friluftsliv i förändring en av de mest omfattande studierna av friluftslivet i Sverige. Här återges några av slutsatserna (Fredman m.fl. 2008):

- Naturen är en central miljö för barns uppväxt och t.ex. har 94 % av de svarande, ofta eller mycket ofta tillbringat lov och semestrar i naturen.
- >50 % är ute i naturen ganska ofta, eller mycket ofta, under vardagarna.
- 80 % har grillat eller haft picknick i naturen minst en gång senaste året.
- 81 % har solbadat
- Jogging/terränglöpning är mer vanligt att män gör, medan solbad, picknick och stavgång är vanligare att kvinnor gör.
- De tre viktigaste motiven till att ägna sig åt aktiviteter i natur- och kulturlandskapet är att utöva fysisk aktivitet, uppleva avkoppling samt att vara



nära naturen. Drygt 80 % av de svarande tror inte att det är någon utomhusaktivitet som de kommer ägna sig mindre åt om 5 år. Ungefär hälften tror istället att de kommer att öka någon aktivitet.

- Möjligheter till friluftsliv har helt eller delvis påverkat valet av boende för fyra av tio svarande och nära 90 % menar att utomhusvistelse gör deras vardag mer meningsfull. Om möjligheten att utöva friluftsliv under de senaste åren inte hade funnits så sjunker medianvärdet för självskattad hälsa.
- Drygt 60 % uppgav att de besökt naturområden inom 10 mil från bostaden under de senaste 12 månaderna. Flest besök gick till skogsområden, följt av sjö och vattendrag samt skärgård. Hälften av de svarande hade 5 km eller kortare till naturområdet.
- Nästan hälften av de svarande hade tillgång till fritidsboende på något sätt. Många tillbringar en stor del av sin tid i fritidsbostaden. Framförallt är det fjäll- och kustkommuner som är populära fritidsbostadsdestinationer.
- Betydelsen av närnatur understryks. En stor majoritet anser att det är viktigt att samhället satsar resurser för att underlätta människors möjligheter till naturupplevelser.

I Norge har Odden (2004) studerat förändring i friluftsliv för perioden 1970-2004. Studien resulterade i fyra övergripande slutsatser:

- Totalt sett har deltagande i friluftsliv ökat mellan åren 1970 och 2004.
- Friluftsliv blir alltmer varierat och specialiserat.
- Intresset för traditionella friluftaktiviteter minskar samtidigt som yngre personer ägnar sig allt mer åt nya former av friluftsliv.
- Sociala skillnader i friluftsutövandet ökar.

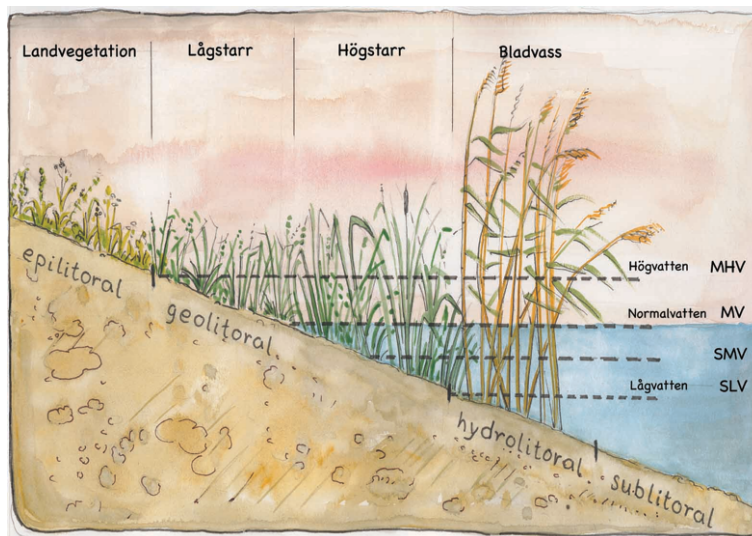
Regionplanekontoret (Stockholm läns Landsting) har utvecklat en metod för att systematisk beskriva sociala värden i Stockholms gröna kilar (Naturvårdsverket 2008). Sju olika upplevelsevärden togs fram:

- Orördhet och trolska naturmiljöer
- Skogskänsla
- Utblickar och öppna landskap
- Variationsrikedom och naturpedagogik
- Kulturhistoria och levande landskap
- Aktivitet och utmaning
- Service och samvaro

# Strukturerande faktorer i sjöekosystem kopplade till vattenregimen

## *Vattenståndsvariationer och dränkingsvaraktighet*

Störning i form av varierande vattenstånd är den i särklass största enskilt strukturerande faktorn för i princip alla typer av våtmarker (Keddy, 2000). På strandängar skapar översvämningar förutsättningar för en zonering av vegetationen så att olika vegetationsbälten med olika artinnehåll bildas (se exempel i figur 1). Övergången mellan zonerna kan vara diffus på nära håll men på avstånd är de oftast tydliga. Växtarter har olika tolerans mot störningar som översvämning och torrläggning, vilket innebär att arterna förekommer på den strandnivå som bäst motsvarar deras tolerans mot dränkning och torrläggning. Det är dock inte enbart antalet översvämningss dagar per år som har betydelse, utan också tidpunkten för när översvämningen inträffar. Generellt kan man säga att det är dränkingsvaraktigheten under vegetationsperioden som har störst betydelse för vegetationszonering.



Figur 1. Figuren illustrerar hur olika vegetationszoner i en strandmiljö förhåller sig till olika vattenstånd. Gränsen mellan lågstarr och fuktäng går exempelvis vanligen vid nivån för medelhögvattnet. Illustration Lars Löfman Calluna AB.

För att tolka vegetationszonernas stabilitet och läge i strandprofilen studeras under hur lång tid de varje säsong (vegetationsperioden) ligger under vatten. Detta åskådliggörs i så kallade dränkingsvaraktighetsdiagram. Hundra procent dränkingsvaraktighet för en viss höjdnivå betyder att den nivån ligger under vatten hela vegetationsperioden. Noll procent innebär att nivån är torrlagd under hela vegetationsperioden.

Varaktigheten för ett vattenstånd spelar stor roll för de ekologiska processerna. Vattenstånd som inträffar några få dygn har i de flesta fall mindre betydelse än de med längre varaktighet. Zoneringen i en naturlig strandängsmiljö ser generellt ut så att i permanent dränkta områden finns undervattens- och flytbladsvegetation på djupare

vatten. När det grundar upp kommer vassbälten, som också kan innehålla annan högre vegetation som exempelvis sjösäv, blomvass, bred- och smalkaveldun. På landstranden (ovan medelvattenståndet) minskar konkurrenskraften hos vass och istället ökar förutsättningarna för antingen strandängsvegetation (där bete förekommer) eller svämlövskog (utan bete).

Förutom vattenståndsvariationer är naturligtvis hävd i forma av slåtter och/eller bete också en mycket viktig strukturerande faktor för hur de olika vegetationszonerna utvecklas och upprätthålls, men hävd kan inte ensam upprätthålla zonereringen utan det krävs vattenståndsvariationer för detta. Till de olika vegetationstyperna är en mängd specialiserade arter knutna.

### *Isprocesser*

Andra processer som kraftigt kan påverka stränder och vegetation är is. Kraftig is-förskjutning sker vissa år vid islossning. När stark vind kombineras med inte alltför rutten vår is kan isen skala av stora flak av strandvegetation. Vid sådana tillfällen blir det också god vattenomsättning i grundområdena. År när isen hunnit bli rutten smulas den istället sönder i små bitar och störningen på vegetation uteblir. Starka vindar är alltså viktiga för att is-förskjutningar ska uppstå och denna process kan ske när som helst under vintern. Vattenstånd vid isläggning påverkar var avskalningen i strandvegetationen sker.

Störning på strandvegetation sker också till följd av spänningar i isen som uppstår vid temperaturväxlingar som inträffar vid perioder med ringa snötäcke. De tryckspänningar som uppstår i istäcket, ökar med temperaturförändringens hastighet



och bli högre ju lägre utgångstemperaturen är då temperaturen stiger. Isen, som är fastfrusen vid stränderna, utsätts för ett betydande tryck. Istrycket blir störst i vissa riktningar beroende på sjöområdets storlek och form. Om istrycket blir tillräckligt stort utlöses en isförskjutning. Antingen veckas isen längs en svaghetslinje eller pressas in mot land. Isen glider på strandbädden och tar med sig i isen infruset material (Karlin och Raab 1997). Vid en del tillfällen kan stora strandvallar bildas. I sydliga delar av Sverige lägger sig isen sent och snöfria perioder kan förekomma. Isförskjutningar kan ske när som helst under vintern.

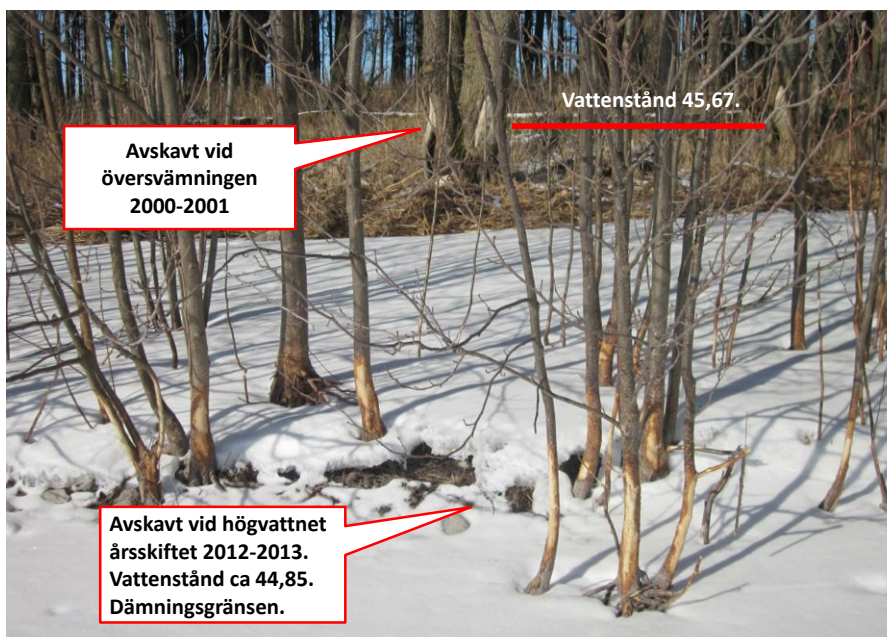


Islyft är ytterligare en isprocess som kan strukturera vegetationsbälten och strandområden. Vattenståndshöjning är en viktig faktor vid islyft som kan ske dels in mot land, dels i ytterkanten av bladvassen.

In mot land krävs öppen mark med tjäle för att islyftning ska kunna ske vid mötet mellan sjöisen och tjälen (den s.k. isfoten). Ett välutvecklat växttäck och förnabildning, isolerar marken och minskar möjligheterna för islyftning. Avbetad vegetation är därför gynnsamt för störning orsakad av islyft. När ett högflöde (snabb höjning av vattennivån) sker samtidigt med tjäle kan islyftning inträffa så att hela rotzonen lyfts och markblottor uppstår (Ekstam muntligen 2011 och Pehrsson 1992).

När det gäller ytterkanten på bladvass så är den som regel flytande, d.v.s. vassbotten har flutit upp (plaurbildande). Vassens rotfilt följer med vattenståndet. Detta är vanligt på skyddade mjuka sedimentationsbottnar, vilket omfattar de allra flesta ställen med breda vasszoner. Så länge vattennivån inte medför frilagda bottnar utanför vassarna kommer därför islyftning att kunna ske om vattennivå tillåts stiga snabbt på våren när isen fortfarande är fastfrusen i vassstorven. Om vassen är rotad på djupt vatten uteblir effekten eftersom den främst resulterar i att redan döda strån knäcks, medan rotzonen påverkas i mindre omfattning (Ekstam muntligen 2011 och Pehrsson 1992).

Erfarenheter från Vänern (Brunsell muntligen 2014) visar att höga vintervattenstånd är nödvändigt för att vegetationen skall påverkas (figur 2). Det är främst den tunna skarpa isen som rör sig med vågorna som skaver på vegetationen. Tjockare is är ofta bottenfast vid strandlinjen såvida vattnet inte stiger rejält under vintern. Tjock is med stor flytkraft kan däremot ha en avsevärd inverkan på vassbestånden eftersom hela rotfilten ibland rycks bort. I normalfallet är det dock även här som den tunna lättrörliga isen har störst inverkan eftersom vassens yttre delar klipps av. De nya vasskotten betas sedan gärna av gässen.



Figur 2. Skav från is på träd och sly i strandkanten. Foto och text: Bengt Brunsell.

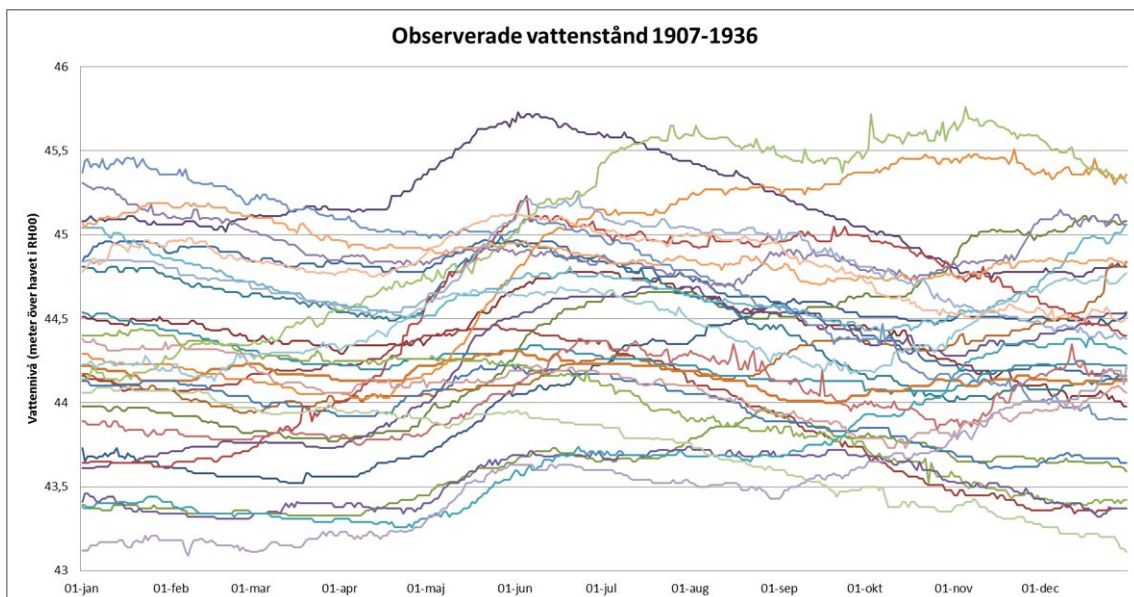
## Jämförelse av vattenregimer, modellerat nuläge mot observerade och historiska data

### Perioder som analyserats

- Historisk regim 1907-1936. Detta visar oreglerade "naturliga" förhållanden i sjön.
- Historisk regim modellerad i 1978-2007 års klimat. För att kunna jämföra ett oreglerat tillstånd med både föregående och ny tappningsstrategi. Mer info nedan.
- Observerade vattenstånd 1978-2007. Detta är den tidigare tappningsstrategin vi jämför med, både vad gäller ett oreglerat tillstånd och den nya strategin från 2008.
- Modellerade vattenstånd ny tappningsstrategi i 1978-2007 år klimat. Ny strategi har bara rått i drygt 4 år och därför har den modellerats i en längre klimatperiod. Mer info nedan.

### Historisk regim och jämförelse med reglerad sjö

Vänerns vattenstånd började regleras år 1937 och i vattendom från samma år fastställdes regleringsnivåerna. Förutom att vinna kraftekononiska fördelar avsåg man med regleringen att minska obehaget med de stora vattenståndsvariationerna. Tidigare förekom variationer på upp till 1,6 meter från det ena till det andra året (Brunsell 1996). Figur 3 nedan över observerade vattenstånd 1907-1936 visar att mellanårsvariationen var mycket stor. De flesta år syns dock att Vänern hade en kraftig stigning av vattenståndet under maj månad och en långsam sänkning från juli till senhösten.



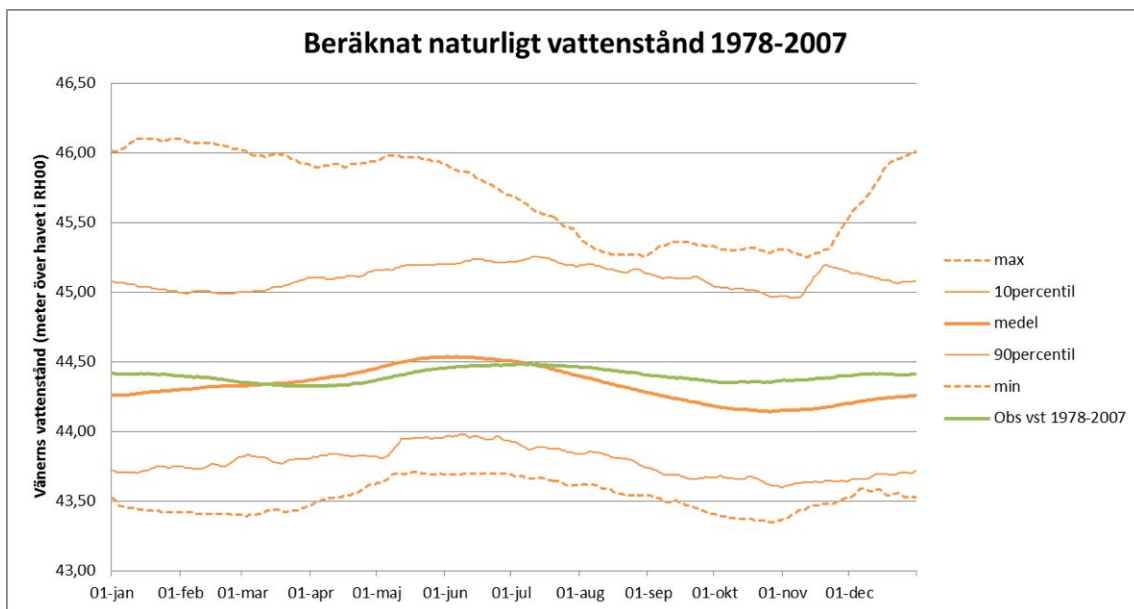
Figur 3. Observerade vattenstånd i oreglerat tillstånd för åren 1907-1936. (Källa SMHI, Anna Eklund personlig kommunikation 2013-04-04.)

Vattenstånd från mycket olika tidsperioder kan inte jämföras rakt av eftersom man får med effekten av att klimatet har varierat och förändrats mellan dessa perioder. SMHI har därför återskapat hur oreglerade förhållanden hade sett ut i klimatperioden 1978-2007 (figur 4). Medelvattenståndet i Vänern skulle i ett oreglerat tillstånd (modellerat i 1978-2007 års klimat, blå kurva) vara högre i maj än i augusti jämfört med det reglerade tillståndet 1978-2007. Det reglerade tillståndet (röd kurva) har omvänt högre medelvattenstånd i augusti än i maj månad.

Berta Andersson som studerat förändringar i vattenvegetationen påstår att man i samband med regleringen 1937 vände på hög- och lågvatten mot den normala rytmen så att våren och försommaren höll lågt vatten, medan högvatten inträffade under sensommar och höst (Andersson 2001). Perioden 1978-2007 i reglerat tillstånd visar att lågvatten inträffar i februari-april, vattnet stiger i maj och ligger högst i juni-augusti, sjunker sedan i september och oktober. I november-januari är nivåerna åter högre igen.

Vattendomen medger en amplitud om 2 meter, men sedan 1980-talet har den månatliga amplituden sällan överstigit 0,8 meter. Medelvattenstånd under 44,0 meter respektive över 44,8 meter förekom sällsynt under denna period.

Både den dramatiska minskningen i inom- och mellanårsvariationer och förändringen i svämningmönster under året mellan det oreglerade och reglerade tillståndet har säkerligen haft mycket stor påverkan på ekosystemen vid Vänerns stränder.



Figur 4. Vänerns beräknade naturliga vattenstånd 1978-2007 redovisat som max, medel, min, 90%-percentil, 10%-percentil för varje dag under året. (Källa SMHI. PM 2013-04-30, Dnr: 2013/343/9 Eklund och Bergström.)

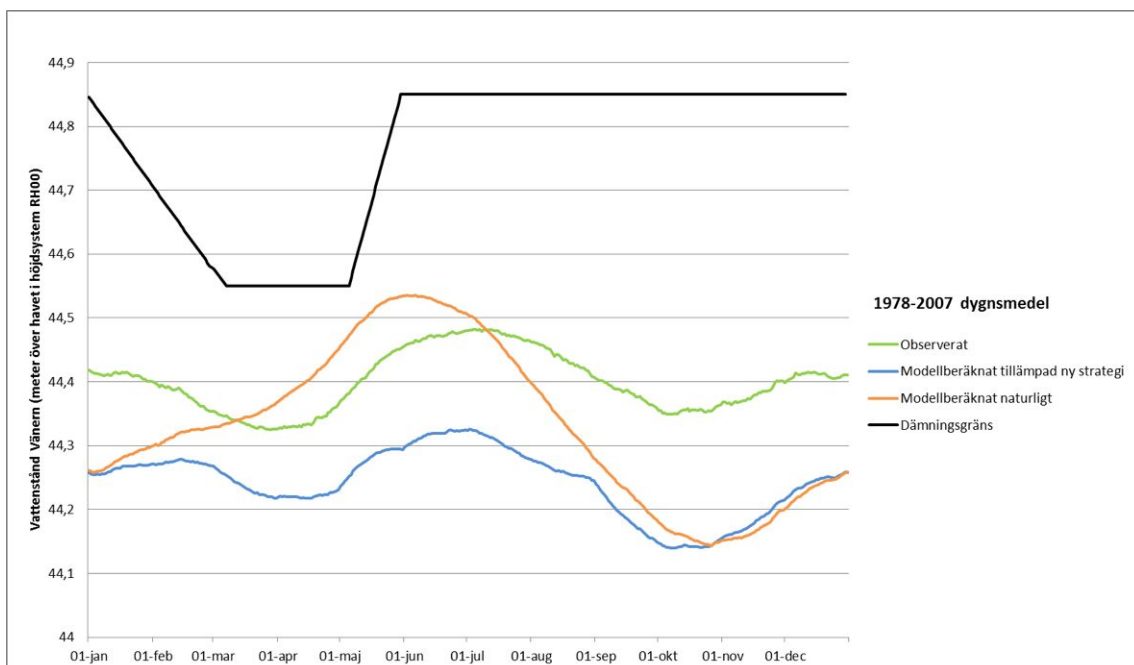
## Föregående regim och regimen från 2008

För att kunna utreda konsekvenser för skyddade arter, habitat och områden som kan uppstå till följd av förändrad tappningsregim behövs likvärdiga och jämförbara vattenståndsdata som beskriver föregående regim och nuvarande regim. En 30-årsperiod är en vanlig period för att beskriva en vattenregim.

I tidigare sammanhang har statistik för observerade vattenstånd från 2008 och framåt fått beskriva den förändrade tappningsstrategin (ca 4 års data). Denna korta period medger inte möjligheter att jämföra den nya tappningsstrategin med den föregående (1978-2007). Calluna identifierade behovet att modellera den nuvarande regimen för en 30-årsperiod, vilket SMHI fick i uppdrag att göra.

