



Anna Eklund och Sten Bergström



2014-01-07

SMHI:s Dnr: 2013/343/9.5

Länsstyrelsens Dnr: 502-6290-2012

## Tappningsstrategi med naturhänsyn för Vänern

### -Strategi1

Under våren 2013 tog Calluna fram en rapport (Koffman m.fl. 2013) om hur Vänerns reglering påverkar flora, fauna och friluftsliv. På ett möte i Vänersborg i juni visades ett förslag på hur Vänerns medelvattennivå kan ändras under året för att gynna växt- och djurliv. Efter en diskussion bestämdes att SMHI ska jobba vidare med detta förslag och undersöka vilken tappning från Vänern som leder till det önskade medelvattenståndet. SMHI:s uppgift har också varit att analysera vad effekterna skulle bli för varaktigheter, extrema vattenstånd m.m. Resultatet från SMHI:s undersökning redovisas i denna PM.

### 1.1 Olika tappningsförhållanden

I denna PM har beräkningar gjorts för flera olika tappningsförhållanden. En sammanställning av vad dessa innebär visas i tabell 1.

Tabell 1. En beskrivning av de olika tappningsförhållandena.

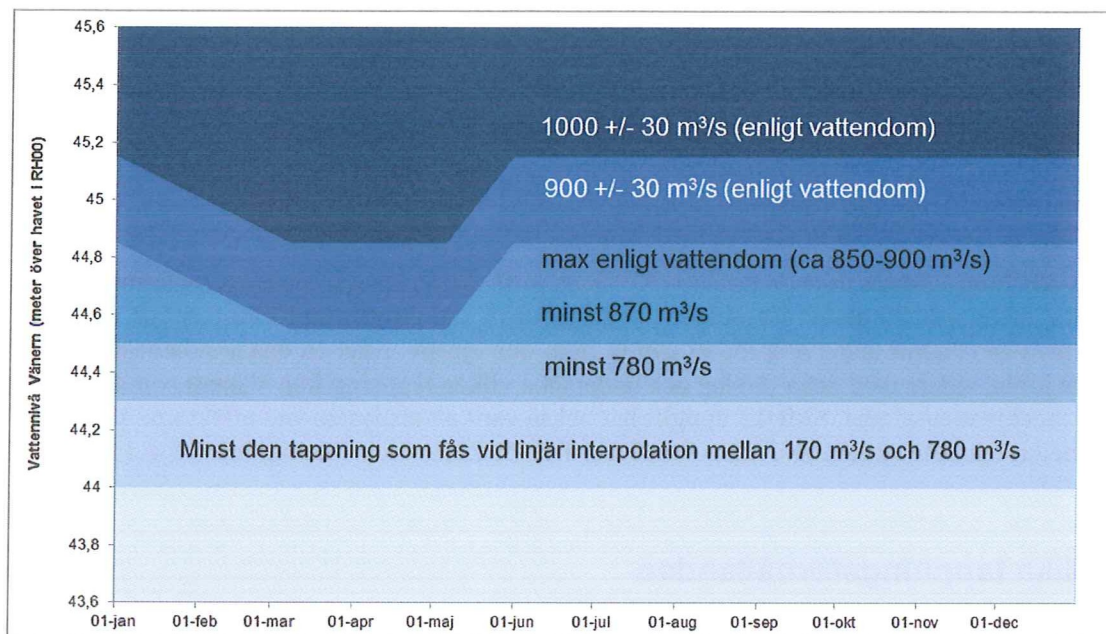
Tappningsförhållande	Beskrivning	Färg i figurer
Naturlig	De förhållandena som rådde innan regleringen påbörjades 1937. I denna PM visas en rekonstruktion av hur tappning och nivå skulle varit om Vänern varit oreglerad 1978-2007.	Orange
Observerat	De förhållandena som verkligen rådde 1978-2007. Någon föreskriven tappningsstrategi fanns inte för Vänern innan 2008, så regleringen har skett på olika sätt under olika perioder.	Grön
Ny strategi 2008	Under hösten 2008 började en ny överenskommen tappningsstrategi för Vänern att tillämpas. Syftet med strategin var att få ner de höga nivåerna i sjön.	-
Tillämpad strategi	Så som den nya strategin har tillämpats 2008-2012. Tappningen har varit högre än den minsta angivna under våren och lägre under sommaren. I denna PM visas en rekonstruktion av hur tappning och nivå skulle varit om Vänern reglerats enligt den tillämpade strategin 1978-2007.	Blå
Strategi1 med naturhänsyn	Ett försök att ta fram en strategi som tar mer hänsyn till flora och fauna i Vänern. Detta kommer antagligen inte vara den slutliga strategin med naturhänsyn utan en första ansats, därför benämns den <i>Strategi1 med naturhänsyn</i> . I denna PM visas en rekonstruktion av hur tappning och nivå skulle varit om Vänern reglerats enligt <i>Strategi1 med naturhänsyn</i> 1978-2007.	Svart