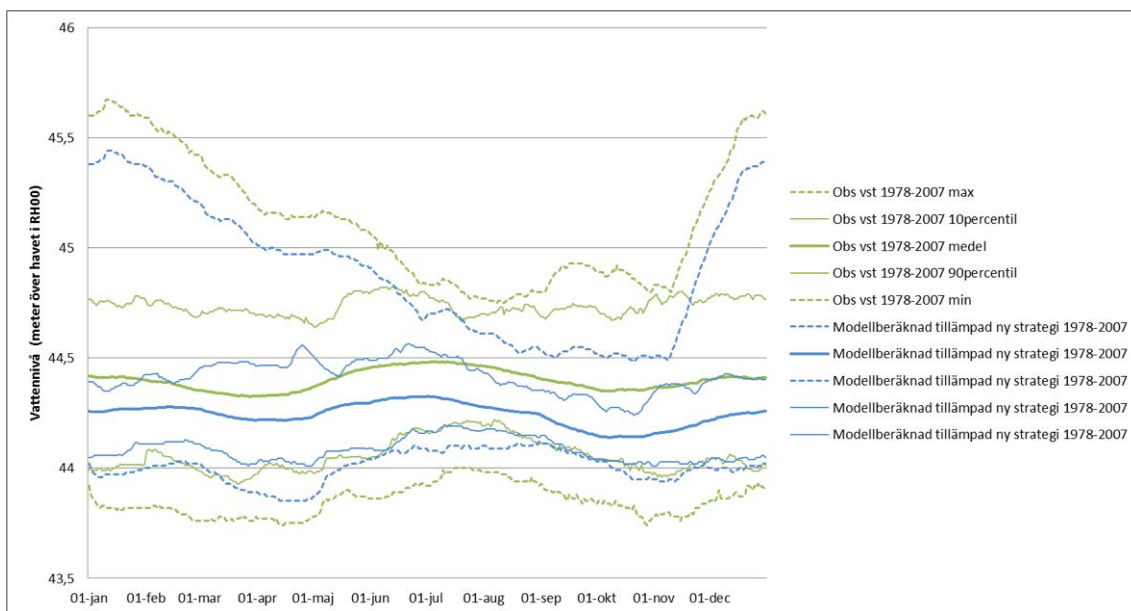
Samtidigt beslöts att den föregående regimen ska presenteras med observerade vattenstånd för perioden 1978-2007. SMHI har kallat den nya regimen för "modellerat vattenstånd tillämpad ny strategi". En modellberäkning har alltså gjorts för hur vattenståndet skulle ha blivit om den nya tappningsstrategin hade varit i bruk under åren 1978-2007.

Figur 5 och 6 visar resultat från dessa modelleringar som gjorts i samma klimatperiod (30-årsperiod). I figur 5 visas dygnsmedelvärden för tre olika regleringsstrategier; den nya tillämpade, den föregående samt en naturlig oreglerad regim. Nuvarande dämningensgräns framgår också.



Figur 5. Dygnsmedelvärden för Vänerns observerade vattenstånd 1978-2007, vattenstånd från modellerad ny tillämpad regim, modellerad naturlig vattenregim och dämningensgränser. SMHI 2013-05-28.

I figur 6 visas två regimer, den föregående samt den nuvarande. I figuren visas också hur variationen kring medelvärdet är. Observera att det är olika skalor på y-axlarna i figur 5 och 6.



Figur 6. Vänerns observerade vattenstånd 1978-2007 samt vattenstånd från modellerad ny tillämpad regim redovisat som max, medel, min, 90-percentil, 10-percentil för varje dag under året.

### Karaktäristiska vattenstånd

Det är stora skillnader mellan nuvarande och föregående regim både när hela året analyseras och för vegetationsperioden, dock störst skillnad när hela året analyseras och störst skillnader bland de höga vattenstånden (tabell 3-5). Medelvattenståndet sänks med 16 cm. Medelhögvattenståndet sänks med 24 cm och medellågvattenståndet med 7 cm. Nivåer över 44,75 m vilket ungefär motsvarar föregående regims medelhögvattenstånd inträffar endast i 10% av åren (3 år) i ny tillämpad regim. Nivåer över 44,4 som var föregående regims medelvattenstånd inträffade då 93 % av åren medan de bara inträffar i 53 % av åren i ny tillämpad regim. Vattenståndsvariationer större än 0,5 m minskar från 67 % av åren till 23 % av åren.

Tabell 3. Karaktäristiska vattenstånd för de två regimerna, dels för hela året och dels för vegetationsperioden. Källa SMHI.

	1978-2007 Hela året Observerat vattenstånd	1978-2007 15 april-18 oktober Observerat vattenstånd	1978-2007 Hela året Modellerat vattenstånd tillämpad ny strategi	1978-2007 15 april-18 oktober Modellerat vattenstånd tillämpad ny strategi
<b>Högsta högvattenstånd</b>	45,67	45,17	45,44	44,99
10percentil högvattenstånd	44,94	44,86	44,74	44,62
<b>Medelhögvattenstånd</b>	44,74	44,62	44,50	44,42
90percentil högvattenstånd	44,44	44,23	44,27	44,24
10percentil, årsmedelvattenstånd	44,66	44,70	44,39	44,42
<b>Medelvattenstånd</b>	44,40	44,42	44,24	44,25
90percentil, årsmedelvattenstånd	44,18	44,10	44,13	44,13
10percentil lågvattenstånd	44,32	44,41	44,12	44,17
<b>Medellågvattenstånd</b>	44,11	44,20	44,04	44,07
90percentil, lågvattenstånd	43,81	43,92	43,96	43,97
<b>Lägsta lågvattenstånd</b>	43,74	43,74	43,85	43,85

**Förklaring till begreppen i tabellen ovan (tabell 3):**

Högsta högvattenstånd	Högsta uppmätta vattenstånd under perioden.
10:e percentil högvattenstånd	10 % av åren är årets högsta vattenstånd högre än detta vattenstånd
Medelhögvattenstånd	Medel av varje års högsta vattenstånd
90:e percentilhögvattenstånd	90 % av åren är årets högsta vattenstånd högre än detta vattenstånd
10:e percentil	10 % av åren är årets medelvattenstånd högre än detta vattenstånd
Medelvattenstånd	Medelvattenståndet för perioden
90:e percentil	90 % av åren är årets medelvattenstånd högre än detta vattenstånd
10:e percentil lågvattenstånd	10 % av åren är årets lägsta vattenstånd högre än detta vattenstånd
Medellågvattenstånd	Medel av varje års lägsta vattenstånd
90:e percentil, lågvattenstånd	90 % av åren är årets lägsta vattenstånd högre än detta vattenstånd
Lägsta lågvattenstånd	Lägsta uppmätta vattenstånd under perioden

Tabell 4. Andel av åren med nivåer över ett visst vattenstånd. Källa SMHI.

Andelen år med nivåer över	1978-2007	1978-2007	1978-2007	1978-2007
	Hela året Observerat vattenstånd	15 april-18 oktober Observerat vattenstånd	Hela året Modellerat vattenstånd tillämpad ny strategi	15 april-18 oktober Modellerat vattenstånd tillämpad ny strategi
44 m	1,00	0,97	1,00	1,00
44,05 m	1,00	0,97	1,00	1,00
44,1 m	0,97	0,93	1,00	1,00
44,15 m	0,97	0,93	1,00	1,00
44,2 m	0,97	0,93	1,00	1,00
44,25 m	0,97	0,90	0,97	0,87
44,3 m	0,97	0,87	0,77	0,67
44,35 m	0,93	0,87	0,63	0,53
44,4 m	0,93	0,83	0,53	0,43
44,45 m	0,87	0,73	0,40	0,33
44,5 m	0,83	0,63	0,33	0,27
44,55 m	0,77	0,63	0,27	0,20
44,6 m	0,70	0,57	0,27	0,20
44,65 m	0,60	0,50	0,17	0,07
44,7 m	0,53	0,43	0,17	0,07
44,75 m	0,50	0,37	0,10	0,03
44,8 m	0,43	0,27	0,10	0,03
44,85 m	0,27	0,13	0,10	0,03
44,9 m	0,17	0,10	0,07	0,03
44,95 m	0,07	0,03	0,07	0,03
45 m	0,07	0,03	0,07	0,00

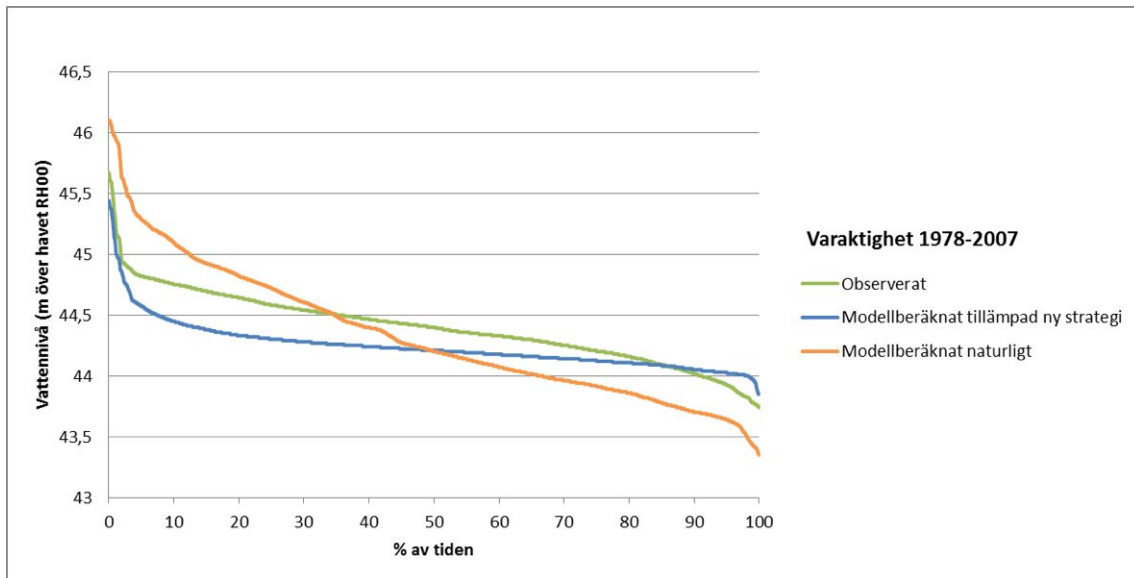
Tabell 5. Andel av åren med nivåer över ett visst vattenstånd. Källa SMHI.

Andelen år med vattenståndsvariation större än	1978-2007	1978-2007	1978-2007	1978-2007
	Hela året Observerat vattenstånd	15 april-18 oktober Observerat vattenstånd	Hela året Modellerat vattenstånd tillämpad ny strategi	15 april-18 oktober Modellerat vattenstånd tillämpad ny strategi
0,7 m	0,30	0,10	0,13	0,03
0,6 m	0,47	0,17	0,17	0,03
0,5 m	0,67	0,27	0,23	0,13
0,4 m	0,83	0,53	0,47	0,20
0,3 m	1,00	0,67	0,73	0,57
0,2 m	1,00	0,90	0,97	0,93
0,1 m	1,00	1,00	1,00	1,00

## Jämförelse av dränkningsvaraktigheter

### Dränkningsvaraktigheter

Calluna har analyserat dränkningsvaraktigheter för ny modellerad tappningsstrategi, föregående strategi och naturlig modellerad reglering. (figur 7).



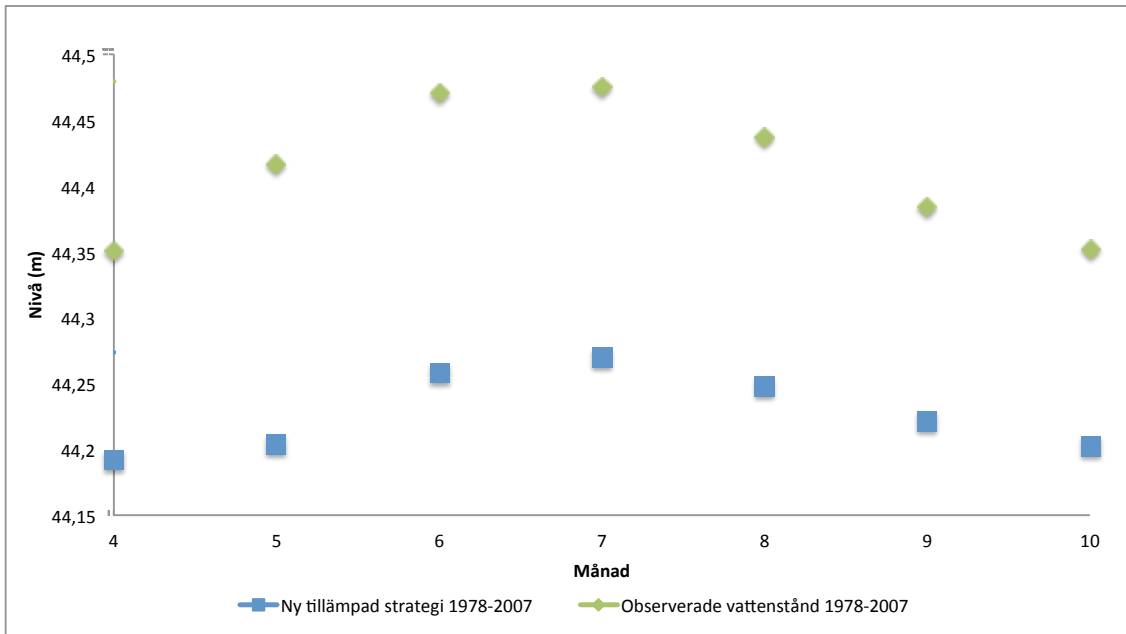
Figur 7. Dränkningsvaraktigheter för de tre olika regleringsstrategier.

I den nya regimen är det tydligt att en mindre del av året har höga vattennivåer. Vattennivån är högre än 44,5 m mindre än 10 % av tiden. Vattenståndet ligger mellan 44,0-44,5 under nära 90 % av tiden. Låga nivåer under 44,0 inträffar mycket sällan.

I regimen 1978-2007 var vattennivån högre än 44,5 m ca 40 % av tiden och låga nivåer under 44,0 inträffade också mer frekvent. Den totala amplituden under är betydligt mindre i ny tappningsstrategi än under åren 1978-2007.

I modellerad naturlig regleringsstrategi är amplituden mycket stor, drygt 2,5 meter. Vattenstånd högre än 44,5 inträffar lika ofta som i strategin 1978-2007, men låga vattenstånd under 44,0 inträffar ca 35 % av tiden jämfört med ca 10 % av tiden i under åren 1978-2007.

Medelvattenstånden (figur 8) skiljer sig konstant ca 15 cm under vegetationsperioden och ökningen mellan april och maj är mindre i ny tappningsstrategi än under åren 1978-2007.



Figur 8. Medelvattenstånd under vegetationsperioden för de två tappningsstrategierna.

### *Gräns mellan tuvtåtelvuktäng och starrmad*

Studier från sjön Tåkern visar att den nedre gränsen för fuktäng ligger kring 10 % dränkning under vegetationssäsongen (Ekstam muntl). Vid sjön Mjörn fann man att gränsen mellan epilitoral och övre geolitoral (vilket bör motsvara tuvtåtelvuktängens nedre gräns) låg vid 10% dränkning (20-25 dagar av vegetationsperioden) (Andersson 1973).

I Mälaren undersöktes i samband med konsekvensbedömning av Mälarens nya tappningsstrategi var gränsen mellan starrmad och tuvtågelfuktäng finns. Studien visade att en genomsnittlig gräns ligger vid 15% dränkingsvaraktighet för vegetationssäsong baserad på vattenregimen 1976-2005 (observerade data). För närmare beskrivning av hur denna gräns identifierats hänvisas till Calluna (2011.)

I den föregående tappningsstrategin 1978-2007 ligger nivån för 10 % dränkning under vegetationsperiod vid 44,75 m. I modellerad ny tillämpad strategi ligger 10% dränkingsvaraktighet på 44,46 m.

Sänkningen indikerar en nedflyttning av tuvtåtelvuktängens nedre gräns, vilket leder till minskning av arealen strandängar, d.v.s. den areal där starrvegetation och annan fuktälskande vegetation har förutsättningar att finnas.

### *Nedre delen av strandzonen känsligast för igenväxning*

Finsberg och Palto (2010) undersökte igenväxningstakten i ett stickprov av lokaler mellan åren 2000 och 2009. De beskriver en uppdelning av stränderna i tre zoner, se citat nedan.



*” Vi har delat upp stränderna i låga, mellanhöga och höga avsnitt, för att undersöka om förändringar i vegetationen skiljer sig åt i de olika höjdsnitten. Det låga strandavsnittet är sträckan mellan vattenbrynet och till den punkt där höjden är 0,5 meter. Den höjden är vald därför att hit har den högsta vattennivån nått sedan 2000-2001, vilket var 44,95 m.ö.h. (medelhöjd över havsnivå) den 6 februari 2007 enligt statistik från SMHI. Det innebär att detta är det område som kan påverkas mest av vattenståndsvariationer. Den mellanhöga nivån ligger mellan 0,5 och 1,1 meter över vattenbrynet. Den höjden är vald för att man räknar med att vindpåverkan innebär en snedställning av sjöytan vid kraftig vind vilket leder till att vattnet når ytterligare 0,6 meter (SOU 2006:94). Den höga stranddelen är från 1,1 meter och uppåt. Över denna nivå har det inte skett någon vattenpåverkan sedan det extremt höga vattenståndet vintern 2000- 2001. Under de dagar inventeringen pågick låg vattenståndsnivån kring normalvärdet, vilket är 44,43 m.ö.h. för augusti. Därför är det relevant att använda vattenbrynet 2009 som nollnivå.”*

Undersökningen visade att igenväxningen är som störst i strändernas lägsta delar. Buskar har ökat totalt med 78 % på stränderna, men när man delar upp stranden i olika avsnitt med avseende på höjd över vattenbrynet, syns att den största igenväxningen skett i de låga strandavsnitten, dvs 0 till 0,5 m över vattenbrynet.

Calluna har därför räknat ut på vilken höjdnivå Finsbergs och Paltos modellerade lågstrand ligger på. Lågstrand enligt denna rapport är zonen nedanför nivån 44,43 m i RH 1900. Det motsvarar i föregående regim en dränkningsvaraktighet på ca 51 %. Nivån 44,43 får i modellerad ny tillämpad regim ca 12 % dränkning. Detta indikerar att igenväxningstakten med buskar, träd och ris kommer att öka ytterligare.



Foto: Igenväxande strandzon.

## Svämanalyser, metod

### *Fokushabitat och naturtyper som studerats*

Calluna har gjort en GIS-analys som jämför svämzonen i vattenregimen 1978-2008 och ny tillämpad tappningsstrategi. Det finns för Vänern, heltäckande GIS-data, för en del av fokushabitaten och därmed kunde Calluna analysera hur stora ytor som svämmas i de två regimerna.

Ett GIS-skikt skapades som innehåller för Vänern heltäckande kartering av några olika typer av hävdade strandängar och våtmarker registrerade hos Jordbruksverket samt objekt från Ängs- och betesmarksinventeringen. Urvalet är alla ytor inom 1 km buffert från Vänerns strand. Sammanläggningen är gjord så att inga överlappande ytor finns.

Vänerns vattenvårdsförbund har genomfört kartering av sandstränder och kartering av strickprov av klapperstensstränder. Detta GIS-data användes inte eftersom det var begränsat till höjdintervallet 45-46 meter över havet RH 2000. Något heltäckande GIS-skikt för fågelskär fanns inte.

Naturvårdsverket har en databas för Natura 2000-områden med Natura 2000-naturtyper (BIDOS-databasen). I databasen finns också naturtyper som i ännu inte utvecklats till Natura 2000-naturtyper exempelvis gräsmarker som inte uppfyller kriterierna för Natura 2000-naturtyper. Alla naturtyper i BIDOS-databasen som låg inom eller tangerade Vänerns strand (räknat som zonen medelhögvatten till medellågvatten) valdes från Bidosdatabasen. Från denna lista valdes de naturtyper ut som ekologiskt bedömdes i hög grad vara gynnade eller direkt beroende av vattenståndsvariationer. Fokus ligger på mer naturtyper i med flack strandmorfologi. I urvalet inkluderades även gräsmarker som ej är Natura 2000-habitat samt icke-Naturhabitat av skog på fuktig blöt mark. Gräsmarker i strandnära lägen kan utgöra en del av strandängsekosystemen. Dessa naturtyper visade sig dock utgöra relativt liten areal. Tabell 6 listar de valda Natura 2000-naturtyperna. I bilaga 1 visas alla Natura 2000-naturtyper som med hjälp av urval i GIS tangerade eller låg inom den definierade strandzonen.

Tabell 6. Urval från BIDOS-databasen. Naturtyper som uppenbart gynnade eller direkt beroende av vattenståndsvariationer valdes ut. I urvalet inkluderades även ej fuktiga gräsmarker eftersom dessa i strandnära lägen kan utgöra en del av strandängsekosystemen.

Naturtyps kod	Naturtyp	Areal ha	Kommentar
3130	Oligo-mesotrofa sjöar med strandpryl, braxengräs eller annuell vegetation på exponerade stränder	9363	Vattestandsvariationer, barläggning, vattendjup, isprocesser - är viktiga faktorer för naturtypen.
3150	Naturligt eutrofa sjöar med nate eller dybladsvegetation	8539	Vattestandsvariationer, barläggning, vattendjup, isprocesser - är viktiga faktorer för naturtypen.
8230, 3231, 8232	Pionjärvegetation på silikatrika bergytor - Obestämd Pionjärvegetation på silikatrika bergytor - Hällmarkstorrängstyp Pionjärvegetation på silikatrika bergytor - Ej hävdberoende typ	1103	
6410	Fuktängar med blåtätel eller starr	1004	Våröversvämning, barläggning, isprocesser - är viktiga faktorer för naturtypen.
9080	Lövsumpskog	326	Sumpskogar som ligger vid stranden kan vara svämlövskogar. Svämning hindrar graninvandring.
6820	Obestämd fuktig naturlig gräsmark nedanför trädgränsen (4010/6410/6230/6431/7232)	315	Se 6410
6810	Obestämd torr - frisk naturlig gräsmark nedanför trädgränsen (6270/4030/6210/6230/6510/6520)	108	Om de ligger vid fuktängar och strandnära våtmarker kan det vara en del av strandängszoneringen.
6840	Obestämd natura-gräsmark/ ickenatura-gräsmark (6825/6835/6910)	79	Se 6810
1932	Övrig ö under 0,25 ha - Öppen mark inklusive sankmark	47	Här finns bl.a. fågelskären. Vattenståndsvariationer och isprocesser hindrar igenväxning med buskar och träd.
6915	Fuktäng	45	Se 6410
9750	Svämlövskog	43	Svämning hindrar graninvandring. Svämning och upptorkning viktiga faktorer för naturtypen.
9841	Obestämd lövsumpskog/ skogsbevuxen myr (9080/9740)	39	
4830	Obestämd fukthet/myrmark nedanför trädgränsen (4030/7140)	0	
6835	Obestämd torr - frisk/fuktig gräsmark/hed nedanför trädgränsen (6810/6820)	8	
8910	Klapperstensfält, blocksänkor, blockhav	8	Vattenståndsvariationer och isprocesser hindrar igenväxning med buskar och träd.
6830	Obestämd naturlig högröts-/ nordliga översvämning-/alluvial äng (6430/6450)	5	Se 6410
9925	Ickenaturaskog på fuktig - blöt mark	1	Se 9750
<b>Summa</b>		21003	

## *Användning av höjddatabasen NNH*

Lantmäteriets laserscanning av landet resulterar i en Ny Nationell Höjdmodell (NNH) av hög kvalitet. Den uppmätta noggrannheten i höjd och plan i den nya höjdmodellen jämfört med de stödpunkter som mätts in på marken visar att för de 107 kontrollerade områdena är den genomsnittliga höjdnoggrannheten ca 5 cm på plana hårdgjorda ytor och plannoggrannheten är ca 25 cm (Lantmäteriet 2011-11-04). Vid användning av höjdmodellen måste man dock alltid vara uppmärksam på att stora lokala variationer kan förekomma. Vilken tidpunkt på året som scanningen genomförs har stor betydelse. Markvegetationen ser olika ut. Lantmäteriet uppger att bäst resultat uppnås tidig vår när gammalt gräs och örter är inte nedtryckta och ny växtlighet inte hunnit upp. Calluna studerar olika vattenstånd i strandzonen och vill därför undvika att använda höjddata baserat på laserscanning vid högvattenstånd då noggrannheten blir sämre för mark som är vattentäckt. Scanning under vegetationssäsong påverkar däremot höjdmodellens noggrannhet negativt av låg tät buskvegetation, växande grödor och örter, uppger lantmäteriet.

I utredning om ny tappningsstrategi för Mälaren användes också NNH. Där fanns fältinmätta höjdpunkter i olika vegetationstyper. Sweco gjorde en noggrannhetsanalys och att root mean squared error RMSE var:

Om det systematiska felet subtraheras bort blir RMSE:

- 21 Glest bevuxna ytor, RMSE = 7 cm
- 22 Täta vassar med rotfilt, RMSE= 15 cm
- 24 Fuktäng med starr(hög), RMSE = 7,8 cm
- 30 Fuktäng med inslag av tuvtåtel, RMSE= 6,7 cm
- 31 Fuktäng med starr(låg), RMSE= 11,6 cm

Detta var vegetationstyper som var vanliga i låglänta strandområden. Uppgifterna från Mälaren kan ge en fingervisning om tillförlitlig i höjddata i i Väneren. I Väneren har vi ingen heltäckande vegetationskarta och inte fältinmätta höjder så vi kan inte hantera felen från laserscanningen.

## *NNH över Väneren*

NNH är indelad i ett antal s.k. scanningsrutor. Metadata finns för dessa med uppgift om mellan vilka datum som scanningen utfördes. Calluna har tagit reda på vattenstånden under perioden och belyst hur flygning sammanfallit med vegetationsperiod.

Tabell 7. Översikt uppgifter om laserscanning i s.k. scanningsrutor. Översikten ger en indikation över tillförlitligheten i NNH för Väneren.

Skannings- område	Skanning start	Skanning slut	Antal dagar	Min vst Rh2000	Max vst Rh2000	Differens min max	Differens från medelvatten- stånd	Risk för sämre noggrannhet pga av uppväxt vegetation	Sammanvägd bedömning tillförlitlighet
09B016	2011-06-03	2011-06-04	2	44,628	44,628	0,00	-0,155	Stor	God
09B017	2010-05-30	2010-06-02	4	44,593	44,593	0,00	-0,19	Stor	God
09B018	2011-10-21	2011-10-23	3	44,963	44,958	-0,01	0,175	Stor	Sämre
09B019	2011-04-18	2011-04-22	5	44,478	44,493	0,02	-0,29	Låg	God
09B023	2010-05-07	2010-05-30	23	44,553	44,593	0,04	-0,19	Stor	Sämre
09B024	2010-05-07	2011-04-18	330	44,373	44,788	0,41	0,005	Låg	Sämre
09B025	2011-04-09	2011-04-11	3	44,423	44,428	0,00	-0,355	Låg	God
09B026	2011-04-21	2011-05-04	14	44,493	44,538	0,04	-0,245	Måttlig	God
09B027	2010-05-22	2010-05-27	7	44,578	44,578	0,00	-0,205	Stor	Acceptabel
09B028	2011-04-19	2011-04-29	11	44,483	44,483	0,00	-0,3	Låg	God
09B029	2010-05-07	2010-06-02	26	44,553	44,593	0,04	-0,19	Stor	Acceptabel
09B030	2010-05-07	2010-05-26	19	44,553	44,593	0,04	-0,19	Måttlig	Acceptabel
09B031	2011-05-07	2011-05-08	2	44,538	44,538	0,00	-0,245	Måttlig	God

Scanning har inte gjorts vid besvärande höga vattenstånd, vilket är bra för noggrannheten. De flesta scanningsområden har en kort flygperiod förutom ruta 09B024 som berör Tösse Skärgård i Åmål kommun. Vi kan också se att vattenstånden inte varierat kraftigt inom varje storruta förutom i nämnda ruta från Åmål kommun. Några områden är scannade mitt i vegetationssäsongen. Överlag bedömer vi att det är bra förutsättningar för en god tillförlitlighet till höjddata. Men för korrekt utvärdering behöver ett större antal fältinmätt höjdpunkter jämföras med de scannade, vilket inte låg inom ramen för Callunas uppdrag.

### *Analys svämzon medellågvattenstånd - medelhögvattenstånd jämförelse två regimer*

Vi ville rumsligt visualisera den yta i strandzonen som finns mellan medellågvattenlinjen och medelhögvattenlinjen. Medellågvatten och medelhögvatten är vattenstånd som ofta återkommer och som har en viktig ekologisk betydelse för vegetationsutvecklingen. Även extrema vattenstånd som inträffar sällan, samt is-skjutning påverkar vegetationen men denna analys har designats för att illustrera de relativt vanligt förekommande dränkningarna av stranden.

GIS-analysen innehöll flera steg och bearbetningar. De principiella stegen beskrivs i korthet nedan. Ska en riktig översvämningsskartering utföras med NNH och man vill studera hur sjön svämmar över, ska en hydrodynamisk modell användas, vilket inte varit möjligt i denna analys. En sådan modell räknar ut flödesvägarna, vilket är en stor fördel när vattnet på det översvämmade flodplanet kan ta olika vägar beroende på hur högt vattennivån stiger. Mer avancerade översvämningsskarteringar behövs när extremt höga vattenstånd analyseras. Den enklare översvämningsskartering som Calluna gjort

är acceptabel när mer normala vattenstånd för en stor sjö studeras. I denna översvämningskartering har antagits att vattenytan har samma nivå över hela sjön. Vid vindpåverkan kan i verkligheten vattenytan ha olika höjd i olika delar av sjön men detta har inte kunnat hanteras i GIS-analysen.

Alla pixlar med höjdvärden lika eller lägre än medelhögvattnet extraherades från höjdgridet. Motsvarande gjordes för medellågvattnet. De två skikten lades samman och den zon där de två skikten inte överlagras extraherades som en "rådata-svämzon". Markavvattning och avvattningsföretag fanns GIS-lagda och om avvattningsföretag fungerar så sker ju ingen dränkning. Därför maskades dessa ytor bort. En del av svämytorna bestod av vattendrag och sjöar runt Vänern. Även dessa maskades bort med vattenytor från fastighetskartan. Område nedom Vänerns utlopp maskades bort från översvämningszonen enligt ritning från Jan Gustafsson, Vattenvårdsenheten, Länsstyrelsen i Västra Götaland.

Med denna enkla metod för sväm-kartering som inte tar hänsyn till vattnets flödesvägar över översvämningsplanet, kan exempelvis sänkor som inte ligger i anslutning till Vänern utan separerade från sjön genom exempelvis en bergrygg, komma med som svämområde. Vår bedömning var att sådana felaktiga svämytor endast utgjordes av ströpixlar, d.v.s. små arealer.

## Resultat svämanalyser

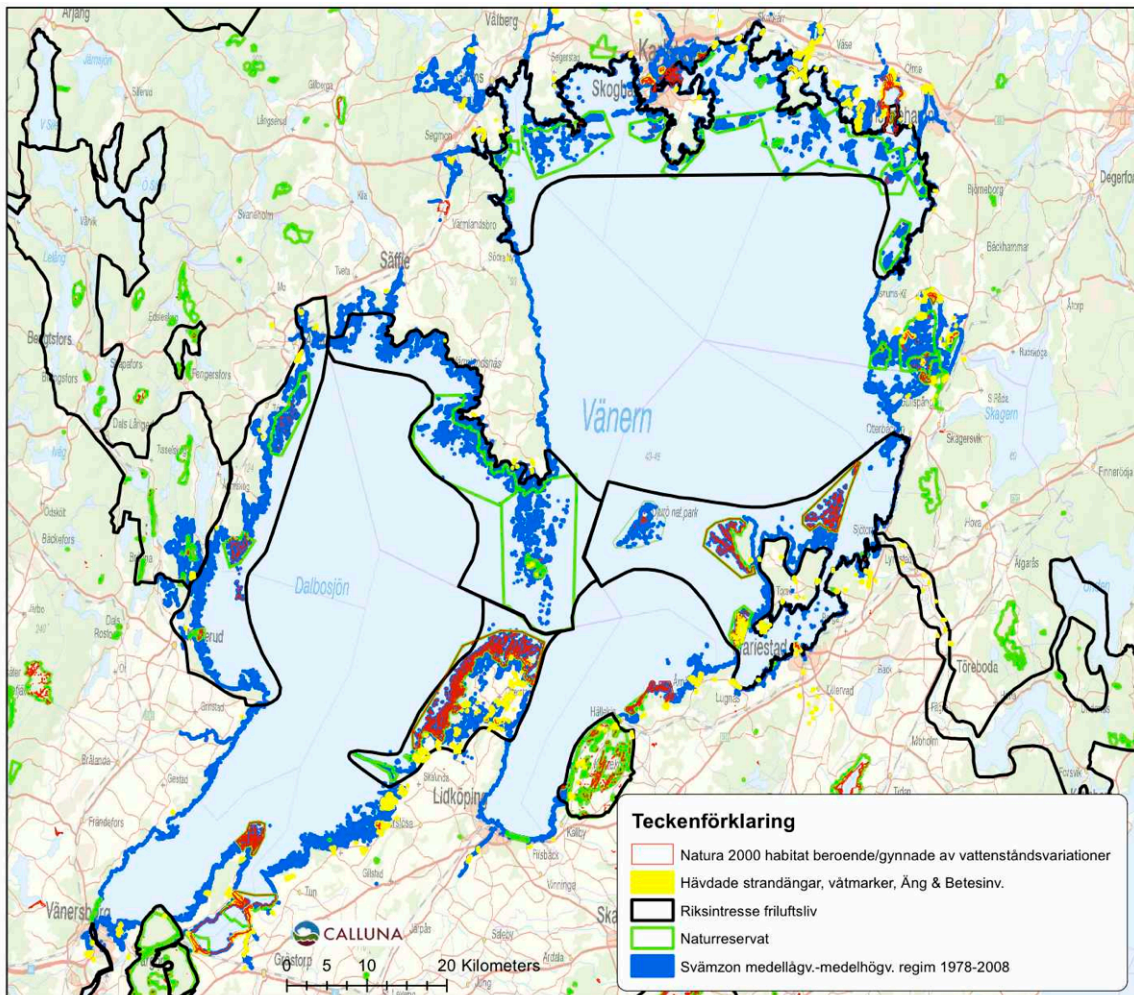
I tabell 8 framgår resultatet från svämanalyser över vilka naturtyper och arealer som berörs av vattenståndsvariationerna och förändring i vattenregimerna. Av Natura 2000 naturtyperna har några typiska Naturtyper (grund sjö, flacka stränder och små skär) som är beroende av vattenståndsvariationer valts ut och analyserats vad avser förändring i hur stor svämzonen är.

Tabell 8. Svämanalys med naturtyp och areal som blir påverkad av svämningar i ny tappningsstrategi jämfört med föregående strategi (1978-2007).

Kort beskrivning	Beskrivning	Areal hektar	Förändring %
Svämzon regim 1978-2007 observerade vattenstånd	Yta mellan medelhögvattenlinjen och medellågvattenlinjen. Skiktet visar svämmad landstrand för regimen 1978-2007 (observerade vattenstånd).	8533	
Svämzon regim tillämpad ny tappningsstrategi modellerad 1978-2007	Yta mellan medelhögvattenlinjen och medellågvattenlinjen. Markavvattningsföretag är bortmaskade och vattenområden såsom vattendrag och småsjöar runt vänern är bortmaskade så att skiktet visar svämmad landstrand. Korrigerat så att ej area utanför utloppet svämmas. Regim tillämpad ny tappningsstrategi modellerad 1978-2007.	4435	
Skillnad total svämmad area	Förändring i areal svämzon, jämförelse föregående regim och modellerad ny tillämpad regim.		- 48%
Öppen strand total area	Öppen strand från GIS-underlag som utgjorde indata till heltäckande kartering av öppen strand runt Vänern (Finsberg 2012.) GIS-skiktet är en sammanläggning av GIS-data från Jordbruksverket (betesmark, slättermark, våtmark samt markklasser med särskilda värden) och objekt från Ångs- och betesmarksinventeringen. Urvalet är alla ytor inom 1 km buffert från Vänerns strand. Sammanläggningen är gjord så att inga överlappande ytor finns.	4349	
Öppen strand inom svämzon i föregående regim		806	
Öppen strand inom svämzon i modellerad ny tillämpad regim		378	
Skillnad svämmad öppen strandarea	Förändring i areal svämzon inom öppen strand, jämförelse föregående regim och modellerad ny tillämpad regim		-53%
Procentuell skillnad svämmade öppen strand i naturreservat	Procentuell förändring i areal svämzon, jämförelse föregående regim och modellerad ny tillämpad regim för öppen strand som svämmas inom naturreservat. Minskar från 182 ha till 88 ha.		-52%
<b>Regim 1978-2007 Natura 2000</b>	<b>Areal svämmade area av några Natura 2000-naturtyper som är beroende av vattenståndsvariationer</b>		
3130 Naturligt näringsrika sjöar		341	
6410 Fuktängar		281	
6820 Obestämd fuktig naturlig gräsmark nedanför trädgränsen		135	
1932 Övrig ö under 0,25 ha - Öppen mark inklusive sankmark		27	
3130 Ävjestrandssjöar		27	
Summa svämmad areal några Natura 2000 naturtyper i regim föregående		811	
<b>Regim tillämpad ny tappningsstrategi modellerad: Natura 2000</b>	<b>Areal svämmade area av några Natura 2000 naturtyper som är beroende av vattenståndsvariationer</b>		
3130 Naturligt näringsrika sjöar		242	
6410 Fuktängar		138	

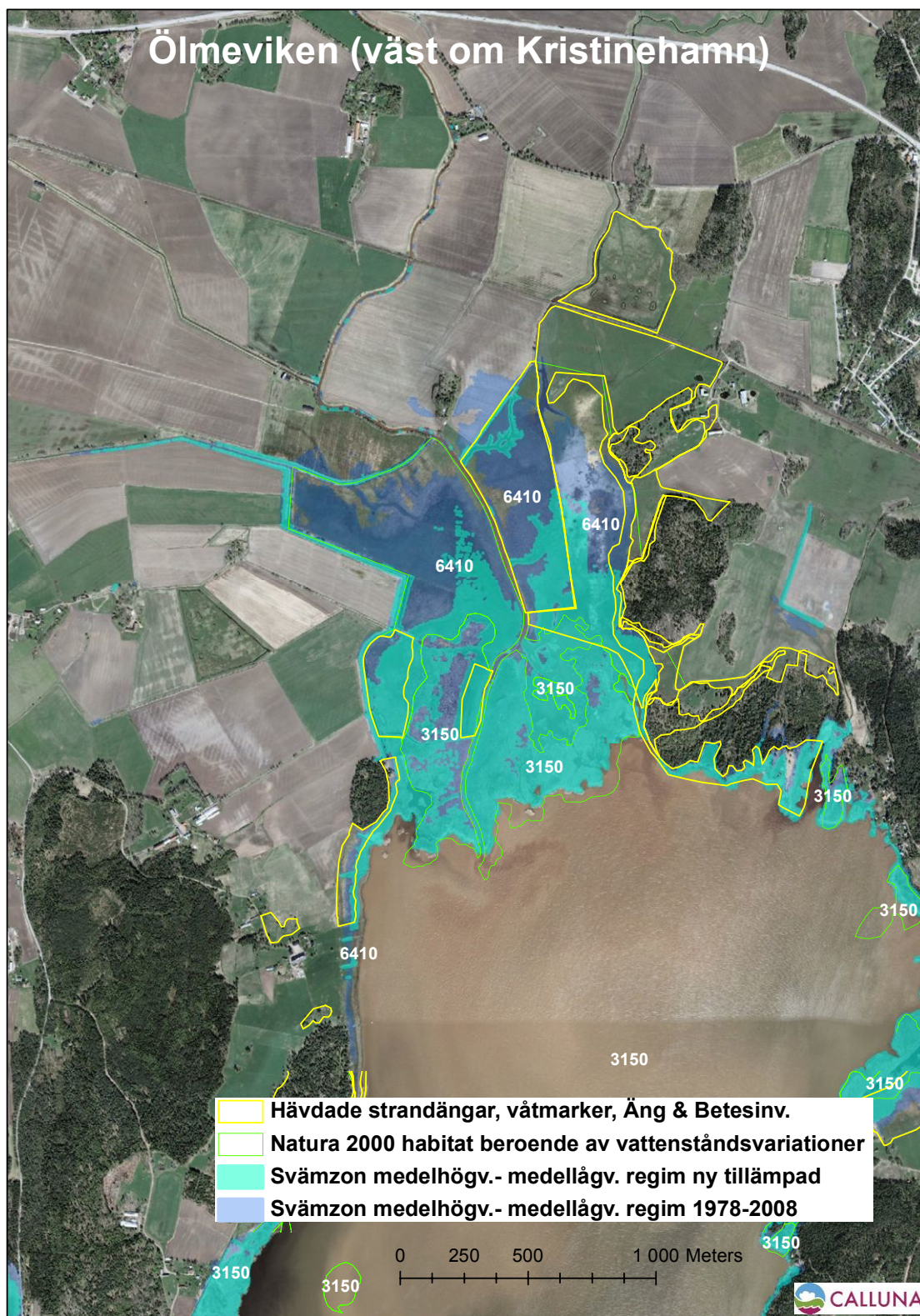
6820 Obestämmd fuktig naturlig gräsmark nedanför trädgränsen		41	
1932 Övrig ö under 0,25 ha - Öppen mark inklusive sankmark		16	
3130 Ävjestrandsjöar		13	
Summa svämmad areal några Natura 2000 naturtyper i regim föregående		450	
Procentuell skillnad svämmad areal av några Natura 2000 naturtyper beroende av vattenståndsvariationer	Procentuell förändring i areal svämzon, jämförelse föregående regim och modellerad ny tillämpad regim för fem Natura 2000-naturtyper beroende/gynnade av vattenståndsvariationer.		-45 %

Kartorna i figur 9-10 visar svämzonen mellan medelhögvattenstånd och medellågvattenstånd i en översikt över norra och södra delen av Vänern och i ett detaljexempel från Ölmeviken.



Figur 9. Kartan visar svämzonen mellan medelhögvattenstånd och medellågvattenstånd för regimen 1978-2007. Den illustrerar var det finns flacka svämnenägna stränder och grunda vikar. I flera fall sammanfaller sådana områden med naturreservat.





Figur 10. Kartan visar zonen för medelhögvatten - medellågvatten för regim 1978-2007, illustrerat i blått, samt motsvarande svämzon i modellerad ny tillämpad illustrerat i blå-grönt. Den nya regimens zon överlagras den föregående regimen. Kartan visar att svämzonen var större i föregående regim. Inlagt är också Natura 2000-naturtyper och hävdade strandängar.

## *Tillförlitlighet och kommentarer kring resultat*

Flera faktorer bidrar till att översvämningsanalysen inte är tillräckligt noggrann för att kunna användas för att i konkreta områden, t.ex. Natura 2000-objekt, kunna studera hur dränkingen ser ut vid olika vattenstånd. Osäkerheterna kring transformationen av SMHIs vattenståndsdata från RH1900 till RH2000 gör att svämytan vid ett visst vattenstånd i GIS-analysen troligen inte motsvarar hur svämningen ser ut i verkligheten på en viss plats. Som beskrivits i avsnittet om NNH över Vänern vet vi inte hur väl höjddatabasen stämmer med verkliga höjder i ett specifikt strandområde. Tabell 7 visar att vissa scanningsrutor sannolikt har sämre noggrannhet än andra.

Vi hade avsikten att studera rimligheten i resultaten genom att se hur översvämningsytan fördelades över olika markslag med hjälp av den heltäckande marktäckekartan KNAS (kontinuerlig naturtypskartering, Naturvårdsverket). GIS-skikten hade olika koordinatsystem och transformationen var inte tillförlitlig vid uträkning av arealer. Vi kan genom visuella studier i GIS konstatera att det mest är olika typer av våtmarker och öppna marker, inklusive odlingsmark, som svämmas, vilket är rimligt. En del skog och exploaterad mark finns också med i sväm��aren. En del av de svämmade skogarna i analysen kan vara fastmarksskogar som inte svämmas, medan andra skogar är olika typer av strandskogar som verkligen svämmas.

Vi kan se att det är ganska små arealer av öppen strand och urvalet av Natura 2000-naturtyper som svämmas i GIS-analyserna. Man ska komma ihåg att analysen visar zonen mellan medelhögvatten och medellågvatten. Denna zon är i båda regimerna smal till följd av att vattenståndsvariationerna har minskat drastiskt efter att Vänern reglerades på 1930-talet. Hade analysen istället visat skillnaden mellan maximalt uppmätt vattenstånd och minimivattenstånd så hade arealerna blivit mycket större. Vidare är det en omfattande zon i marken ovanför den faktiskt dränkta nivån vid ett visst vattenstånd som påverkas genom att fuktighet finns i marken kopplat till sjöns vattenstånd. I Mälaren är följande siffror riktvärden för lantbruket; 1,43 m ovanför medelvattenståndet betraktas som gränsen för väl dränerad åker, 0,78 m ovanför medelvattenståndet är gränsen för ej väl-dränerad åker och 0,28 m ovanför medelvattenståndet är gränsen för försumpad åker. Ekologiskt så motsvarar gränsen för ej väl-dränerad åker gränsen mellan friskäng och fuktäng. Detta innebär att det är en betydligt större zon som påverkas av vattenståndet i sjön än den faktiskt dränkta ytan. Motsvarande resonang gäller även för vattenhabitaten, ex grunda vikar. Det är inte bara ytan som barläggs, (vilket är den yta som kommit med i GIS-analysen), som påverkas av vattenståndet utan även sjön nedåt som påverkas av vattendjupet. Detta ska man ha i åtanke när man läser resultattabellen från svämanalysen över medellågvattenstånd - medelhögvattenstånd.

Vår bedömning är att analysen bör användas med försiktighet vid studier av enskilda objekt men att den fungerar som ett slags nyckeltal för hela Vänern, visande kvantitativ förändring av den zon i landstranden som återkommande svämmas.

## Konsekvenser för naturvärden

### *Öppen strand*

Strandängar, klapperstensstränder och sandstränder är olika typer av öppen strand som alla kräver störning i vegetationstäckets för att naturtypen ska bevaras. Vattenståndsvariationer är en störningsmekanism som är direkt kopplad till hur vattenregimen är utformad. Vattenregimen samspelar med andra typer av störningsmekanismer, främst hävd genom bete eller riktade skötselinsatser som syftar till att hålla bort vedartad vegetation, eller tät vass. Uppföljning av igenväxning av öppna stränder vid Väneren har visat att igenväxning med ris, buskar och träd har ökat även i betade strandängar (dock var det statistiska underlaget litet) (Finsberg och Paltto 2010). Frånvaro av vattenståndsvariationer kan alltså även påverka stränder som har någon form av bete.

SMHIs modellering för en 30-årsperiod, av föregående och ny tillämpad regim visar på omfattande sänkning av medelvattenståndet och medelhögvattenståndet samt drastisk minskning av vattenståndsvariationer (se tabell 3). Formen på de grafer (figur 5 och 6) som visar utseendet på vattenstandsregimerna visar att mönstret över årets olika månader i stort sett är lika mellan de två regimerna, men att vattenstånden ligger lägre i ny tillämpad tappningsstrategi.

I de delar av strandzonen som är lågt belägen är igenväxningstakten som störst (Finsberg och Paltto 2010). I denna zon minskar dränkningsvaraktigheten enligt figur 7 från 51 % till 12 % dränkning.

Indikationer finns att gränsen för tuvtåteluftäng kommer att flytta ned på bekostnad av starrmad. Detta innebär att även om strandängar hävdas intensivt och hålls öppna genom bete, röjning och betesputs, så kommer deras kvalitet som våtmarkshabitat att försämrans.

Callunas svämanalys visar att svämmad areal öppen strand av strandängar, hävdade våtmarker och ängs- och betesmarksobjekt, minskar med ca 50 %. Motsvarande kvantifiering har inte kunnat göras för sandstränder, klapperstensstränder och specifik redovisning av fågelskär, men det är uppenbart att även dessa typer drabbas av sänkt medelvattenstånd och minskade vattenståndsvariationer.

Ny tillämpad regim har lägre vattenstånd vid den tidpunkt då isläggning sker än föregående regim. Det innebär att förutsättningarna för störning i strandvegetation orsakad av isskav blir ytterligare sämre. I båda regimerna saknas höjning av vattenståndet vid tidpunkt då isen vanligen ligger, vilket i båda regimerna gör att s.k. is-skjutning inte har optimala förhållanden.

Om ny tillämpad regim får verka över tid så kommer igenväxningen av stränderna att öka i omfattning och intensifieras.

Igenväxningen av öppen strand medför konsekvenser både på skyddsvärda arter och friluftsliv.

### *Fågellivet*

Störst negativ påverkan riskerar att ske på fågelskär för häckande fåglar, för flyttande vadare som rastar på strandängar och även förutsättningarna för rast i grunda vikar riskerar att försämrans för gäss och änder. I tabell 9 finns sammanfattning kring hur fåglar påverkas av ny tappningsstrategi.

#### **Fågelskär och exponerad stenstrand**

Arter som häckar på skären är beroende av av öppna miljöer med blottade grus- sand och klippmiljöer. Ett utjämnat vattenstånd med sämre förutsättningar för isbildning på hög nivå och islyft gör att igenväxningen av skären accelererar. Det gör att häckningsmöjligheterna försämrans.