Det finns en hel del osäkerheter i de modellberäknade vattenstånden. De modellberäknade värdena bygger på schablonvärden för tappningen och kan inte återge i detalj hur tappningen hade varit i verkligheten. Jämförelse mellan modelldata och observationsdata bör göras med viss försiktighet.

Alla vattenstånd anges i meter över havet i höjdsystem RH00 med Vänersborg som referenspunkt.

### 1.1.1 Ny strategi 2008

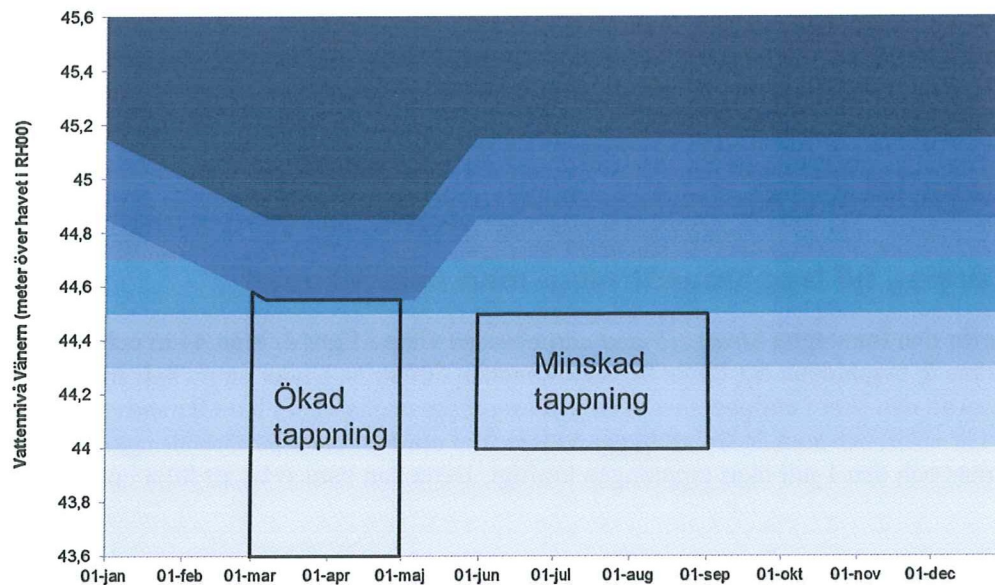
År 2008 träffades en överenskommelse mellan Länsstyrelsen i Västra Götalands län och Vattenfall om att tillämpa en ny tappningsstrategi för Vänern. Målet med den nya tappningsstrategin är att minska de högsta vattenstånden. Den nya strategin redovisas i form av en tappningsställare som visar vilken tappning som *minst* bör ske vid olika vattenstånd i Vänern (figur 1).