Arter som riskerar att påverkas negativt av detta är: fiskmå, skratmå, storlom, drillsnäppa, silltrut, gråtrut, fisktärna och silvertärna, samtliga med spridd förekomst på fågelskär i Väneren, samt de fåtaligt uppträdande arterna vitkindad gås, ros Karl, dvärgmå och skrântärna.

Drillsnäppa och ros Karl är två småvadare som häckar på stenstranden. De är beroende av vegetationsfri strand. Ros Karl häckar enbart i kolonier av tärnor och må medan drillsnäppan även häckar utanför kolonierna. Markerna där dessa arter placerar sina bon riskerar att växa igen med sly och därefter förnaansamling (Landgren, muntligen). Det riskerar att påverka arterna så att de i framtiden får svårare att häcka.

Änder som häckar i anslutning till fågelskären har de senaste åren haft en positiv trend. De är beroende av livaktiga kolonier av måsfåglar och riskerar att påverkas negativt med färre antal häckande arter och individer om kolonierna minskar i antal och omfattning.

Storlom är beroende av stabila vattenstånd när den har påbörjat häckningen. En snabb avsänkning mellan vårflod och fjällflod (från slutet av april till slutet av maj) kan påverka arten negativt, liksom en snabb höjning.

Gråtrut häckar på skär, gärna samma mellan åren. Den riskerar påverkas negativt om dessa växer igen med buskar och sly. Det samma gäller för silltrut som föredrar skär med kort vegetation.

#### **Djupare delar av vikar med rastande dykänder och lommar**

På djup större än tre meter bedöms risken för påverkan av vattenståndsvariationerna på vegetation och tillgången på fisk och evertebrater vara liten. Det gäller bland annat de djupare delarna (myningarna) av vikar som Ölmeviken och Ekenäsviken. Tillsammans med områden i skärgårdar och kring öar är de viktiga rastplatser för lommar och dykänder. Dessa grupper söker föda på vattendjup från någon meter till flera meters djup.

Arter som födosöker på de grundare djupen riskerar att få mindre områden tillgängliga för födosök. Det gäller t.ex. vigg, knipa och brunand.

För arter som födosöker på större djup som storlom, smålom, sjöorre och småskrake bedöms risken för påverkan av möjligheten att födosöka under rast som liten.

#### **Grunda vikar, rastande gäss, simänder/dykänder**

Flera grunda vikar som är viktiga för rastande änder riskerar att grundas upp så att de inte längre är tillgängliga i lika stor utsträckning. Vattenvegetationen riskerar att bli mer enhetlig, med tätare vassar på landsidan och en ökad utbredning av flytbladsvegetation på bekostnad av vass och andra vattenväxter på sjösidan. Syreförsörjningen riskerar att bli sämre på grund av uppgrundningen. Det påverkar produktionen av av evertebrater negativt.

Sammantaget riskerar detta att ge en negativ påverkan på arter som bläsand, vigg, brunand, stjärtand med flera som rastar och äter upp sig i dessa miljöer inför fortsatt flytt och häckning. Lokaler som riskerar att försämrans som rastlokal för bland annat dessa arter är Vänersborgsviken, Kilsviken, Ölmeviken, Kinneviken och Dettern.

Större delen av de flyttande gässen går söder eller öster om Vänern (Länsstyrelsen i Västra Götaland 2011). Ändå rastar tusentals gäss i t.ex. Kilsviken och Vänersborgsviken. Gässen kan påverka utbredningen av vass i vikarna där de vistas genom bete. De betar främst i ytterkanten. Den nya tappningsstrategin riskerar att medföra att vassbestånden ersätts av flytbladsvegetation i ytterkant. Risken att detta påverkar gässen negativt bedöms som liten då vassbestånden även i fortsättningen kommer att uppta stora ytor. I viss mån bedöms gåsbetet kunna motverka trenden mot allt homogenerare vassbestånd som riskerar att bli följd av en mer utjämnad regleringsstrategi.

#### **Grunda vikar, häckande fåglar**

Den nya regimen verkar å ena sidan skapa bättre förutsättningar för vass inåt land vilket gör att biotoper som är lämpliga för vasshäckande arter, till exempel: rördrom, brun kärrhök, skäggmes, kan komma att öka i omfattning. Vassen kommer dock att expandera inåt land med den nya tappningsstrategin och får på så sätt en bättre landförbindelse. Det gör att räv och andra rovdjur lättare kan komma åt ägg och ungar.

I ytterkant har på senare år gåsbetet i vissa vikar gjort att vassen minskat i omfattning och blivit mer heterogen (Persson, 2010). För vasshäckande arter kan det innebära en positiv förändring med bättre möjligheter till födosök.

Sammantaget bedöms inte förutsättningarna för vasshäckande arter att förändras.

#### **Strandängar, rastande vadare**

Då den översvämmade arealen i strandängsmiljöerna minskar under våren kommer de att bli mindre attraktiva för rastande vadare under flytten. Den nya tappningsstrategin riskerar att bidra till sämre förutsättningar för rastande vadarfåglar. De riskerar att bli fåtaligare både i artantal och numerär.

Vegetationsförändringar med förbuskning och högre vegetation på strandängarna riskerar att leda till sämre förutsättningar för födosök för vadare då ytorna där de kan plocka insekter i den rika strandängsmiljön minskar.

Tabell 9 Artgrupper i olika typer av miljöer och hur populationerna bedöms kunna påverkas av den nya tappningsstrategin. Trend sedan 1994 hämtat från Landgren 2010.

Art/artgrupp	Lokaler	Trend i Vänern (eller nationellt) sedan 1994	Bedömd påverkan av ny tappningsstrategi	Påverkan av populationen regionalt eller nationellt
Tärnor och måsar		Ökande. Beståndet fluktuerar och arterna kan byta häckningsplats utan synbar anledning. Svarar starkt på naturvårdåtgärder på skär	Negativ	
Skrattmåsar		Ökande	Negativ	Ca 4 % av den svenska populationen finns i Vänern (Landgren 2012 och Ottosson m.fl. 2012).
Silvertärna		Ökande	Negativ	< 1 % av den svenska populationen finns i Vänern. En av få starka förekomster i inlandet i södra Sverige, särskilt i de norra delarna av sjön (Landgren 2012 och Ottosson m.fl. 2012)
Roskarl		Har minskat sedan mitten av 80-talet då det fanns ca 30 häckande par. Omkring millennieskiftet kraschade restbeståndet i Vänern.	Negativ	Försvunnen från Vänern, liksom från Västkusten, minskat i andra delar av utbredningsområdet. Beroende av kal stenstrand på skär i anslutning till mås- och tärnkolonier för häckning
Snatrand		Ökande	Negativ, följer förekomsten av kolonier	
Småskrake		Ökande	Negativ, följer förekomsten av kolonier	
Vigg		Stabil	Negativ, följer förekomsten av kolonier	
Gråtrut		Minskning	Negativ, bunden till vissa skär	Minskande trend i hela landet
Silltrut		Ökning	Negativ, beroende av skär med kort vegetation	Minskande i Östersjön, svagt minskande på Västkusten, ökande i Vänern (Ottosson m.fl. 2012).
Exponerad stenstrand Häckande vadare bl.a: Mindre strandpipare Större strandpipare Drillsnäppa		Minskning	Negativ, beroende av exponerad strand utan trädvegetation	

Art/artgrupp	Lokaler	Trend i Vänern (eller nationellt) sedan 1994	Bedömd påverkan av ny tappningsstrategi	Påverkan av populationen regionalt eller nationellt
Drillsnäppa		Minskning	Negativ, beroende av exponerad strand utan trädvegetation	Minskande trend i hela landet, beräknas ha minskat från 3 700 par på 80-talet cirka 1 700 par i dag. Förlust av häckningshabitat kan snabbt minska populationen ytterligare
Djupare vikar, rastande lommar dykänder	Ölmeviken Ekenäsviken Lurö Hults hamn Arnön	Stabil nationellt (Ottvall m.fl. 2008).		
Grunda vikar  Rastande gäss, simänder/dykänder	Vänersborgsviken, Kilsviken Ölmeviken Kinnevik Dettern	Okänt hur flyttmönstret för gäss och änder har påverkats	Negativt med förstärkt kontakt mellan land och vassar  Negativt om flytbladsvegetation breder ut sig	
Grunda vikar Häckande fåglar: Rördrom Brun kärrhök Skäggmes Småfläckig sumphöna Vattenrall	Klarälvsdeltat Ölmeviken Ekenäsviken, Lurö , Källandsö Varnumsviken Åråsviken	Stabil eller ökning (nationellt) (Ottvall m.fl. 2008).	Neutral, vassarna bör inte minska i sådan omfattning att det påverkar antalet häckande fåglar	
Strandängar Rastande vadare, bl.a: Brushane Rödbena Grönbena Storspov Myrspov	Varnumsviken Ölmeviken Kilsviken Dettern Söne mad	Okänt hur flyttmönstret för vadare har påverkats	Negativt, minskad svämning om våren gör markerna mindre attraktiva för rastande vadare.  Igenväxning med buskar och träd ger sämre födosök	

## Grunda vikar

Figur 11 visar var grundområden 0-3 meter finns enligt sjökortet. Exempelvis är stora delar av Åråsviken, Kilsviken och Fågelövikens grunda och sådana vikar är särskilt känsliga för sänkta vattenstånd, eftersom de i större grad riskerar igenväxning och förändring av undervattensvegetation. Ett ständigt sänkt vattenstånd, men framför allt under vår och sommar, leder på sikt till att vass (även kaveldun, säv, jättegröe) kan etablera sig längre ut i sjön med konsekvensen att undervattensvegetation trängs undan. Vass kan teoretiskt sett etablera sig ut till ett djup om ca 2,5 meter. Undervattensväxter har svårt att etablera sig på stora djup eftersom ljusstillgången är dålig. De är konkurrenssvaga jämfört med vass och näckrosor och riskerar att trängas undan från djupa områden om vattenståndet sjunker. De kan inte ta de nya ytorna i anspråk lika effektivt som vass och näckrosor gör. Låga vattenstånd på vintern leder också till att chansen för isprocesser som kan skapa luckighet i vassar minskar.

I studier från 2010-2011 har man sett att djuputbredningen av många makrofyter ökat mellan åren 2005 till 2010/2011 vilket är positivt (Kyrkander m. fl. 2012). Förklaringen är dock inte entydigt kopplad till förändrade vattenstånd, men kan fortfarande vara en av anledningarna, tillsammans med förändrade siktdjup och näringstillstånd. Mellan åren 2010-2011 minskade däremot djuputbredningen för flera arter, vilket inte heller enbart kan förklaras av den förändrade regimen.

Ett minskat vattenstånd under vår och sommar innebär också att strandnära ytor blottas där vassfrön kan gro och vassen kan expandera även i innerkant upp mot land. Även denna expansion sker på bekostnad av undervattensväxter, som förekommer artrikast i grunda vatten ned till ca 1,5 meters djup.

Det är svårt att kvantifiera potentiella förändringar, men det är en påtaglig risk att undervattensvegetation kan minska både i utbredning och i artantal till följd av ny tappningsstrategi och att minskningen sker både i grunda och djupare delar av litoralen. Den potentiella minskningen är starkt kopplad till att vassar kan öka både i inner- och ytterkant och att näckrosor kan etablera sig utanför vasskanten och släcka ut ljuset för bottenlevande växter.

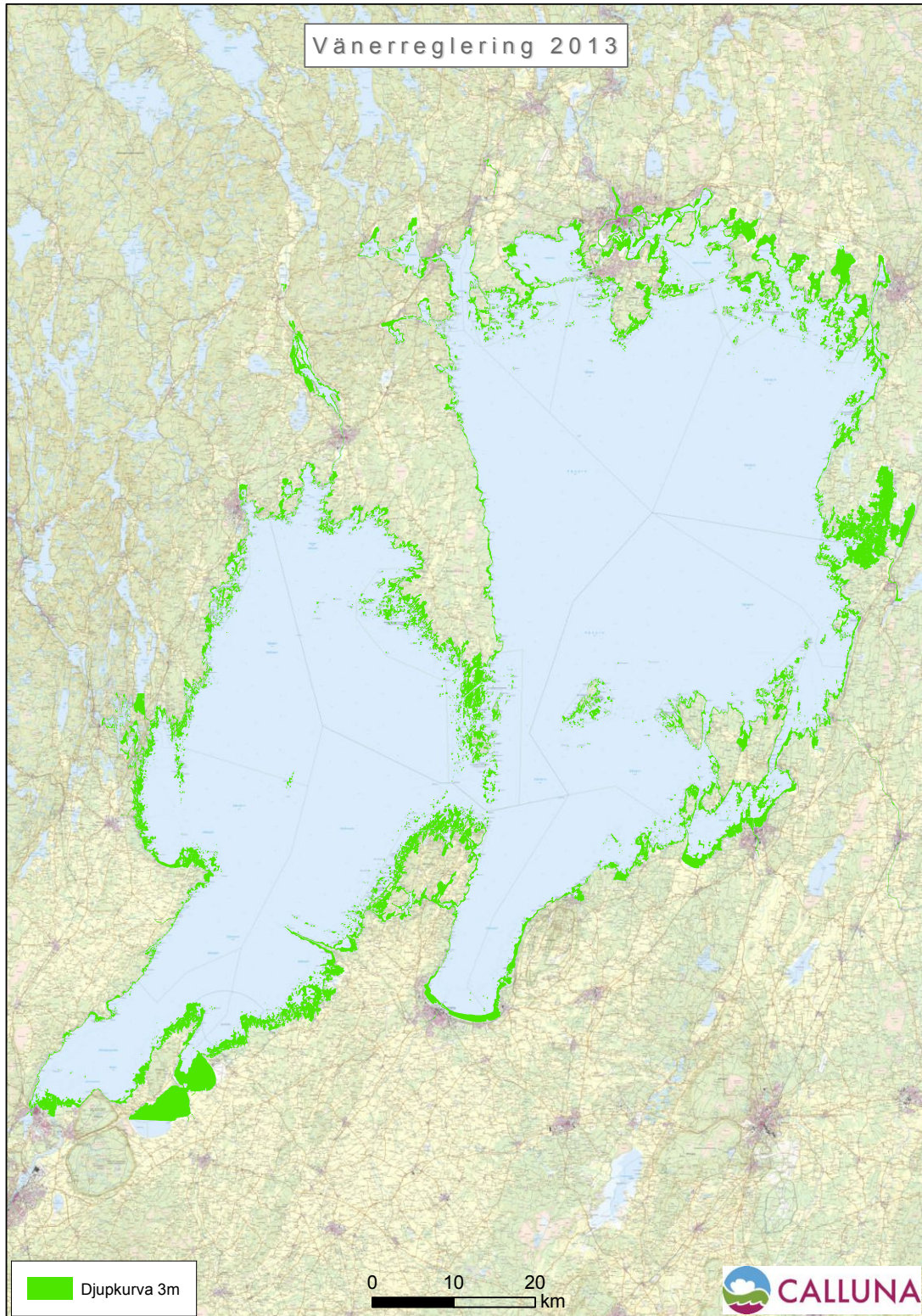
Detta kan påverka både lek- och uppväxtområden för fisk negativt. I norra delen av sjön finns flera grunda vikar av denna typ och som också klassas som näringsrika. Förutom att vattenståndet minskar i dessa vikar blir översvämningstorna längs strandlinjen mindre, vilket kan innebära negativa konsekvenser framför allt för gädda. Beräkningar av svämzoner allmänt visar en ungefärlig femtioprocentig minskning av svämmad yta (tabell 8). För fisk är det av stor betydelse när på året ytan är svämmad och för gädda är det viktigt att vattnet är högt från mars till och med maj. Så är inte fallet i Väneren idag och inte heller i ny tappningsstrategi. Då finns i allmänhet låga vattenstånd jämfört med månaderna före och efter. Förutsättningarna är därmed inte optimala för gädda vare sig i den föregående eller den nya tappningsstrategin.



Sötvattenslaboratoriet konstaterar i sina undersökningar (Andersson och Sandström 2011, Sandström 2012) att en förändrad tappningsstrategi med sänkt vattenstånd kommer att innebära förändringar i vegetationssamhällena och tillsammans med en förändrad vattenomsättning och potentiellt försämrade syresättning av vattnet kan detta påverka fisk negativt. Förändringar i undervattensvegetation och vassars utbredning är troligen det som kan påverka fiskar mest. Undervattensvegetation är en nyckelfaktor som leksubstrat, födomiljö och som gömsle.

Även denna potentiella förändring är svår att kvantifiera, men de fysiska förändringarna kommer med stor sannolikhet äga rum inom den grunda vattenzonen 0-3 meter, vilket totalt innebär en areal om ca 65 000 ha. I flacka områden kan en stor andel påverkas av ett sänkt vattenstånd, medan om strandprofilen är brantare kommer en liten andel att påverkas. Vi har inte tillgång till mer högupplösta bottenprofiler och kan därför inte peka ut vilka områden som kan förväntas påverkas i störst utsträckning.

Sötvattenslaboratoriet har i uppgift att bedöma konsekvenser för fiskbestånd till följd av dessa förändringar. En mycket stor del av rekryteringen sker i grunda områden och ett minskat vattenstånd under våren och försommar kan därför innebära minskade arealer tillgängliga för både lek- och uppväxt.



Figur 11. Grönt område är enligt sjökortets 0-3 meterskurva. Den totala arealen inom detta djupintervall är ca 65 000 ha. Data är klippt vilket gör att de sydligaste delarna inte finns med.

## Konsekvenser för friluftsliv

### Aktiviteter

En mycket stor andel (37 av 43) av de friluftaktiviteter som listats enligt Fredman m.fl. (2008) kan utföras i Vänern, dess öar och strandmiljöer (tabell 10). Siffran ska tolkas ungefärligt, eftersom friluftslivet tenderar att specialiseras och diversifieras får 37 aktiviteter ses som ett minimimått. 6 aktiviteter är "vinteraktiviteter": de är beroende av snö och is. 21 aktiviteter är utpräglade landaktiviteter: de genomförs på land. 8 aktiviteter är utpräglade vattenaktiviteter: de genomförs i vattnet.

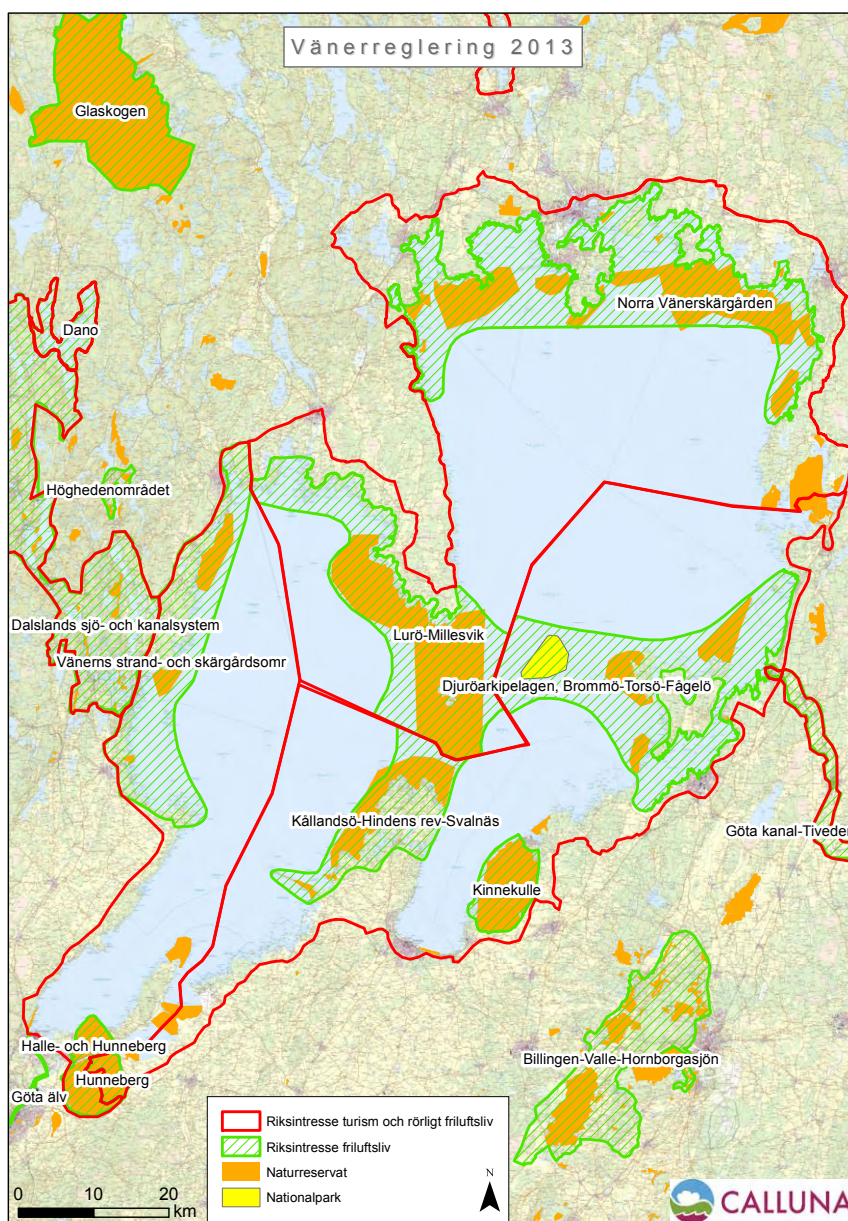
Tabell 10. Minst 37 friluftaktiviteter kan utövas i Vänern, dess öar och strandmiljöer. Tabellen visar ungefär på året som det är säsong för aktiviteten, om den sker i vatten eller på land, om utövandet påverkas av igenväxning och vattenstånd. Landaktiviteterna listas först, därefter vattenaktiviteter.

Aktivitet	Årstid	Vatten	Land	Igenväxning	Vattenstånd
Strövat i skog och mark	Feb-okt		x	x	
Nöjes- och motionspromenad	Feb-okt		x	x	
Promenad med hund	-		x	x	
Vandrat på vandringsled i låglandsterräng	April-sept		x	x	
Jogga/ sprungit i terräng	Feb-okt		x	x	
Gått stavgång	Feb-okt		x	x	
Cyklat i terrängen (MTB)	april-sept		x	x	
Cyklat på vägar	April-sept		x	x	
Åkt rullskridskor/ inlines/ rullskidor	April-sept		x	x	
Solbadat	maj-sept	x	x	x	
Spelat golf	April-sept		x	x	
Orienterat	Mars-okt		x	x	
Klättrat, bestigit berg	Mars-okt		x	x	
Ridit i terräng	-/feb-okt		x	x	
Arbetat i trädgården	Feb-okt		x	x	
Tältat/övernattat i naturen	April-okt		x	x	
Haft picknick eller grillat i naturen	April-sept		x	x	
Studerat växter/djur/fågelskådat	- /mars-okt		x	x	
Mediterat, Yoga eller liknande i naturen	-/ april-sept		x	x	
Jagat	Enl. Jaktlagen	(x)	x	x	
Badat utomhus i pool/äventyrsbad	Maj-aug		(x)	(x)	
Badat utomhus i sjö/hav	maj-sept	x		x	x
Dykt, snorklat	Maj-sept	x		(x)	x
Paddlat kanot/kajak	Mitten av april-okt	x		(x)	x
Seglat, vind/vågsurfat	Maj-sept	x		x	x
Kört/åkt vattenskidor/wakeboard	Maj-sept	x			x
Fritidsfiskat	Enligt Fiskelagen	x		x	x
Kört/åkt motorbåt	maj-aug	x		x	x
Kört/åkt vattenskoter/jetski	Maj-aug	x			x
Kitesurfing.	Maj-sept	x			x
Gått på snöskor	Vinter			x	
Åkt skridskor/långfärdsskridskor	Vinter			x	
Åkt längdskidor/turskidor	Vinter			x	
I Kört/åkt hundspann	Vinter			x	
I Åkt pulka/kälke	Vinter			x	
Kört/åkt snökoter	Vinter			x	
Spelat paintball, rollspel (lajv) etc	-			(x)	
Bedrivit geocaching	-			(x)	

## Identifiering av miljöer

En okulär analys har gjorts av överlapp mellan svämzoner och i) naturreservat, ii) 3 kap riksintresseområden för friluftsliv, och iii) kuststräckor som ej omfattas av dessa två typer av områden (figur 12). Syftet har varit att uppskatta tappningsstrategins påverkan på dessa tre olika typer av områden. Naturreservaten har antagits ha friluftsliv som syfte (Thordarson muntligen 2013).

Vänern är i sin helhet ett 4 kap riksintresseområde för turism och friluftsliv, och stora delar är 3 kap MB riksintresseområde för friluftsliv. En jämförelse med svämanalyserna visar att grunda områden förekommer inom naturreservat och 3 kap MB riksintresseområden. Djurö nationalpark ligger också i ett grunt område. Utanför 3 kap riksintresseområdena finns också grunda områden med rika friluftslivsmiljöer.



Figur 12. Överlapp mellan riskintressen för turism, rörligt friluftsliv och naturreservat och nationalparker.

## *Påverkansfaktorerna*

Igenväxning leder till förändrad landskapsbild och kan leda till förändrad tillgänglighet. Beroende på vilken vegetation som utvecklas kan tillgängligheten förbättras med tiden (små täta snår av träd blir stora träd med mellanrum emellan) eller fortsätta att vara ogenomträngliga (svämskogar av sälg och andra lövträd). Igenväxning leder också till att sandstränder försvinner eller att ytan exponerad sand minskar.

Vattennivån kan påverka möjligheten till bad i grunda områden och möjlighet och tillgänglighet att genomföra vattenanknutna friluftaktiviteter. Vattennivån kan påverka vattenkvaliteten. Sandstränder får redan idag påfyllnad av sand (källa), och en lägre vattennivå kan medföra att det uppstår en mjukbotten utanför stranden utan sand, som skapar en sämre vattenkvalitet och en sämre upplevelse av badet (gegga mellan tårna, ofräscht).

## *Konsekvenser*

- Svämanalysen visar att den nya tappningsstrategin har stora konsekvenser för hur stor areal svämmad landstrand som ligger inom svämzonen: från 8533 ha begränsas landstranden som svämmas till 4435 ha. Det får stora konsekvenser för friluftslivet då majoriteten av friluftaktiviteterna påverkas av igenväxning (tabell 10).
- Svämanalysen visar att den nya tappningsstrategin har stora konsekvenser för hur stor areal öppen strand som ligger inom svämzon. Av endast 806 ha för föregående regim svämmas endast 378 ha med modellerad strategi. Arealen förändras med -53%. Det får stora konsekvenser för friluftslivet som sker på öppna badstränder. Den aktivitet som det får störst konsekvenser för är badlivet i grunda vikar med sandstrand.
- Ca 15 000 ha Natura 2000-naturtyper är beroende/gynnade av vattenståndsvariationer. Med föregående tappningsstrategi svämmas 834 ha, och med ny modellerad svämmas 457 ha (svämning här medellågvatten till medelhögwater). Det är osäkert vilka konsekvenser det får för friluftslivet.
- 6 friluftaktiviteter är "vinteraktiviteter": de är beroende av snö och is. Igenväxningen kan få konsekvenser för dessa aktiviteter. Underlag saknas för att bedöma konsekvens av vattenståndnivå.
- 21 aktiviteter är utpräglade landaktiviteter: de genomförs på land. Igenväxning, men även vattenståndnivå, kan få stora konsekvenser för dessa aktiviteter.
- 8 aktiviteter är utpräglade vattenaktiviteter: de genomförs i vattnet. Vattenståndnivå och igenväxning kan få stora konsekvenser för utövandet av de aktiviteterna.

- Friluftsliv som använder vattenmiljöerna är känsligt för vattenståndsnivån, särskilt under perioden maj-september.
- Friluftsliv är också känsligt för igenväxning. Igenväxningen påverkar friluftslivet året runt, särskilt perioden feb-nov.

#### **Exempel vandringsleder**

Vandringsleder som går nära vatten kan påverkas av vattenståndsnivån. Anlagda spänger kan påverkas av is. Själva leden kan i vissa perioder stå under vatten. Igenväxning kan leda till att utsikten försvinner och de miljöerna som skulle upplevas växer igen.

#### **Exempel bada utomhus i sjö**

Bad påverkas av både vattenståndsnivå och igenväxning. Vätern har populära badplatser som är långgrunda och med sandstrand och sandbotten. Vattenståndsnivån kan påverka om det går att bada överhuvudtaget. Igenväxning kan medföra att badplatsen upphör att attrahera och att möjligheten att bada försvinner på sikt om inte skötselåtgärder genomförs. Gaddesanna och Svalnäs är exempel på sådana badplatser.

#### **Exempel fritidsfiske**

Fritidsfisket påverkas av både vattenståndsnivå och igenväxning. Vattenståndet påverkar ekosystemen och förändringar av ekosystem kan påverka fiskpopulationer. Igenväxning kan påverka tillgängligheten både på land och i vatten för fritidsfisket.

#### **Exempel naturreservat och riksintressen**

Svämanalyserna visar att tappningsstrategin får stora konsekvenser i 3 kap riksintresseområden för friluftsliv och i naturreservat. Likaså får tappningsstrategin stora konsekvenser för Djurö nationalpark.

Längs grunda kuststräckor utanför 3 kap MB riksintresseområden och naturreservat kommer tappningsstrategin också att få konsekvenser. Gullspång/Årsåviken och Hindens rev-Vänersborg är exempel på sådana kuststräckor. Dessa kuststräckor omfattar:

- grunda områden
- tätortsnära friluftsområden
- fritidshusområden.
- badstränder
- områden för turistsatsningar

#### **Övriga konsekvenser - exempel**

Den förändrade tappningsstrategin kan också få konsekvenser för:

- identitet
- immateriellt kulturarv
- tillgänglighet till friluftsområden

- kommunernas attraktivitet som boende och fritidsmiljö
- regional utveckling

### *Slutsats friluftsliv*

Det är uppenbart att en justering av tappningsstrategin är nödvändig för att bibehålla det friluftsliv som är kännetecknande för Vänern, dess öar och strandområden. En justering behövs både för att minska igenväxning och därmed negativ påverkan på sådana aktiviteter som pågår året runt och för att vattenmiljöer och stränder ska vara funktionella och attraktiva under maj-sept.

Om det inte räcker med en justering av tappningsstrategin kan ökade skötselåtgärder bli nödvändiga. Det pågår redan skötselaktiviteter som vassröjning av vikar, vid fritidshus, på stränder och i badvikar för att vidmakthålla de önskvärda miljöerna. En långsiktig, samordnad strategi vore önskvärd för friluftslivet för att undvika målkonflikter med naturvärden, och för att vägleda de aktörer som genomför skötselåtgärder.



Foto: Skötselåtgärder strandbad.

## Identifierade kunskapsbrister

### *Naturvärden*

- Fler överlagringsanalyser i GIS kan vara motiverade att göra; naturtypsfördelning av svämmade områden, zon mellan medelhögvattenstånd och medellågvattenstånd. Fler ytor inom visst höjdintervall som speglar ekologiskt intressanta vattenstånd kan skapas från NNH, SMHIs vattenståndsdata samt ekologiska kunskapsunderlag för arter eller vegetationstyper.
- Det vore också bra att ha bättre kunskap om fel och noggranheter i laserscanningen, samt i kopplingen mellan SMHI:s vattenstånd och översvämninganalyser. Ett antal typiska områden skulle närmare kunna studeras och bedömningar på objektsnivå kan då göras.
- Standardiserad uppföljning av olika typer av strandvegetation har gjorts för att följa förändring av Vänerns strandvegetation. Calluna föreslår att dessa inventeringar kompletteras med att identifiera vegetationsgränser mellan olika vegetationstyper i strandzoner. En metod är att mäta höjden i ett antal strickprov för viktiga vegetationsgränser. Det bästa är om dessa gränser kan anses ha uppkommit under perioden för föregående regleringsstrategi. För dessa gränser mäts höjden in i fält alternativt så används laserscannade höjder från NNH. Det senare är mindre tidskrävande. Sedan kan vegetationstyperna, eller s.k. ledarter, kopplas till dränkningsvaraktighet. Sådana data kan användas för att prediktera förskjutningar, och krympningar av vegetationszoner.
- Bottenprofiler i grundområden kan vara viktiga för att förutsäga och bedöma konsekvenser för fiskbestånd, vegetation m.m. Sjökortets 3-meterskurva är inte tillräcklig för att bedöma konsekvenser i grunda vattenområden.

### *Friluftsliv*

- För friluftslivet råder det en stor kunskapsbrist både vad gäller kvantitativa och geografiska data. Kunskap om friluftsliv kan i viss mån dras från kunskap om naturen, men det behövs också egen kunskap om friluftslivet för att kunna bedöma konsekvenserna av den nya tappningsstrategin för Vänerna. Med GIS-data om friluftslivsutövning och friluftsvärden i landskapet kan flera överlagringsanalyser i GIS kan vara motiverade att göra.
- Ytterligare utredningar för friluftsliv bör inriktas på att öka kunskap om utövning av friluftsliv. Metoder finns att tillgå se t.ex. Emmelin m.fl. 2010, Driskell m.fl. 2002 och s.k. Vardagslivskartläggning vilken genomförts bl.a. i Marks kn. De nationella undersökningar som genomförts omfattar inte barnens friluftsliv.
- Ökad kunskap om landskapets friluftsvärden. Metoder finns att tillgå för detta syfte t.ex. Landskapskaraktäranalys (Trafikverket 20XX, Länsstyrelsen



Västmanlands län 2012) och metod för att beskriva upplevelsevärden (Naturvårdsverket 2008). Dessa metoder passar också ihop med Europeiska Landskapskonventionens inriktning och med Biosfärområdets uppdrag som modellområde för hållbar utveckling.

- Införa långsiktig monitoring av friluftsliv och landskapets friluftsvärden. En geodatabas skulle vara till nytta för uppföljning av tappningsstrategins påverkan på friluftslivet. Det finns ingen svensk databas för friluftsliv, ej heller för Väneren (Stenseke muntligen 2013).
- Särskilt följa utvecklingen i naturreservat, Djurö nationalpark, riksintresseområden för turism och friluftsliv
- Genomföra ekonomisk inriktade analyser av tappningsstrategins konsekvenser för friluftslivet. T.ex. konsekvenser för kommunernas attraktivitet, fritidshuspriser och turismintäkter baserad på friluftslivsvärden och tappningsstrategikan medföra kostnader för upprätthållande av friluftsvärden.

## Förslag till justeringar i tappningsstrategin

Följande faktorer bedöms utifrån resultaten ovan vara viktiga att beakta vid en justering av tappningsstrategin där syftet att göra tappningsstrategin mer naturvårdsanpassad främst i jämförelse med nu rådande regim (modellberäknad tillämpad) men också i jämförelse med föregående regim (observerad vattenstånd 1978-2007):

- Skapa större vattenståndsvariationer. Främst inomårsvariationer med skillnad mellan låg- och högvatten, men även mellanårsvariationer.
- Se till att högvattnet i så stor utsträckning som möjligt hamnar vid den årstid där det skulle ha hamnat om sjön var oreglerad.
- Skapa högre vår- och försommarhögvatten, vilket också medför större svämzon.
- Skapa gynnsamma förutsättningar för isprocesser som medför störningar i strandvegetationen.

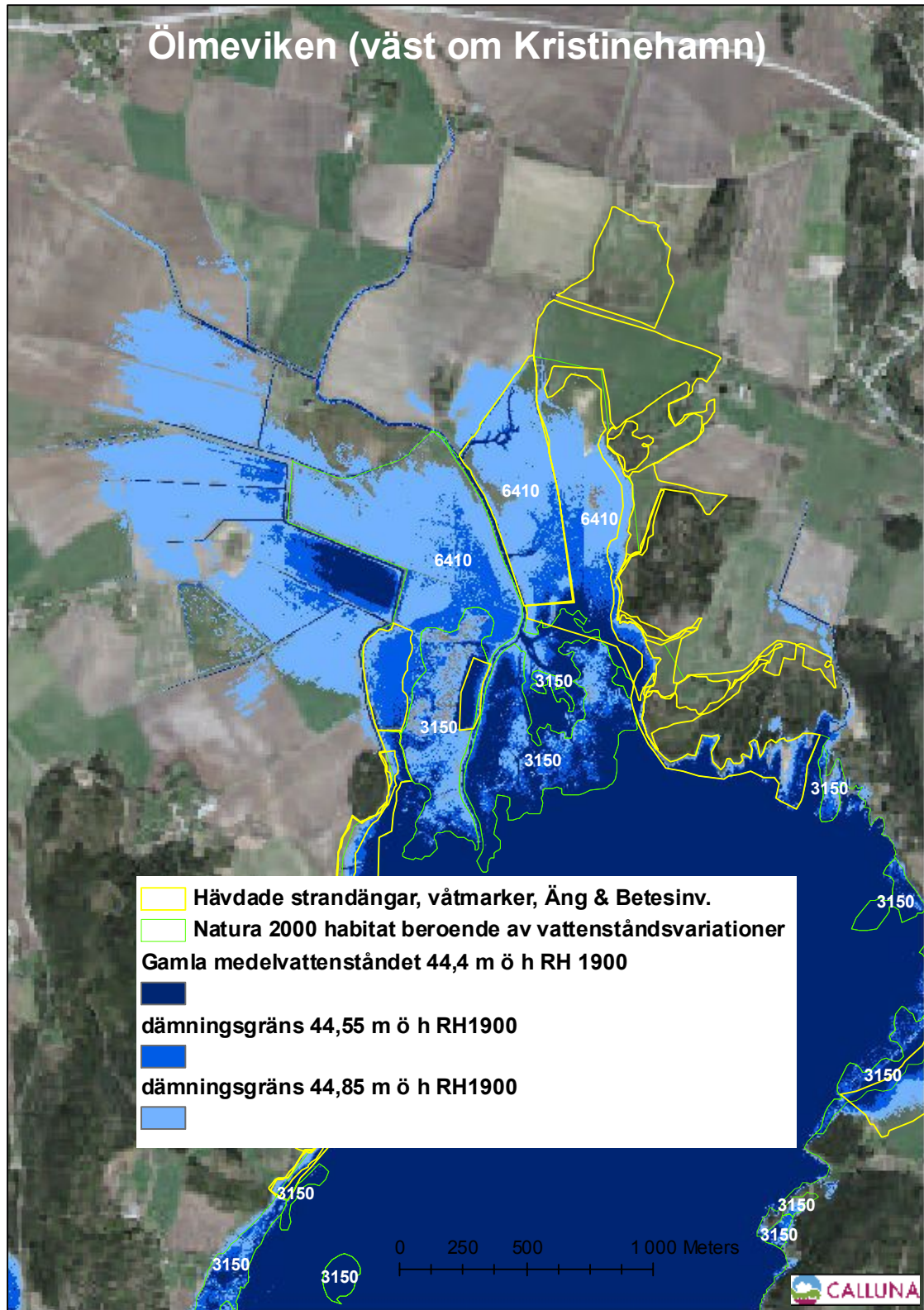
Målet är att hålla ett nytt förslag till tappningsstrategi inom nu gällande vattendom med dämninggränserna:

- 1 jan - 8 mars sjunkande från 44,85 till 44,55
- 9 mars - 5 maj 44,55
- 6 maj - 31 maj stigande från 44,55 till 44,85
- 1 juni - 31 dec 44,85

Sjöfarten önskar att vattenståndet inte understiger ca 44,00.

Figur 13 visar vattnets utbredning vid de två dämninggränserna på lokalen Ölmeviken väst om Kristinehamn. Naturtyperna 6410 (Fuktängar med blåttåtel eller starr) och 3150 (Naturligt eutrofa sjöar med nate eller dybladsvegetation) visas.

Texten nedan om olika vattenstånd vid olika tidpunkter under året beskriver hur Calluna har resonerat kring förslaget till ny tappningsstrategi med naturhänsyn.



Figur 13. Illustration av var vattnet hamnar vid de två olika dämningsgränserna.

### Sensommar-höst

Calluna föreslår att lågvattnet infaller på sensommar-hösten, från slutet av augusti (eller början av september) till oktober. I både ny tillämpad tappningsstrategi och i modellberäknat naturlig vattenregim infaller lågvattnet under hösten, men för att

vattnet ska hinna stiga tillräckligt fram till isläggning kan det vara positivt att lågvattnet inträffar tidigare än idag. Lågvatten behövs för att skapa vattenståndsvariationer i regimen. Lågvatten på sensommar/höst möjliggör också betesputsning och skötsel av lågt belägna betesmarker och våtmarker.

Vattnet ska sedan få stiga för att nå höga, men acceptabla nivåer, vid normal tidpunkt för isläggning. Tidpunkt för isläggning varierar mellan olika delar av sjön och mellan olika år. Vi har räknat med att isläggning oftast sker i januari.

### *Vinter*

Vattenståndet under vintern ska vara högt för att möjliggöra isprocesser i så stor del och så högt upp i strandzonen och på öar och skär som möjligt. Vattenståndet ska frekvent ligga över 44,4. Extrema år kan vattenståndet vara så högt som upp mot 44,85.

### *Vår och försommar*

Från början av mars är det viktigt att vattenståndet, de flesta år, är så högt att landstranden svämmas. Detta för att gynna gäddlek. Ett riktmärke är att den föregående strategis landstrand svämmas, d.v.s. nivåer över 44,4. Under våren från april och framåt är det viktigt med svämning av strandängar och våtmarker, för häckande och rastande fåglar samt för groddjur. Fåglar som exempelvis skrattnås lägger sina reden nära strandlinjen. För att en höjning av vattenståndet inte ska påverka häckningsmöjligheten måste andra miljöer högre upp vara tillgängliga för häckning.

Kurvan för modellberäknad naturlig vattenregim visar en stigning under månaderna mars till och med maj. Detta mönster ska vara vägledande för justering av tappningsstrategin. Vilka nivåer som är acceptabla blir en avvägning mot översvämningsrisker.

### *Högsommar-sensommar*

Efter 1 juni ska vattnet sjunka till så låga nivåer som möjligt i september, oktober. Enstaka avvikande år med högt sommarvattenstånd som varar några veckor kan medföra avdödning av gran och andra trädarter som klarar dränkning dåligt. Detta eftersträvarsvärt för att komma till rätta med igenväxning.

### *Amplitud inom året*

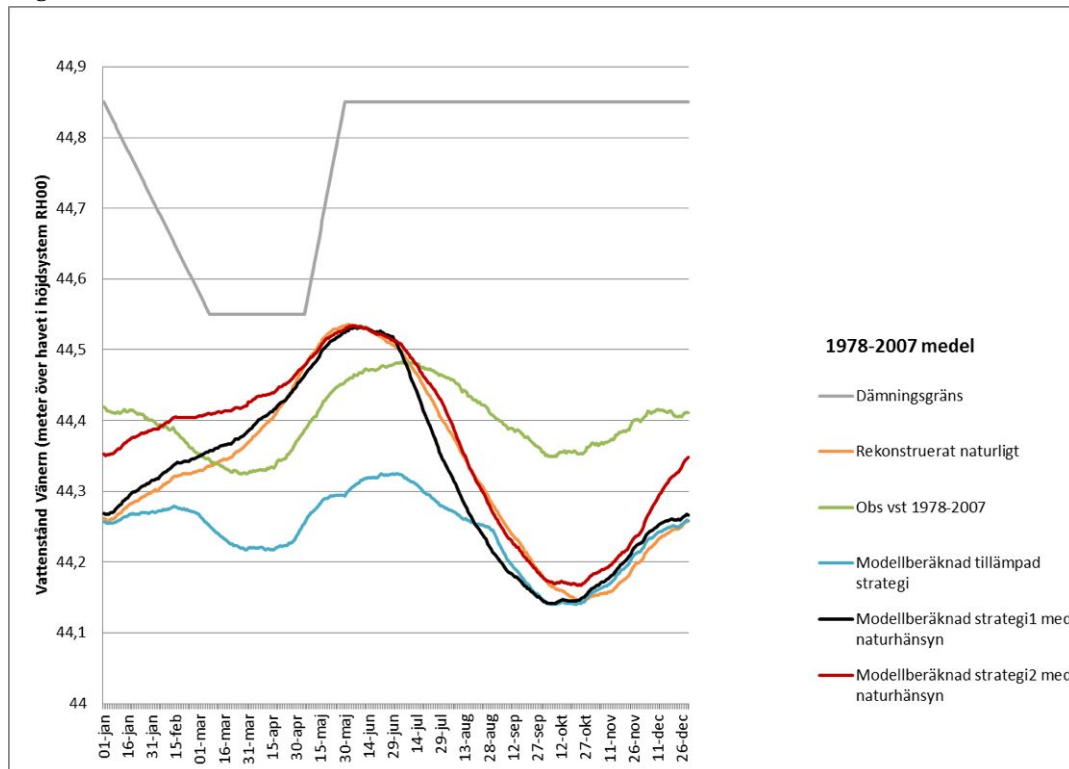
I föregående tappningsstrategi 1978-2007 var det 67 % av åren som hade vattenståndsvariation större än 0,5 m för helåret. Detta har minskat till 23 % av åren. En naturvårdsanpassning av tappningsstrategin ska öka vattenståndsvariationerna, helst så att minst hälften av åren har mer än 0,5 m skillnad mellan hög- och lågvatten.

## Del 2

# Tappningsstrategi med naturhänsyn

SMHI har under hösten 2013 och våren 2014 tagit fram två förslag på justerad tappningsstrategi (Eklund och Bergström 2014) med utgångspunkt från Callunas förslag. I den första strategin försökte man skapa en tappningsstrategi med likartat medelvattenstånd som det rekonstruerade naturliga medelvattenståndet. I den andra strategin ökades vintervattennivån något och avsänkningen mot sommarlågvattnen senarelades något jämfört med det första förslaget. Målet var att hålla båda strategierna inom befintliga dämninggränser. Strategierna kallas hädanefter "Strategi 1 med naturhänsyn" och "Strategi 2 med naturhänsyn" (figur 14) och jämförs med vattenregimen observerade vattenstånd 1978-2007 och modellerad tillämpad strategi 1978-2007. Den senare är en modellering av den nu rådande vattenregimen. Alla strategier är modellerade i klimatperioden 1978-2007 förutom de observerade som är faktiska vattenstånd i denna period.

För att åstadkomma strategierna har tappningen under framför allt första halvåret minskat, i strategi 2 minskar den redan under december. Under andra halvåret bibehålls tappningen så att den sker i enlighet med den nya tappningsstrategin (den nu rådande strategin). I Eklund och Bergström (2014) redogörs närmare för hur strategierna åstadkommit, hur ofta dämninggränserna överskrids med de olika strategierna och hur vattenståndet i Vänern skulle se ut under år med höga respektive låga flöden etc.



Figur 14.

Medelvattenkurvor för tappningsstrategier med naturhänsyn (röd och svart kurva) jämfört med rådande tappningsstrategi modellerad i klimatperioden 1978-2007 (blå kurva), observerade vattenstånd under perioden 1978-2007 samt historiskt vattenstånd modellerat i klimatperioden 1978-2007. Källa: SMHI Eklund och Bergström 2014.

## Medelvattenstånd, medelhögvattenstånd och medellågvattenstånd

I strategierna med naturhänsyn är medelvattennivån återigen uppe på nivåer som motsvarar 1978-2007 års observerade medelvattenstånd. Strategi 2 är den som är mest lik det observerade tillståndet. Skillnaden mot den modellerade tillämpade strategin är stor, medelvattenståndet ligger där ca 10-15 cm lägre och skillnaden är ännu större när man tittar på medelhögvattenståndet. Där ligger strategierna med naturhänsyn ca 20 centimeter över den tillämpade strategin (tabell 11). Som tidigare nämnt motsvarar avståndet mellan medellågvattenstånd och medelhögvattenstånd en generaliserad svämzon i strandmiljön. Denna fysiska plats i stranden blir således med naturstrategierna återigen arealmässigt ungefär lika stor som i observerad regim 1978-2007. Svämzonen omfattar i naturstrategierna ca 50 cm i höjddled under vegetationsperioden jämfört med ca 35 cm i tillämpad strategi och 42 cm i observerad. Naturstrategierna har en ekologiskt funktionell svämning med kapacitet att strukturera vegetationen och hämma igenväxningsprocesser. Medellågvattenstånden skiljer sig mindre åt mellan tappningsstrategierna, där handlar det om ca 5 cm skillnad.

Tabell 11. Vattenstånd (m över havet i RH1900) under olika tappningsstrategier. Alla strategier är modellerade i klimatperioden 1978-2007 förutom de observerade som är faktiska vattenstånd i denna period. Färgade fält motsvarar de olika strategiernas färg i figur 14. Källa: SMHI Eklund och Bergström 2014.