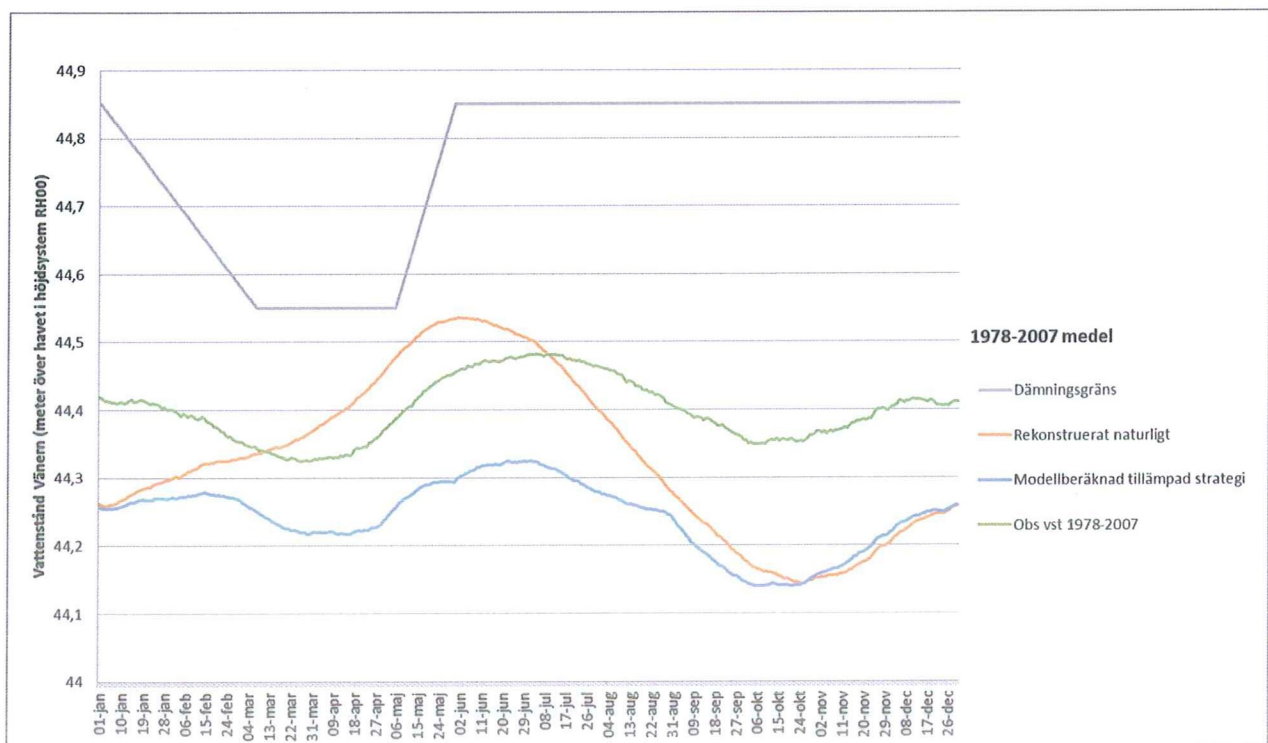
Figur 1. Vänerns nya tappningsstrategi som började gälla hösten 2008. Figuren visar tappning från Vänern vid olika vattenstånd och tider på året.

### 1.1.2 Tillämpad strategi

En analys har tidigare gjorts för hur den nya strategin har tillämpats under åren 2009-2012 (Eklund och Bergström, 2013). Tappningen har varit högre än minimikraven under mars och april och lägre under juni, juli och augusti (figur 2). En modellberäkning gjordes för hur Vänerns vattenstånd hade blivit 1978-2007 om den tillämpade strategin hade gällt (figur 3).



Figur 2. Schematisk beskrivning av den tillämpade strategin i relation till minimikraven för tappning enligt överenskommelsen.



Figur 3. Vänerns medelvattenstånd för olika förhållanden samt Vänerns dämmningsgräns.