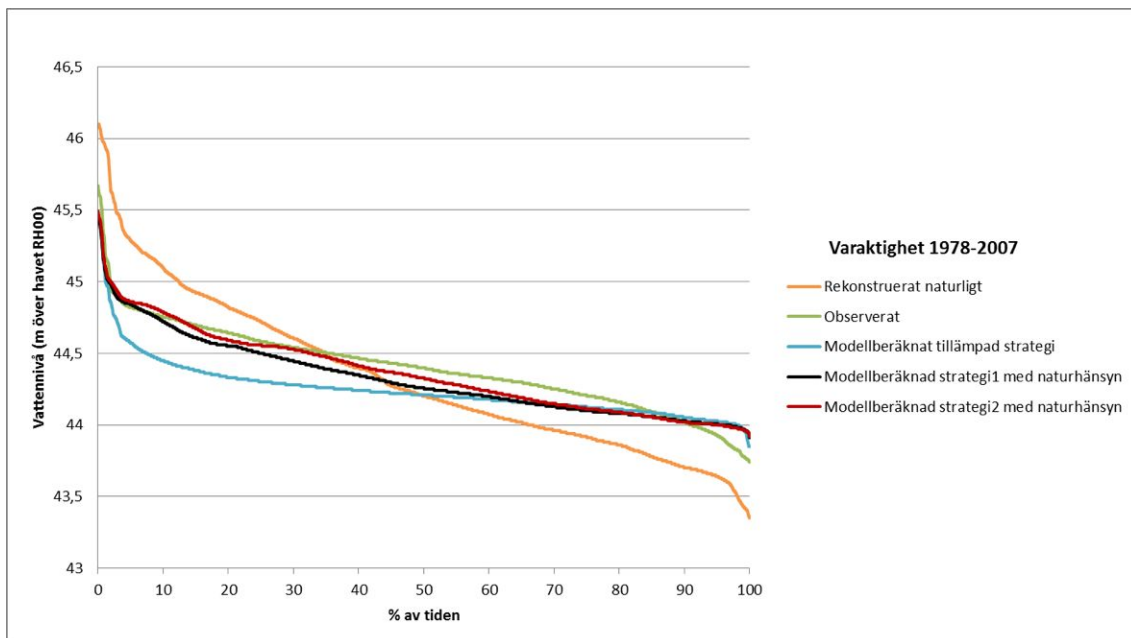
	1978-2007 Hela året Observerat vattenstånd	1978-2007 15 april-18 oktober Observerat vattenstånd	1978-2007 Hela året Modellerat vattenstånd tillämpad strategi	1978-2007 15 april-18 oktober Modellerat vattenstånd tillämpad strategi	1978-2007 Hela året Modellerat vattenstånd strategi 1 med naturhänsyn	1978-2007 15 april-18 oktober Modellerat vattenstånd strategi 1 med naturhänsyn	1978-2007 Hela året Modellerat vattenstånd strategi 2 med naturhänsyn	1978-2007 15 april-18 oktober Modellerat vattenstånd strategi 2 med naturhänsyn
<b>Högsta högvatten- stånd</b>	45,67	45,17	45,44	44,99	45,46	45,08	45,49	45,12
10percentil högvatten- stånd	44,94	44,86	44,74	44,62	45,01	44,88	45,00	44,90
<b>Medelhög- vattenstånd</b>	44,74	44,62	44,50	44,42	44,68	44,60	44,71	44,61
90percentil högvatten- stånd	44,44	44,23	44,27	44,24	44,31	44,16	44,34	44,24
10percentil, årsmedel- vattenstånd	44,66	44,70	44,39	44,42	44,58	44,63	44,67	44,70
<b>Medel- vattenstånd</b>	44,40	44,42	44,24	44,25	44,32	44,36	44,36	44,39
90percentil, årsmedel- vattenstånd	44,18	44,10	44,13	44,13	44,11	44,10	44,09	44,09
10percentil lägvatten- stånd	44,32	44,41	44,12	44,17	44,19	44,20	44,27	44,30
<b>Medellåg- vattenstånd</b>	44,11	44,20	44,04	44,07	44,06	44,10	44,08	44,13
90percentil, lägvatten- stånd	43,81	43,92	43,96	43,97	43,95	43,97	43,95	43,95
<b>Lägsta lägvatten- stånd</b>	43,74	43,74	43,85	43,85	43,91	43,96	43,92	43,94
<b>Skillnad låg- och högvatten- stånd i m</b>	0,63	0,42	0,46	0,35	0,62	0,5	0,63	0,48

## Varaktigheter och frekvenser

Varaktighetsdiagrammet i figur 15 visar, för de fyra regimerna samt för rekonstruerad naturlig, hur stor andel av alla dygn under 30-årsperioden som en viss höjdnivå är dränkt. Strategierna med naturhänsyn är ganska lika det observerade tillståndet men har en lutning som är mer lik kurvan för rekonstruerad naturlig. Jämfört med den tillämpade regimen innebär strategierna med naturhänsyn att varaktigheten på vattenstånd över 44,4 m ökar och liknar observerade förhållanden som rådde 1978-2007. Detta vattenstånd (44,4 m) motsvarar medelvattenståndet i det observerade tillståndet 1978-2007. Nivån motsvarar även nedre gränsen för den lågstrandzon som definierades i rapport om igenväxning (Finsberg och Palto 2010), en zon där mycket igenväxning skett under senare tid. Dränkingsvaraktigheten för denna nivå är i regim modellberäknad tillämpad 10 % av tiden, medan varaktigheten är ca 40 % av tiden i strategier med naturhänsyn och i regimen med observerade vattenstånd 1978-2007.

Varaktigheten på låga vattenstånd, under ca 44,1 förändras inte.

En studie vid några oligotrofa sjöar i södra Sverige visade att alarnas nedre gräns på svagt exponerade stränder bestämdes av dränkingsvaraktigheten och den befanns vara kring 20% av vegetationsperioden (1/5 - 30/9) (Nicklasson 1979). Björk liknar al vad gäller dränkningstolerans. I tolkning av vattenregimen har vi med anledning av detta antagit att alens nedre gräns utbildas vid ca 20 % dränkning under vegetationssäsong.

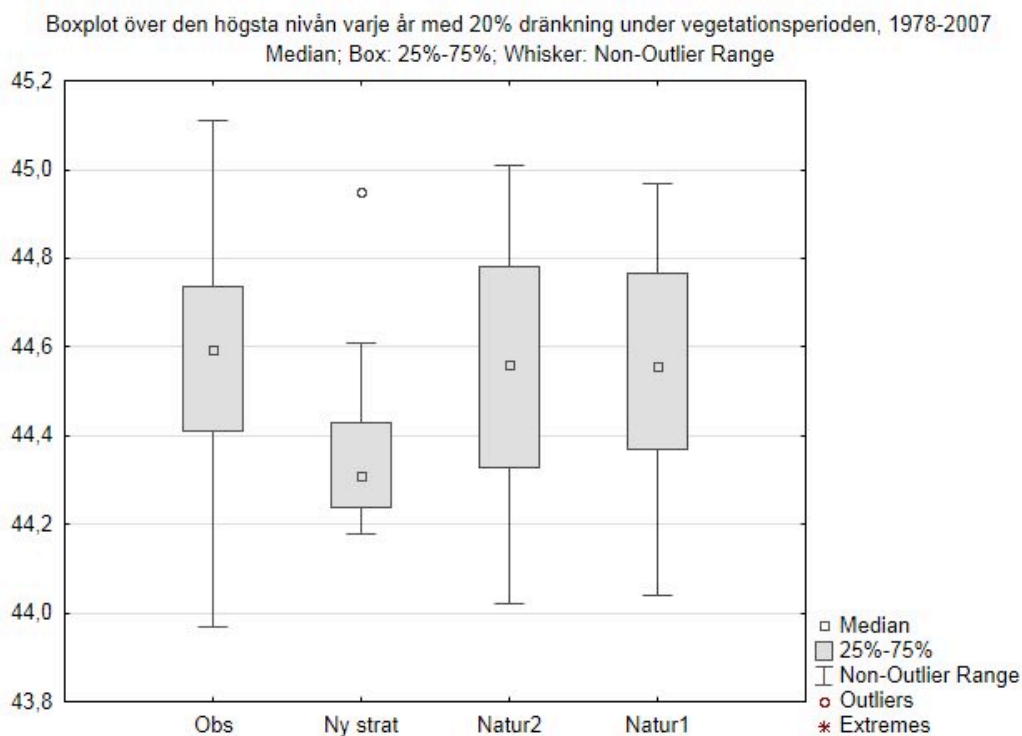


Figur 15. Dränkingsvaraktigheter för hela året i olika tappningsstrategier, räknat på dygnsvärden från 30 år.

Figur 16 visar boxplot med variation kring medianvärdet för höjdnivåer med 20 % dränkingsvaraktighet under vegetationsperioden (15 april - 18 oktober) i de olika vattenregimerna. Regim modellberäknad tillämpad ligger på ca 2,5 dm lägre median än de andra regimerna som är ganska lika varandra. I regimen med observerade vattenstånd ligger medianen på nivån 4,59 m och den nivån ligger en bra bit upp i

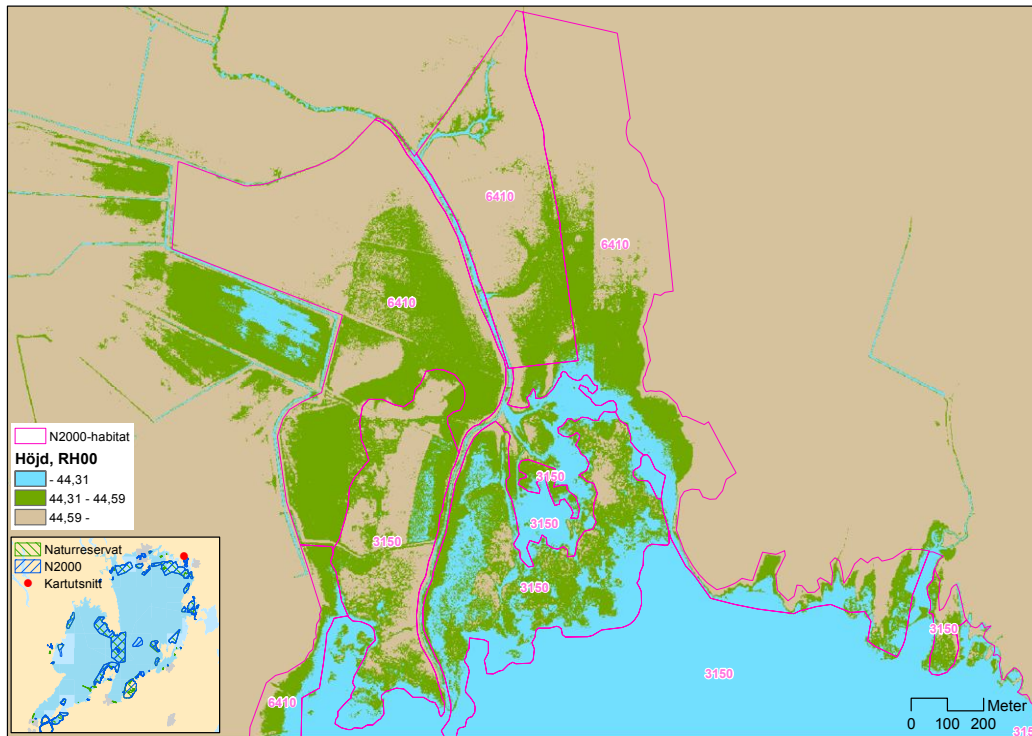
lågstrandzonen. Figur 17 visar en kartbild som illustrerar dessa gränser i Ölmeviken. Ölmeviken har mycket flack strand och här har gränsen för 20 % dränkning flyttats ned flera hundra meter i modellberäknad tillämpad strategi jämfört med de övriga strategierna. Al och björk kan alltså växa avsevärt närmare vattenlinjen i modellberäknad tillämpad strategi vilket ökar igenväxningsgraden jämfört med övriga strategier.

Vid ungefär 10 % dränkingsvaraktighet under vegetationsperiod går gränsen mellan starrmad och tuvtåtel-fuktäng enligt studier från Tåkern (Andersson 1973). Överfört till Vänern innebär detta att i regimen med observerade vattenstånd 1978-2007 ligger nivån för 10 % dränkning under vegetationsperiod vid 44,75 m. I tillämpad modellerad strategi ligger 10 % dränkingsvaraktighet på 44,46 m. I strategi naturhänsyn 1 är nivån 44,77 och i naturhänsyn 2 44,81 m. Detta innebär att förutsättningarna i vattenregimen för utbredningen av starrmad är bäst i naturhänsyn 2. Med strategier med naturhänsyn flyttas denna punkt upp i terrängen ca 30-40 cm i höjd jämfört med ny tillämpad strategi, vilket återigen ger större utrymme för våtmarksvegetation.

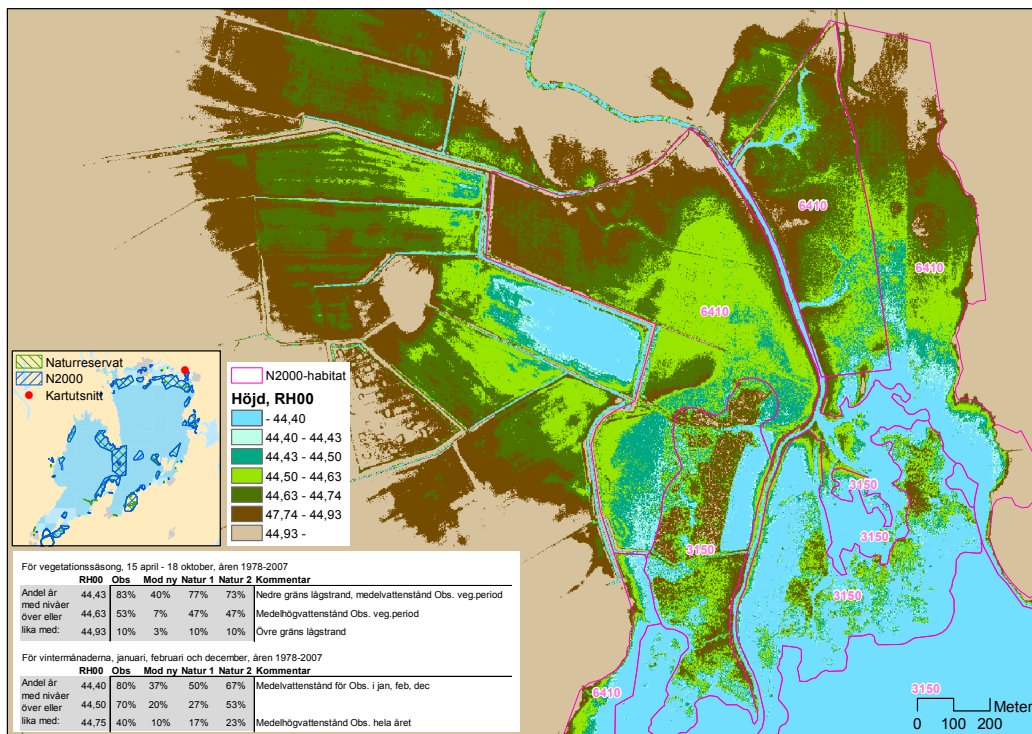


Figur 16. Diagrammet visar boxplotdiagram för de fyra olika regimerna, för den högsta nivån varje år med 20% dränkning under vegetationsperioden för 30 årsperioden. 20% dränkning kan antas vara där alens och björkens nedre gräns utbildas.





Figur 17. Kartan visar gränsen för 20% dränkningsvaraktighet under vegetationssäsong i Ölmeviken. Där blått och grönt möts är gränsen för 20% dränkning i regimen modellberäknad tillämpad. Där grönt och brunt möts är motsvarande gräns i regimen observerade vattenstånd. Strategi 1 och 2 med naturhänsyn ligger på ungefär samma nivå som observerade vattenstånd (något lägre). Läget i strandprofilen för 20% dränkning utgör nedre gränsen för klibbal och glasbjörk. Kartan visar att denna gräns drastiskt förflyttats nedåt i modellberäknad tillämpad regim.



Figur 18. Höjdnivåer i Ölmeviken. Tabellen (även i tabell 12) visar andel år av 30-årsperioden med nivåer över eller lika med ett urval vattenstånd som vi bedömt viktiga för strandvegetationen. Kartan visar bl.a.: 1) nedre gränsen för lågstrand som även är medelvattenståndet för vegetationsperiod i observerade vattenstånd 1978-2007 (gräns mellan blått och blågrönt), 2) medelhög vattenståndet under vegetationsperiod i observerade vattenstånd 1978-2007 (gräns mellan ljusgrönt och mörkgrönt), 3) Nivån 4,50 m ligger enligt kartan en bit upp på strandängen (gräns mellan ljusgrön och mörkgrön) och tabellen visar hur många år av 30 år (uttryckt som procent) som sådant vattenstånd förekommer vid minst ett tillfälle under vintermånaderna. Ju oftare det är vintervatten på minst denna nivå, desto större chans för isprocesser. Även nivån 44,75 visas.

Tabell 12 visar andel år av 30-årsperioden med nivåer över eller lika med ett urval vattenstånd som vi bedömt viktiga för strandvegetationen. Data gäller vegetationsperioden. Procentsiffran visar hur många år (uttryckt som procent av 30 år) som det angivna vattenståndet förekommer vid minst ett tillfälle under året. Det tidigare medelvattenståndet (44,43 m) torde utgöra en gräns mellan landstrand och vattenstrand. I och med den drastiska sänkningen som skett av medelvattenståndet i regim modellberäknad tillämpad sker en nedflyttning av landstranden.

Tabell 12 visar andel år av 30-årsperioden med nivåer över eller lika med ett urval vattenstånd som vi bedömt viktiga för strandvegetationen. Data gäller vegetationsperioden. Procentsiffran visar hur många år (uttryckt som procent av 30 år) som det angivna vattenståndet förekommer vid minst ett tillfälle under året.

Vegetationsperioden					
Vattenstånd RH00	1978-2007 Observerat vattenstånd	1978-2007 Modellerat vattenstånd tillämpad strategi	1978-2007 Modellerat vattenstånd strategi 1 med naturhänsyn	1978-2007 Modellerat vattenstånd strategi 2 med naturhänsyn	Kommentar
44,43 m	83 %	40 %	77 %	73 %	Nedre gräns lågstrand. Medelvattenståndet under vegetationsperiod för regim observerade värden 1978-2007.
44,63 m	53 %	7 %	47 %	47 %	Medelhögvattenstånd vegetationsperiod för regim observerade värden 1978-2007. Ungefärligen medianen för 20% dränkningsvaraktighet vegetationsperioden för regim observerade värden, vilken kan betraktas som alens nedre gräns.
44,93 m	10 %	3 %	10 %	10 %	Övre gräns lågstrand
Vintermånaderna december, januari, februari för åren 1978-2007					
44,40 m	80 %	37 %	50 %	67 %	Medelvattenstånd för vintermånader för regim observerade värden 1978-2007.
44,50 m	70 %	20 %	27 %	53 %	
44,75 m	40 %	10 %	17 %	23 %	Medelhögvattenstånd helåret för regim observerade värden 1978-2007.

Det tidigare medelhögvattenståndet (44,63 m) har också varit strukturerande för vegetationen och det är intressant att se hur ofta det inträffar i de olika regimerna. Strategierna med naturhänsyn ligger ca 6 procentenheter lägre jämfört med observerade vattenstånd. Jämfört med tillämpad strategi är strategierna med naturhänsyn dock mycket mer lika det observerade vattenståndet. Figur 18-20 visar några platser med olika typer av strandvegetation, strandäng, sandstrand och klapperstensstrand. I kartan visar var nivåerna som angetts i tabell 12 återfinns i strandterrängen.

### *Inom- och mellanårsvariation*

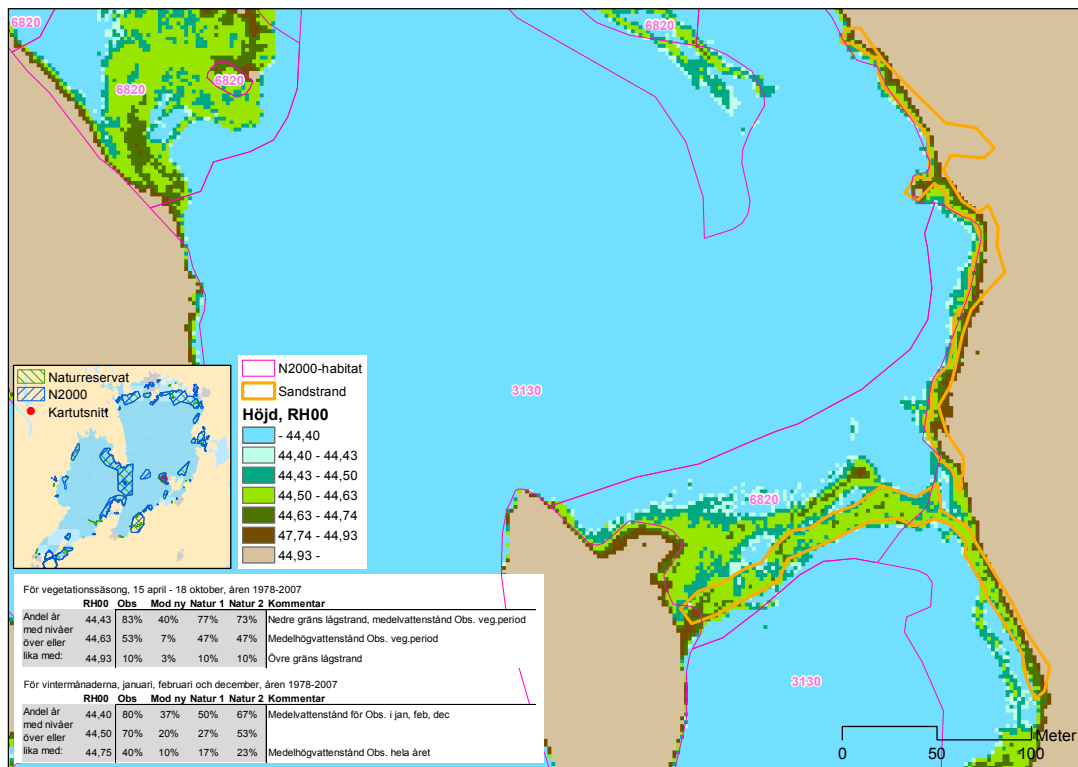
Den största bristen i den modellberäknade tillämpade strategin är avsaknaden av både inom- och mellanårsvariation (figur 21, 22). Flertalet år, ca 60 % av de modellerade 30 åren, ligger under den observerade regimens medelvattennivå och bara några enstaka år ligger upp mot dämningens gräns. De år som avviker mest är extrema år med höga flöden under vinter och tidig vår (senhöst 2000, våren 2001 och även våren 2007). I

övrigt ligger inga av de 30 åren över dämningssgränserna. Flertalet år finns en inomårsvariation på ca 20-30 cm.

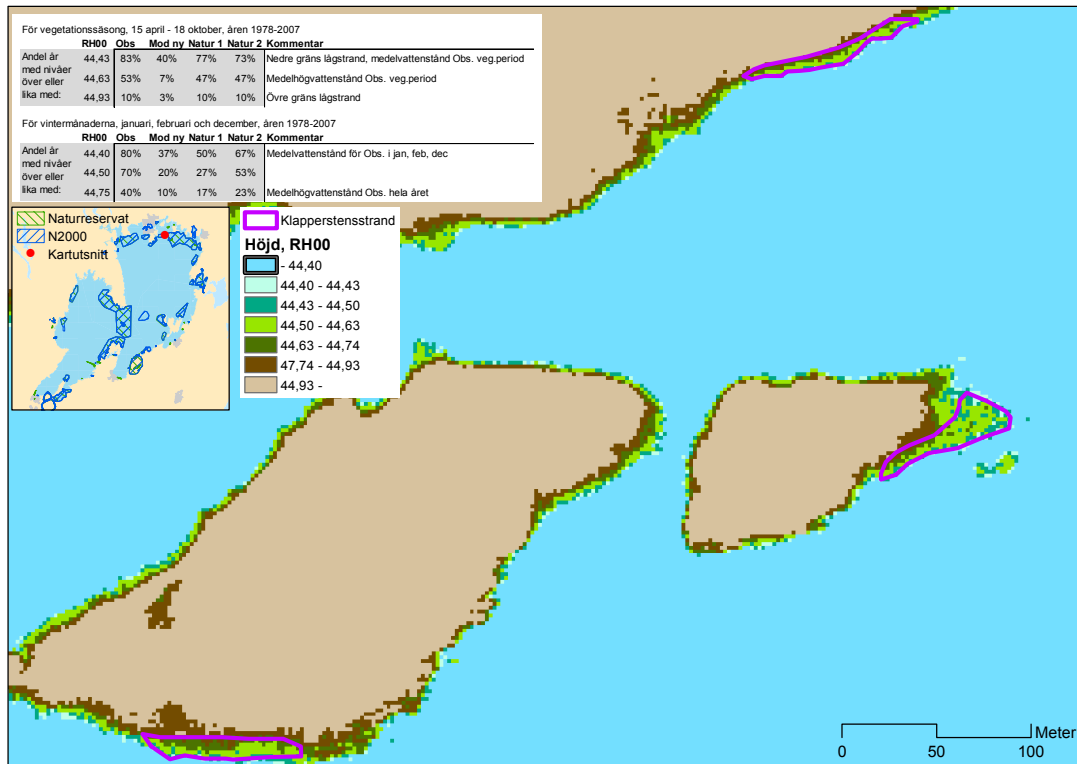
Strategierna med naturhänsyn har framför allt en större inomårsvariation än modellberäknad tillämpad, men även mellanårsvariationen är större (figur 22). Andelen år med vattenståndsvariationer större än 0,5 m räknat på hela året förekommer ungefär lika ofta i regimen med observerade värden som de två strategierna med naturhänsyn (67 % av 30 år i observerade vattenstånd), se tabell 13. Tittar man istället på vegetationssäsong är vattenståndsvariationer på mer än 0,5 m betydligt vanligare i strategierna med naturhänsyn.

Tabell 13. Vattenståndsvariationer inom år med olika tappningsstrategier. Alla strategier är modellerade i klimatperioden 1978-2007 förutom de observerade som är faktiska vattenstånd i denna period, Källa: SMHI Eklund och Bergström 2014.

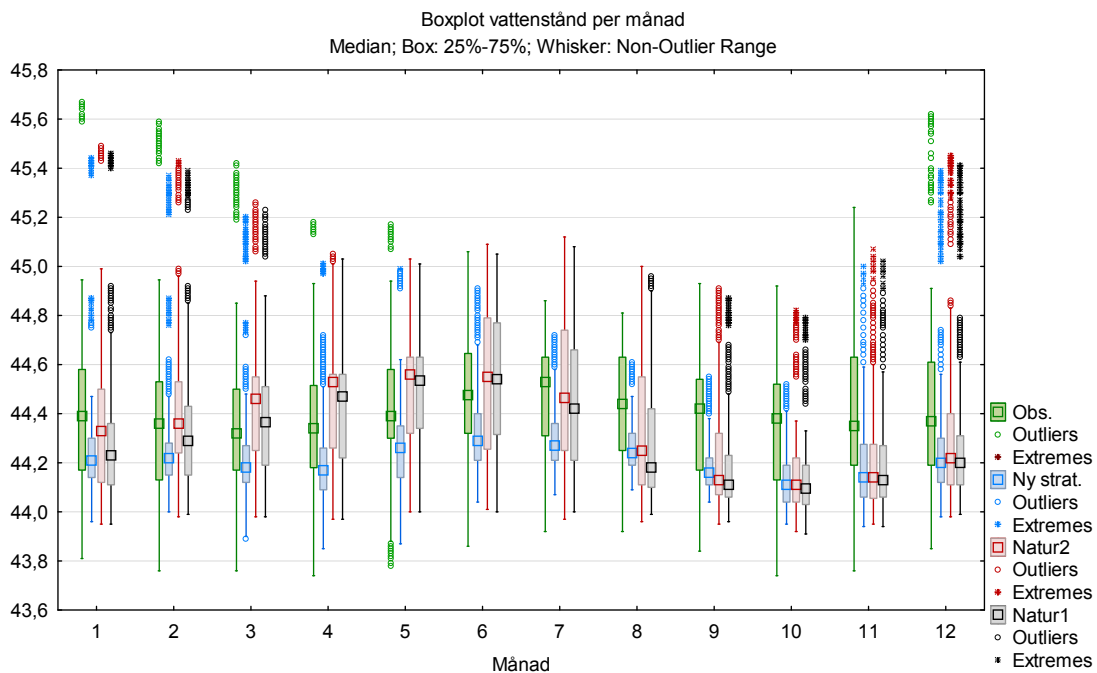
Andelen år med vattenståndsvariation större än	1978-2007	1978-2007	1978-2007	1978-2007	1978-2007	1978-2007	1978-2007	1978-2007
	Hela året Observerat vattenstånd	15 april-18 oktober Observerat vattenstånd	Hela året Modellerat vattenstånd tillämpad strategi	15 april-18 oktober Modellerat vattenstånd tillämpad strategi	Hela året Modellerat vattenstånd strategi 1 med naturhänsyn	15 april-18 oktober Modellerat vattenstånd strategi 1 med naturhänsyn	Hela året Modellerat vattenstånd strategi 2 med naturhänsyn	15 april-18 oktober Modellerat vattenstånd strategi 2 med naturhänsyn
0,7 m	0,30	0,10	0,13	0,03	0,33	0,20	0,30	0,13
0,6 m	0,47	0,17	0,17	0,03	0,47	0,37	0,43	0,33
0,5 m	0,67	0,27	0,23	0,13	0,63	0,50	0,67	0,53
0,4 m	0,83	0,53	0,47	0,20	0,80	0,70	0,80	0,60
0,3 m	1,00	0,67	0,73	0,57	1,00	0,87	1,00	0,80
0,2 m	1,00	0,90	0,97	0,93	1,00	0,90	1,00	0,90
0,1 m	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,97	1,00	1,00



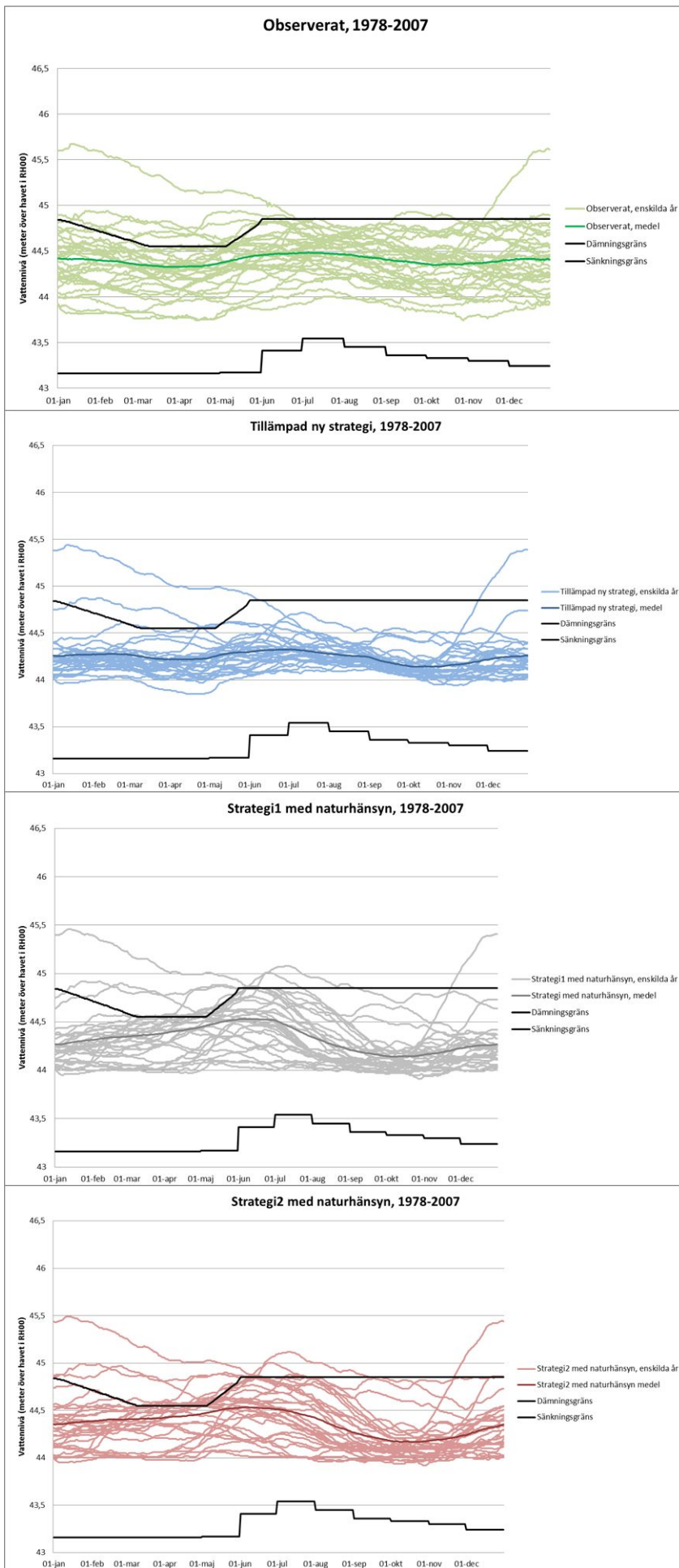
Figur 19. Kartan visar Brommö som har mycket sandstränder. I kartan visas olika höjdnivåer. Tabellen visar andel år av 30-årsperioden med nivåer över eller lika med ett urval vattenstånd som vi bedömt viktiga för strandvegetationen. Kartan visar bl.a.: 1) nedre gränsen för lågstrand som även är medelvattenståndet under vegetationsperioden i det observerade tillståndet 1978-2007 (gräns mellan blått och blågrönt), 2) medelhögvattenståndet under vegetationsperiod i det observerade tillståndet (gräns mellan ljusgrönt och mörkgrönt), 3) Nivån 4,50 m ligger enligt kartan en bit upp på strandängen (gräns mellan ljusgrön och mörkgrön) och tabellen i kartan visar hur många år av 30 år (uttryckt som procent) som sådant vattenstånd förekommer vid minst ett tillfälle under vintermånaderna. Ju oftare det är vintervatten på minst denna nivå, desto större chans för isprocesser. Även nivån 44,75 visas.



Figur 20. Kartan visar Värmlandsskärgården, öarna Östra Söön/Bryngel, som har typiska klapperstensfält. I kartan visas olika höjdnivåer. Tabellen visar andel år av 30-årsperioden med nivåer över eller lika med ett urval vattenstånd som vi bedömt viktiga för strandvegetationen. Kartan visar bl.a.: 1) nedre gränsen för lågstrand som även är medelvattståndet i observerat tillstånd under vegetationsperiod (gräns mellan blått och blågrönt), 2) medelhögvattnståndet under vegetationsperiod (gräns mellan ljusgrönt och mörkgrönt) i observerat tillstånd, 3) Nivån 4,50 m ligger enligt kartan en bit upp på strandängen (gräns mellan ljusgrön och mörkgrön) och tabellen i kartan visar hur många år av 30 år (uttryckt som procent) som sådant vattenstånd förekommer vid minst ett tillfälle under vintermånaderna. Ju oftare det är vintervatten på minst denna nivå, desto större chans för isprocesser. Även nivån 44,75 visas.



Figur 21. Boxplottar för varje månad för de fyra regimernas vattenstånd, räknat på perioden 1978-2007.



Figur 22. Diagram med dygnsvattenstånd för alla ingående 30 år i perioden, för de fyra regimerna. Källa: SMHI Eklund och Bergström 2014.

### **Vattenstånd på vår/försommar respektive sensommar/höst**

Det är inte bara förekomsten av vattenståndsvariationer som är viktigt för ekologin utan också att hög- och lågvatten inträffar vid rätt säsong för de växter och djur som är beroende av vattenståndsvariationer.

Både strategi 1 och 2 har mycket större mellanårsvariationer än ny tillämpad regim och ungefär lika som i föregående regim med observerade vattenstånd. Strategi 2 har något större mellanårsvariationer och inomårsvariationer än strategi 1. I strategierna med naturhänsyn är det tydligare skillnad mellan vår/försommarvattenstånd och sensommar/höstvattenstånd än i både regimen med observerade värden och modellberäknad tillämpad strategi, se figur 17. Månadsmedianen för maj ligger på nivån 44,39 m i regim observerade värden och på 44,56 i strategi 2 med naturhänsyn. Månadsmedianen för september ligger på nivån 44,42 m i regim observerade värden och på 44,13 i strategi 2 med naturhänsyn.

I strategierna med naturhänsyn ligger fler år över dämningssgränsen på våren och enstaka år ligger över gränsen även sommartid. För flertalet år finns en tydlig vattenståndsökning under våren mot försommaren, ett varaktigt högvatten, och sedan ett tydligt lågvatten i september-oktober. Skillnaden mellan strategi 1 och 2 med naturhänsyn är att vintervattnet ligger lite högre i strategi 2. Ökningen mot vårhögvattnet blir därför mindre i strategi 2. Ytterligare en skillnad mellan strategi 1 och 2 är att i strategi 2 sjunker högvattnet lite saktare ner mot lågvatten under sommaren och nivåerna når inte lika lågt som i strategi 1. Denna justering har gjorts främst med tanke på friluftslivet, att båt- och badliv inte ska uppleva en för snabb sänkning som kan påverka exempelvis möjligheten att utnyttja naturhamnar och badplatser.

### **Sommarvattenstånd som avdödar gran**

Granens förmåga att klara dränkning och växa långt ned i strandprofilen påverkas bland annat av när under växtperioden dränkningen inträffar. Om dränkningen sker på våren (april-maj), när rotaktiviteten ännu inte hunnit ta fart efter vintern, klarar granen en långvarig dränkning bättre. Det samma gäller för dränkning sent på hösten när rotaktiviteten har börjat avta. Sker dränkningen däremot på sommaren blir situationen mer allvarlig för granen som är känslig för syrgasbrist. Dränkning uppemot 3-4 veckor innebär sannolikt att granen dör (Magnusson muntl). Att det var femte till tionde år inträffar ovanligt högt och varaktigt sommarhögvatten avdödar alltså granplantor. Lövträd som exempelvis glasbjörk tål syrgasbrist bättre än gran, men långvarigt sommarhögvatten stressar även lövträd (Magnusson muntl).

Tabell 14 visar en studie av de fyra tappningsstrategierna, utifrån årsdiagram (Eklund och Bergström 2014.) Strategi 2 med naturhänsyn är bäst för att avdöda gran och andra träddarter känsliga för syrebrist.

Tabell 14. Vattenstånd > 4,75 som varar 3-4 veckor i juli. Studie av enskilda år under 30-årsperioden, bilaga 2 . Källa: SMHI Eklund och Bergström 2014. Jämförelse av de fyra regimerna ( genom ungefärlig avläsning i årsdiagram).

År med vattenstånd > 4,75 som varar ca 3-4 veckor i juli	1978-2007 Observerat vattenstånd	1978-2007 Modellerat vattenstånd tillämpad strategi	1978-2007 Modellerat vattenstånd strategi 1 med naturhänsyn	1978-2007 Modellerat vattenstånd strategi 2 med naturhänsyn
1981	nej	nej	ja	ja, bättre än strategi 1.
1985	nej	nej	ja	ja, bättre än strategi 1.
1987	nej	nej	ja	ja
1988	nej	nej	nej	ja
1995	ja	nej	ja	ja
1999	nej	nej	nej	ja

### Vintervattenstånd

Strategi 2 utformades för att isprocesser ska kunna verka i strandområdet. Strategi 1 har sämre förutsättningar för isprocesser än strategi 2. Strategi 2 har ca 2 dm högre vattenstånd i december, januari och februari än ny tillämpad strategi. Strategi 2 ligger ca 1 dm högre än strategi 1 dessa vintermånader. Mellanårsvariationerna i strategi 2 visar på fler avvikande högre vattenstånd än i strategi 1, där isfot kan finnas (om is förekommer) "uppe i landstranden" (se figur 21). I figur 21 där variation kring månadsmedian visas, framgår att strategi 2 med naturhänsyn hamnar på lägre nivåer i december, januari och februari jämfört med regimen för observerade vattenstånd.

Tabell 12 visar för december till och med februari, andel år av 30-årsperioden med nivåer över eller lika med ett urval vattenstånd som vi bedömt intressanta för att studera förutsättningar för isprocesser. Medelvattenståndet i januari - februari är i regimen med observerade vattenstånd 44,40 och andel år med denna nivå är 80 %. Detta ska jämföras med 37 % i regim modellberäknad tillämpad och 67 % i strategi 2 med naturhänsyn. Nivån 44,50 m ligger en bit upp i lågstranden och andel år i regim observerade vattenstånd är för denna nivå 70 %. Detta ska jämföras med 20 % i regim modellberäknad tillämpad och 53 % i strategi 2 med naturhänsyn. Strategi med naturhänsyn är mycket bättre än regim modellberäknad tillämpad men inte riktigt lika bra för isprocesser som regim observerade vattenstånd.

### Aspekten översvämningsrisk för samhället

SMHI anger i sin rapport att extremvintern 2000-2001 inte skulle ha inneburit någon dramatisk skillnad med strategi 1 eller 2 jämfört med modellerad tillämpad strategi (Eklund och Bergström 2014). Alla tre tappningsstrategier skulle ha inneburit lägre nivåer i sjön än det uppmätta vattenståndet, under hela perioden från november 2000 och ända fram till juli månad 2001, då vattenståndet normaliserades. Vid tillfällena med hög vårflod skulle strategi 1 och 2 dock innebära högre vattenstånd i sjön än vad den modellerade tillämpade strategin gör (Eklund och Bergström 2014).



## Sammanfattning av strategiernas måluppfyllelse

Tabell 15 visar en genomgång med jämförelser mellan regimerna av viktiga ekologiska faktorer i vattenregim. Färgerna motsvarar respektive strategis färg i diagram.

Tabell 15. Sammanfattning med jämförelser av regimerna för viktiga ekologiska faktorer i vattenregim.

Viktiga faktorer i vattenregimen	Obs. vattenstånd	Modell. tillämpad	Strategi 1 natur	Strategi 2 natur	Bedömning
Stora vattenståndsvariationer. Framst inomårsvariationer med skillnad mellan låg- och högvatten, men även mellanårsvariationer.	Sämre vattenståndsvariationer än strategierna med naturhänsyn.	Mycket sämre vattenståndsvariationer än strategierna med naturhänsyn	Mycket större variation mellan hög- och lågvatten än i tillämpad strategi. Även jämfört med obs. vattenstånd, fast skillnaderna är mindre. Vattenståndsvariationer > 0,5 m inom vegetationsperiod förekommer mycket oftare än i obs. vattenstånd.  Ungefär lika stora mellanårsvariationer som i obs. vattenstånd	Lik strategi 1 med skillnaden att mellanårsvariationerna är något större än i strategi 1, särskilt på vintern då det är fler år med högre vintervattenstånd.  Också att skillnad mellan vår/försommarvattenstånd och sensommarvattenstånd är något mindre än strategi 1.	Strategi 2 bedöms vara bäst. Visserligen har strategi 1 något större inomårsvariation. Men låga sommarvattenstånd har nackdelar för friluftsliv.
Högvattnet och lågvattnet hamnar vid den årstid där det skulle ha hamnat om sjön var oreglerad.	Stor skillnad jämfört med rekonstruerad naturlig regim. Högvattnet hamnar på högsommaren istället för vår/försommar.	Stor skillnad jämfört med rekonstruerad naturlig regim. Högvattnet hamnar på högsommaren istället för vår/försommar.	Högvattnet hamnar i maj - juni vilket är samma mönster som om sjön skulle vara oreglerad. Höjning i april och ganska snabb avsänkning i juli.	Högvattnet hamnar i maj - juni vilket är samma mönster som om sjön skulle vara oreglerad. Höjning i april är vanligen mindre än i strategi 1 eftersom vattnet stiger från ett något högre vinter-högvatten. Avsänkning i juli långsammare än i strategi 1.	Båda strategierna med naturhänsyn har en mer naturlig tidpunkt och varaktighet för högvattenstånd jämfört med obs. och tillämpad.
Högt vår- och försommarhög-vatten, vilket också medför stor svämzon.	Månadsmedian för april-juni lägre än strategierna med naturhänsyn. Månadsmedianen för maj månad ligger ca 17 cm lägre än strategierna med naturhänsyn, och drygt 1 dm högre än tillämpad.	Mycket låga vår- och högsommarvattenstånd.	Markant högre vårhög-vattenstånd än regim tillämpad och även regim observerade värden.	Lik strategi 1 men månadsmedian för april-juni ligger något högre och spridningen något större.	Strategi 2 bedöms vara bäst.
Gynnsamma förutsättningar för isprocesser som medför störningar i strandvegetationen.	Denna regim har högst vattenstånd i dec, jan, feb av alla regimerna när månadsmedianer studeras. Regimen är också den regim som har flest extrema händelser med höga vintervattenstånd.	Mycket låga vintervattenstånd.	Vintervattenstånden är ganska lika strategi tillämpad.	Strategi 2 har ca 2 dm högre vattenstånd i dec, jan, och feb än tillämpad regim. Strategi 2 ligger ca 1 dm högre än strategi 1 dessa vintermånader. Mellanårsvariationen visar på fler avvikande höga vattenstånd med isfot "uppe i landstranden i lågstrand-zonen", än strategi 1. Men regimen når inte upp i lika höga värden som observerade.	Regimen observerade värden bedöms vara bäst och näst bäst är strategi 2 med naturhänsyn.
Nivån för 20% dränkning vegetationsperiod, "indikation på alens nedre gräns"	Medianvärde på nivå 4,59 m. Nivån är en bit upp på lågstranden.	Medianvärdet ligger ca 2,5 dm lägre än i regim observerade värden. Drastisk nedflyttning av alens nedre gräns.	Medianvärdet ungefär lika som regim observerade värden (något lägre)	Medianvärdet ungefär lika som observerade värden (något lägre). 75:e percentilen ligger några cm högre upp.	Regimerna observerade värden och strategierna med naturhänsyn ungefär lika bra.
Sommarvattenstånd som kan döda gran och andra syrebristkänsliga träd. > 4,75 m med varaktighet ca 1 månad.	1 år av 30.	Inget år.	4 år av 30.	6 år av 30.	Strategi 2 bedöms vara bäst.

Sammanfattningsvis förespråkar Calluna strategi 2 ur naturmiljösynpunkt och friluftsliv. Både strategi 1 och 2 är betydligt bättre än modellberäknad tillämpad regim och för flertalet faktorer bättre än observerad vattenstånd. Dock är vintervattenstånden bättre i observerad, trots att naturstrategi 2 utformats för att tillmötesgå synpunkten om att skapa förutsättningar för isprocesser.

I konsekvensbedömningen nedan har vi utgått från strategi 2 och jämfört med förhållanden som vi förväntar oss om regim modellberäknad tillämpad får verka. Vi gör också en reflektion kring om det är lika, bättre eller sämre än regim observerade vattenstånd.

## Konsekvenser för naturvärden med justerad tappningsstrategi

### *Öppen strand*

Flera mekanismer i regimen bidrar till att motverka igenväxning av stränderna.

Medelvattenståndet, vilket brukar utgöra gränsen mellan vattenstrand och landstrand, är i strategi 2 tillbaka på nästan samma nivåer som i regimen 1978-2007 (observerade vattenstånd). Medelhögvattenstånd och medellågvattenstånd baserat på helår är lika mot observerade vattenstånd, vilket medför att ungefär samma zon i stranden är påverkad av svämning. Den nedre gränsen för al och björk vad avser dränkningsvaraktighet förväntas ligga på ungefär samma nivå som föregående regim, vilket medför att nedflyttningen av strandskogar förväntas upphöra.

Vattenståndsvariationerna är förhållandevis stora, vilket stressar igenväxningsvegetation och gynnar bevarande av öppna stränder. När större träd hunnit etableras är det svårare att få bukt med igenväxningen då vuxna träd kan klara dränkning bättre än små plantor. Igenväxningstrenden, som blev påtaglig redan innan modellberäknad tillämpad strategi togs i bruk, har sannolikt nått så långt att extrema händelser behövs för att vända trenden, alternativt behövs omfattande manuell röjning vilket ingår i Vänerns Life-projekt. Avdödning av träd och sly kan ske genom extrema vattenstånd och väderförhållanden som inträffar på vintern och möjliggör is-skav. Sådana förutsättningar finns i strategi 2 och saknas helt i modellberäknad tillämpad, men förekommer mer ofta i regimen observerade vattenstånd.

Det är risk att en ny regim inte räcker för att få bukt med den igenväxning som skett. Manuella skötselåtgärder behövs initialt. I fortsatt utredning bör Länsstyrelsen diskutera med SMHI om is-processer kan framtvingas genom att något år vintertid vid stark is, höja vattenståndet.

Om det uppstår ett år med extremt högt sommarhögvattenstånd med en varaktighet på ca tre veckor, kan vedartad vegetation och även större träd dö. Även en sådan

extrem händelse kan eventuellt framtvingas om inte översvänningsriskerna omöjliggör åtgärden.

Vi bedömer att strategi 2 har goda förutsättningar att bevara stränder som är öppna och att den samverkar på ett bra sätt med initiala restaureringsåtgärder (bete, slätter, röjning).

Skyddsvärda arter knutna till öppen strand och friluftsliv som bad och strandutsikt gynnas av införande av strategi 2 med naturhänsyn. Mest effektivt om den kombineras med aktiva åtgärder.

### *Fågellivet*

Strategi 2 bedöms i kombination med skötselåtgärder kunna vända den igenväxningstrend som hotat häckande fåglar på fågelskären. Därmed bedöms strategi 2 medföra positiva konsekvenser för arter knutna till fågelskären. Vadare som rastar eller häckar på strandängar kommer att återfå ungefär samma svämarealer som tidigare vilket återställer födoresuserna på ungefär samma nivåer som tidigare. Vadarna är beroende av öppna stränder och har missgynnats av den ökade igenväxningen. Strategi 2 i kombination med initiala skötselåtgärder eller i snar framtid framtvingade is-processer skapar gynnsamma och varaktiga öppna strandängar. (Strandängarna är också beroende betande djur.) Förutsättningarna för rast och häckning för gäss och änder i grunda vikar bedöms återställas till samma förhållanden som i regim observerade vattenstånd.

### *Grunda vikar*

Förutsättningarna för fiskelek är avsevärt bättre i strategi 2 än i modellberäknad tillämpad strategi. Vattenståndet på våren, då många arter leker, är högt i strategi 2, vilket ger goda förutsättningar till fiskelek även högt uppe i landstranden (särskilt positivt för gädda). Vattenståndet är högt fram till och med nästan hela juli vilket innebär att alla vår- och försommarlekande arter hunnit kläcka och utbilda simmande stadier som kan följa med ett sjunkande vattenstånd på sensommaren. Sänkningen mot lågvatten bedöms inte medföra negativa konsekvenser för fisk i strategi 2 jämfört med modellberäknad tillämpad strategi. Jämfört med det observerade tillståndet 1978-2007 kan dock det lägre vattenståndet på sensommaren vara något sämre.

Arter som leker på hösten bedöms inte påverkas i någon särskild omfattning jämfört med modellberäknad tillämpad strategi. Även här bedöms dock det observerade tillståndet där vattennivåerna är höga vara något bättre.

Risken för uppgrundning och igenväxning av grunda vattenmiljöer minskar i strategi 2 jämfört med den modellerade tillämpade strategin. Det är mindre risk att vass och andra beståndsbildande arter breder ut sig eftersom vattenstånden är högre under vår och sommar, vilket motverkar sådan etablering i grunda miljöer. Det förekommer också fler år med höga vattenstånd på sensommaren i strategi 2 än i tillämpad strategi

och denna störning som inträffar då och då stressar vegetation som etablerats i grunda miljöer.

Vinternivåerna från januari och framåt är högre i strategi 2, vilket ger ökade möjligheter för is att störa vassar, d.v.s. skapa luckighet, vilket är positivt för många organismer, bl.a. småkryp, fisk, undervattensväxter.

## Konsekvenser för friluftsliv med justerad tappningsstrategi

Behoven för friluftslivet sammanfaller med naturvårdens behov av bevarande av öppna stränder. För friluftslivet är det också viktigt att sommarvattenstånden inte är så låga att det försämrar möjligheter till paddling, båtliv och bad.

Vi bedömer att strategi 2 med naturhänsyn kommer medföra goda konsekvenser för friluftslivet. Liksom för naturvärden, behöver strategin initialt kombineras med manuella skötselinsatser. Røjning av sly och vassbekämpning kan behövas återkommande på badplatser men i betydligt mindre omfattning än om modellberäknad strategi fått fortsätta att verka.

## Litteratur

**Andersson, M. och Sandström, A. 2011.** Provfisken i Vänern 2009-2010. Vänerns vattenvårdsförbund rapport nr 65.

**Andersson, B. 2001.** Macrophyte Development and Habitat Characteristics in Sweden's Large Lakes. *Ambio* Volume 30:8.

**Andersson, L. 1973.** Vegetationszoner och vattenståndsvariationer vid sjön Mjörn. *Sv. Bot. Tidskrift*. 67: 202-207.

**Bengtsson, R. 2010.** Påväxtalger i Vänern 2009. Vänerns vattenvårdsförbund rapport nr 60.

**Bergström, S. och Eklund, A. 2013.** Effekterna av ändrad tappning i Vänern. SMHI Rapport nr 2013-10.

**Bergström, S., Hellström, S.-S. och Andréasson, J. 2006.** Nivåer och flöden i Vänerns och Mälarens vattensystem. Hydrologiskt underlag till Klimat och sårbarhetsutredningen. SMHI Reports Hydrology No 20.

**Brunsell, B. 1996.** Vattenståndets inverkan på vegetationsutbredningen längs Vänerns stränder. *Naturskyddsföreningens jubileumsskrift*.

**Calluna, 2011.** Projekt Slussen – Ny reglering av Mälaren – Metodrapport tillhörande konsekvensbedömning av strandnära naturmiljön.

**Driskell m.fl. 2002.** Creating better cities with children and youth. A manual for participation. ISBN 92-3-103815-X (UNESCO).

**Eklund, A. och Bergström, S. 2013.** PM 2013-04-04, Dnr: 2013/343/9.5 Modellberäkningar av Vänerns vattenstånd med den nya strategin. SMHI.

**Eklund, A. och Bergström, S. 2014.** PM 2014-02-13, Dnr: 2013/343/9.5 Tappningsstrategi med naturhänsyn för Vänern - Strategi 1 och 2. SMHI.

**Emmelin, L., Fredman, P. Lisberg Jensen, E. och Sandell, K. 2010.** Planera för friluftsliv: natur samhälle upplevelser. Carlsson Bokförlag, Stockholm.

**Finsberg, C. 2012.** Inventering av öppen strandmiljö runt Vänern. Vänerns vattenvårdsförbund. 2012 rapport nr 72.

**Finsberg, C. 2012b.** Förändringar i strandvegetationen vid Vänern – effekter av nedisningen vårvintern 2011 Stråkvis inventering 2011. Vänerns vattenvårdsförbund rapport nr 67.

**Finsberg, C., Paltto, H. 2010.** Förändringar av strandvegetation vid Vänern – Stråkvis inventering 2009. Vänerns vattenvårdsförbund rapport nr 56.

**Fredman, P., Karlsson, S.-E., Romild, U. och Sandell, K. (red.) 2008a.** Vilka är ute i naturen? Delresultat från en nationell enkät om friluftsliv och naturturism i Sverige (Who is out in nature? Part results from a national survey on outdoor recreation and nature based tourism in Sweden). Rapport No. 1, Forskningsprogrammet: Friluftsliv i Förändring, Östersund.

**Granath, L. 2001.** Vegetationsförändringar vid Vänerens stränder – Jämförelser av land- och vatten- vegetationens utveckling från 1975 till 1999. Vänerens vattenvårdsförbund rapport nr 15.

**Karling, T. och Raab, B. 1997.** Is på sjöar och älvar. SMHI, Norrköping.

**Keddy, P.A. 2000.** Wetland Ecology. Principles and conservation. Cambridge University Press, Cambridge.

**Kyrkander, T., Örnberg, J. och Bertilsson, A. 2012.** Undervattensväxter i Väneren 2010-2011 – inklusive undersökning av typvikarna 2010-2011. Vänerens vattenvårdsförbund rapport nr 68.

**Kyrkander, T. och Örnberg, J. 2011.** Undervattensväxter i Väneren 2010 - Delrapport typvikar i Väneren. Vänerens vattenvårdsförbund rapport nr 61.

**Landgren, T. 2012.** Fåglar på fågelskär i Väneren. Skaraborgsnatur. Naturskyddsföreningen i Skaraborg.

**Landgren, T. 2010.** Vänerens fågelskär. Inventering av sjöfåglar 1994-2009. Vänerens vattenvårdsförbund rapport nr 54.

**Länsstyrelsen Västmanlands län. 2012.** Landskapskaraktärsanalys för Västmanlands län. Rapport nr 2012:13

**Länsstyrelsen i Västra Götaland 2011.** Fåglar i Vänerområdet ur ett vindkraftsperspektiv. Rapport nr 2011:17. Samproduktion med Länsstyrelsen i Värmland (rapport nr 2011:05).

**Löfgren, T. 2011.** Vegetationsförändringar vid Vänerens stränder. Jämförelser av land- och vattenvegetationens utveckling från 1999 till 2009 med flygfotografier.. Vänerens vattenvårdsförbund rapport nr 62.

**Meerhoff, M. 2006.** The structuring role of macrophytes on trophic dynamics in shallow lakes under a climate-warming scenario. PhD-thesis, Department of Freshwater Ecology National Environmental Research Institute, Department of Biological Sciences, University of Aarhus.

**Naturvårdsverket 2012.** Förslag till mål för friluftslivspolitiken. Redovisning av ett regeringsuppdrag. Rapport 6476.

**Naturvårdsverket 2008.** Fritt fram för friluftsliv. Tema! Planering – för tätortsnära natur och stränder. Tidning till yrkesutövare inom samhällsbyggnadsfrågor i vid bemärkelse.

**Nilsson, S.G. och Tjernberg, M. 2010.** ArtDatabanken, SLU:artfaktablad om drillsnäppa (2011-12-22).

**Odden, A. 2008.** Hva skjer med norsk friluftsliv? En studie av utviklingstrekk i norsk friluftsliv 1970-2004.

**Olsson, A. 2006.** Submersa makrofyter och kransalger Vänern 2005. Basinventering Natura 2000. Miljöövervakning. Översiktlig scanning av strandlinjer. Vänerns vattenvårdsförbund rapport nr 41.

**Ottoson, U., Ottvall, R., Elmberg, J., Green, M., Gustafsson, R., Haas, F., Holmqvist, N., Lindström, Å., Nilsson, L., Svensson, M., Svensson, S. och Tjernberg, M. 2012.** Fåglarna i Sverige - antal och förekomst. Sveriges ornitologiska förening.

**Ottvall, R., Edenius, L., Elmberg, J., Engström, H., Green, M., Holmqvist, N., Lindström, Å., Tjernberg, M. och Pärt, T. 2008.** Populationstrender för fågelarter som häckar i Sverige. Naturvårdsverket rapport 5813.

**Nicklasson A. 1979.** Konsekvenser ur naturvårdssynpunkt av vattenståndsförändringar i oligotrofa sydsvenska sjöar. Växtekologiska institutionen Lunds universitet.

**Palm, E. 2009.** Gåsbete och vasstäthet i fyra Vänervikar. Delprojekt i miljöeffektuppföljningen av Vänerns nya vattenreglering. Vänerns vattenvårdsförbund rapport nr 50.

**Palm, E. 2009.** Övervakning av gåsbete av vass - en metodutveckling. Delprojekt i miljöeffektuppföljningen av Vänerns nya vattenreglering. Vänerns vattenvårdsförbund rapport nr 53.

**Pehrsson, O. 1992.** Skötsel av våtmarker som fågelbiotoper. Naturvårdsverket. Rapport 4014.

**Persson, H. 2010.** Gåsbete och vasstäthet i fyra Vänervikar - en jämförelse mellan år 2009 och 2012. Delprojekt i miljöeffektuppföljningen av Vänerns nya vattenreglering. Vänerns vattenvårdsförbund rapport nr 59.

**Persson L. och P. Eklöv 1995.** Prey refuges affecting interactions between piscivorous perch and juvenile perch and roach. Ecology 76: 70-81.

**Sandström, A., Bergquist, B., Ragnarsson-Stabo, H. och Andersson, M. 2012.** Fiskundersökningar i Väners strandzon- en utvärdering av två kvantitativa provtagningsmetoder. Vänerns vattenvårdsförbund rapport nr 69.

**SFS 2010:2008.** Förordning om statsbidrag till friluftorganisationer.

**SOU 2006:94.** Översvämningshot. Risker och åtgärder för Mälaren, Hjälmaren och Vänern. Delbetänkande av Klimat- och sårbarhetsutredningen. Stockholm.

**Trafikverket. 2011.** Landskap i långsiktig planering - pilotstudie i Västra Götaland. Del

1. Rapport 2011:122.

### *Elektroniska källor*

**SLU 2013.** Miljöanalys Vattenkemiska data från Megrundet, Mariestadsviken och Dagsjärsgrund. [http://info1.ma.slu.se/ma/www\\_ma.acgi\\$Project?ID=StationsList&P=V%C4N](http://info1.ma.slu.se/ma/www_ma.acgi$Project?ID=StationsList&P=V%C4N)

**Länsstyrelsen 2013.** <http://projektwebbar.lansstyrelsen.se/vanern/Sv/publikationer/Pages/default.aspx>

### *Muntliga referenser*

**Brunsell, Bengt.** Naturskyddsföreningen. Information kring issituationer och isprocesser som stört vegetation i Vänern. Kontakt under våren 2014.

**Eklund, Anna.** SMHI. Callunas kontaktperson på SMHI kring projektets frågeställningar.

**Ekstam, Börje.** Universitetslektor, Fil dr, våtmarksforskare, Linnéuniversitetet, Institutionen för naturvetenskap, Kalmar. Kontakter under 2009-2011.

**Landgren, Thomas.** Uppgifter om fågellivets utveckling från 2004 och framåt. Kontakt maj 2013 – januari 2014.

**Magnusson, T.** Universitetslektor i produktionsekologi. Institutionen för skogens ekologi och skötsel. SLU . Kontakt april 2014.

**Stenseke, Marie.** Göteborgs universitet. E-postkorrespondens om förekomst av databas/ geodatabas för friluftsliv under maj 2013.

**Thordarson, Maria.** Länsstyrelsen Västra Götaland. Uppgift om vilka naturreservat som har friluftsliv som syfte. Kontakt maj 2013.



## Bilaga 1 - Naturtypskoder

### Naturtypskoder Bidos- Bidos-naturtyper som ligger inom eller tangerar svämzon medelhögvatten- medellågvatten i reglering 1978-2008, sid 1(3)

9999	TUVA Annan naturtyp - blandning
9930	Trädklädd kultiverad gräsmark
9925	Ickenaturaskog på fuktig - blöt mark
9920	Skog på fd öppen myr
9910	Skog på fd öppen mark (igenväxningsskog)
9900	Ickenatura-skog
9860	Obestämd ekskog (9160/ 9170/9190)
9830	Obestämd Näringsrik granskog/Västlig taiga (9050/9010)
9810	Obestämd Västlig taiga/ickenatura-skog
9801	Obestämd lövskog (ädellöv/triviallöv)
9750	Svämlövskog
9740	Skogbevuxen myr
9190	Näringsfattig ekskog
9180	Ädellövskog i branter
9160	Näringsrik ek- eller ek-avenbokskog - Obestämd undergrupp
9130	Näringsrik bokskog
9080	Lövsumpskog
9073	Trädklädd betesmark - Övriga trädklädda betesmarker (Traditionella utmarker)
9072	Trädklädd betesmark - Ädellövdominerade trädklädda betesmarker
9071	Trädklädd betesmark - Ekhagar
9070	Trädklädd betesmark - Obestämd
9060	Åsbarrskog - Obestämd
9050	Näringsrik granskog
9020	Boreonemoral ädellövskog
9018	Västlig taiga - Triviallövskog på håll- och lavmarker
9017	Västlig taiga - Triviallövskog
9016	Västlig taiga - Blandskog
9015	Västlig taiga - Barrblandskog
9014	Västlig taiga - Hällmarkstallskog
9013	Västlig taiga - Tallskog på lavdominerad mark
9012	Västlig taiga - Tallskog
9011	Västlig taiga - Granskog
9010	Västlig taiga - Obestämd
9006	Västlig taiga - Sumpblandskog
9005	Västlig taiga - Sumpbarrblandskog
9003	Västlig taiga - Sumpgranskog
9002	Västlig taiga - Hällmarksblandskog
9000	Skog
8999	Sten och klippor, ickenatura-typ
8920	Gles hällmarkstallskog
8910	Klapperstensfält, blocksänkor, blockhav
8900	Obestämda ickenatura öppna substratmarker (inklusive 8919/8930/8940)
8840	Obestämd hällmark basisk/silikat (6110/8230)
8232	Pionjärvegetation på silikatrika bergytter - Ej hävdberoende typ
8231	Pionjärvegetation på silikatrika bergytter - Hällmarkstorrängstyp
8230	Pionjärvegetation på silikatrika bergytter - Obestämd
8220	Klippvegetation på silikatrika bergssluttningar - Obestämd
8000	Substratmark
7999	Våtmark, ickenatura-naturtyp

**Naturtypskoder Bidos- Bidos-naturtyper som ligger inom eller tangerar svämzon medelhögvatten- medellågvatten i reglering 1978-2008, sid 2(3)**

7926	Öppen myr, ickenatura-naturtyp
7142	Öppna svagt välvda mossar, fattiga och intermediära kärr och gungflyn - Kärr och gungflyn
7140	Öppna svagt välvda mossar, fattiga och intermediära kärr och gungflyn
7000	Myrar
6999	Exploaterad mark, ickenatura-naturtyp
6960	Övrig öppen ickenatura-naturtyp (inklusive 6940/6950/6970/6980)
6950	Väg + vägkantsvegetation >15 m bredd
6940	Kraftledningsgata >15 m bredd
6931	Ej brukad åker
6930	Åker
6920	Bebyggd mark
6915	Fuktäng
6911	Öppen kultiverad betesmark
6910	Öppen kultiverad gräsmark
6840	Obestämd natura-gräsmark/ickenatura-gräsmark (6825/6835/6910)
6830	Obestämd naturlig högröts-/nordliga översvämnings-/alluvial äng (6430/6450)
6820	Obestämd fuktig naturlig gräsmark nedanför trädgränsen (4010/6410/6230/6431/7232)
6810	Obestämd torr - frisk naturlig gräsmark nedanför trädgränsen (6270/4030/6210/6230/6510/6520)
6510	Slätterängar i låglandet
6450	Nordliga översvämningsängar
6410	Fuktängar med blåttätel eller starr
6270	Artrika silikatgräsmarker nedanför trädgränsen
6230	Artrika stagg-gräsmarker nedanför trädgränsen
6210	Kalkgräsmarker nedanför trädgränsen
6110	Basiska berghällar
6000	Gräsmarker, substratdominerade gräsmarker och alluviala gräsmarker nedanför barrskogsgrensen
4030	Ris- och gräshedar nedanför trädgränsen
4000	Ris-, gräshedar och videbuskmarker
3999	Övriga icke-naturavattendrag (inklusive 3970/3980/3990)
3980	Större vattendrag med låg grad av naturlighet
3930	Hällkar
3900	Övriga icke-naturasjöar (inklusive 3910/3920/3930/3941/3942/3950/3951/3952)
3210	Naturliga större vattendrag av fennoskandisk typ
3200	Vattendrag
3160	Dystrofa sjöar och småvatten
3150	Naturligt eutrofa sjöar med nate eller dybladsvegetation
3130	Oligo-mesotrofa sjöar med strandpryl, braxengräs eller annuell vegetation på exponerade
3100	Sjöar
3000	Vatten
2920	Övriga sanddominerade ickenatura-naturtyper
1955	Ickenatura-stränder - Sandstränder
1950	Ickenatura-stränder - Obestämd strand
1942	Myrholme under 0,25 ha - Annan öppen mark
1941	Myrholme under 0,25 ha - Skog inklusive myrskog
1933	Övrig ö under 0,25 ha - Berg i dagen
1932	Övrig ö under 0,25 ha - Öppen mark inklusive sankmark
1931	Övrig ö under 0,25 ha - Skog inklusive myrskog
910	KNAS - hygge (avverkat för högst 10-15 år sedan, högst 3-5 m höga träd)
909	KNAS - lövsumpskog (lövskog på blöt mark)
908	KNAS - triviallövskog med ädellövinslag (>70% löv och 20-50% ädellöv)
907	KNAS - ädellövskog (>70% löv och >50% ädellöv)

**Naturtypskoder Bidos- Bidos-naturtyper som ligger inom eller tangerar svämzon medelhögvatten-  
databasen medellågvatten i reglering 1978-2008, sid 3(3)**

906	KNAS - triviallövsskog (>70% triviallöv)
905	KNAS - lövblandad barrskog (30-70% löv)
904	KNAS - barrsumpskog (barrskog på blöt mark)

## Bilaga 2 - Kommentarer kring höjdsystem och landhöjning

### Hantering av höjdsystem

Vänerns vattenstånd mäts vid två mätstationer, Sjötorp och Sunnanå. Mätvärdena är i höjdsystemet RH 1900 (även kallat RH 00), men pegelskalorna på dessa platser är justerade efter fixpunkten i Vänersborg, så det man mäter i Sjötorp och Sunnanå är egentligen vattenståndet i Vänersborg.

Lantmäteriets driver ett pågående arbete med att framställa en ny rikstäckande höjdmodell genom laserscanning, vilket skapar höjdmodeller med hög upplösning och hög noggrannhet. Syftet med nya nationella höjdmodellen (NNH) är i första hand att tillgodose samhällets behov av bra höjddata för klimatanpassningsåtgärder, däribland kartering och analys av översvämnings risker. För att i GIS kunna studera den rumsliga utbredningen av olika vattenstånd måste SMHIs vattenståndsdata konverteras från RH 00 till RH 2000.

Konverteringen av SMHIs vattenståndsdata från Sjötorp/Sunnanå till RH 2000 kompliceras av att vattenståndet mäts i Sunnanå och Sjötorp men att höjderna relaterar till Vänersborg. Projektet bestämde på ett möte mellan länsstyrelsen, Lantmäteriet och SMHI att man vid analyser där vattenståndsdata och höjddatabasen NNH används ska använda nedanstående relation mellan RH 00 och RH 2000:

- Sjötorp: 0,425
- Sunnanå: 0,341
- Medelvärde Sjötorp/Sunnanå: 0,383

Till värdena i SMHIs dygnsmedelsstatistik för vattenstånd (RH 00) adderas alltså 0,383 vid konvertering från RH 00 till RH 2000. Denna relation används alltså trots att SMHIs vattenstånd egentligen inte utgår från dessa två orters fixpunkter.

Skälet till de olika relationerna är den stora differensen i höjdsystemskillnad mellan Vänersborg och Karlstad (Relationen i Vänersborg mellan RH 00 och RH 2000 är 0,309 och i Karlstad är den 0,511). Differensen beror till största delen på landhöjningen, men också på svagheter i höjdsystemet RH 00 och på att systemen har olika definitioner. Genom att använda RH 00-höjderna i Sjötorp och Sunnanå blir relationen mellan RH 2000 och RH 00 mera representativ för hela Vänern.

I denna rapport anges vattenståndet i RH 2000 för data som Calluna bearbetat från dataset med dygnsmedelvattenstånd och analyserat med hjälp av höjddatabasen. I övrigt anges alla vattenstånd i RH 00 efter referenspunkt Vänersborg, d.v.s. rådata från SMHIs mätningar i Sjötorp/Sunnanå.

## Angående landhöjning

Fixpunkterna flyttar med landhöjningen. Norra Vätern höjer sig snabbare än södra Vätern. Eftersom mätstationerna Sunnanå och Sjötorp ligger i öst-västlig riktning från varandra så blir skillnaden i landhöjning inte så stor mellan dessa punkter (0.7 mm/år). På 30 år är det ca 2 cm. Mellan Vänersborg och Karlstad blir skillnaden i landhöjning ca 5 cm under samma tid. Skulle man vara noggrann skulle varje mätvärde (i RH 00) från de två mätstationerna korrigeras kopplat till årtal, med en faktor som hanterar att landhöjningen är olika. Men 30 år är en så pass kort period att projektet inte behöver hantera dessa skillnader i landhöjningstakt när man i GIS rumsligt ska få ut olika översvämningssytor kopplat till vattenståndsstatistiken. Den laserscannade höjddatabasen har en noggrannhet på ca 1 dm och detta ska då jämföras med att landhöjningsskillnaden kan ge några cm fel.