### 1.1.3 Strategi1 med naturhänsyn

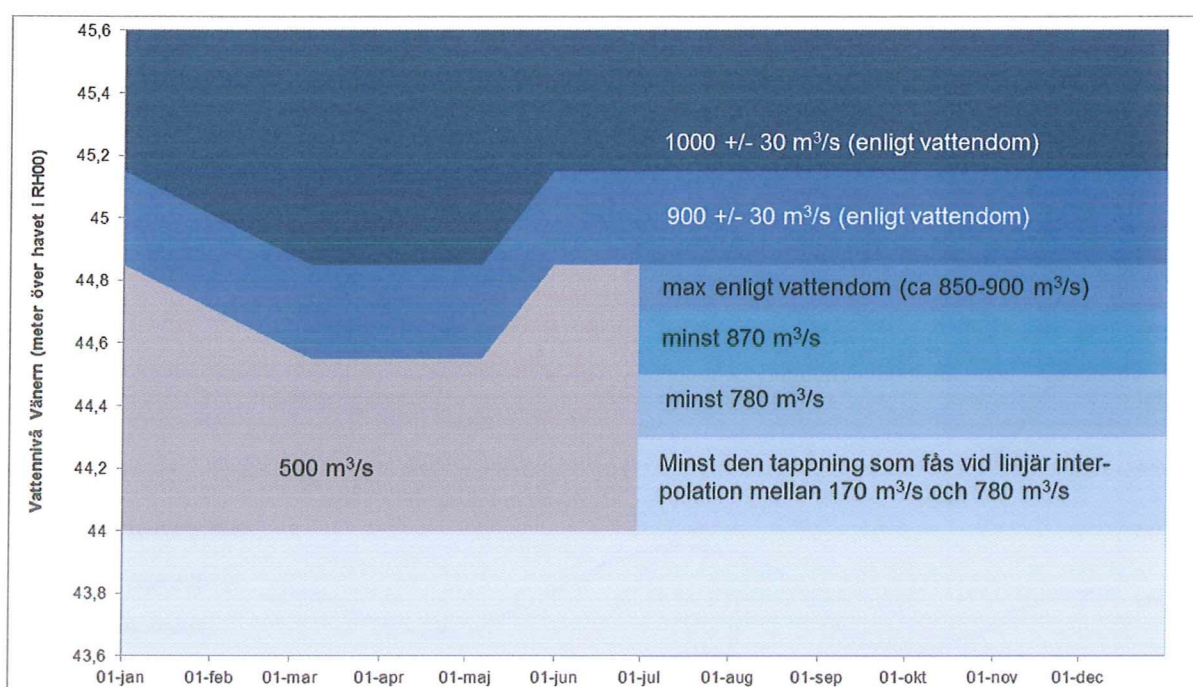
Koffman m.fl. (2013) tog fram ett förslag på medelvattennivå för Vänern med större vattenstandsvariationer under året med en tydlig vårflodstopp och lägre höstvattenstånd. Förslaget innebar att medelkurvan över året ska likna den oregerade (orange linje i figur 3). Förutsättningarna har ändrats helt sedan Vänern var oregerad, bland annat går det att få ut mycket mer vatten från sjön nu och dessutom finns en vattendom som föreskriver en viss tappning över dämmningsgräns. Därför kommer varaktigheter och extremer att skilja sig mycket från de oregerade.

I detta arbete har en tappningsstrategi tagit fram som ger nivåer liknande ovanstående önskemål. I fortsättningen kallas denna strategi för *Strategi1 med naturhänsyn*. Ännu finns bara en testad strategi med naturhänsyn, men förslag på modifieringar av denna strategi kommer antagligen att komma.

## 2 Resultat

### 2.1 Förslag till tappningsstrategi med naturhänsyn

Principerna för den framtagna *Strategi1 med naturhänsyn* visas i figur 4. Från 44 m och upp till dämningssgräns är tappningen det första halvåret konstant 500 m<sup>3</sup>/s. Under andra halvåret bibehålls tappningen så att den sker i enlighet med *Den nya tappningsstrategin*. Vi har eftersträvat att hitta en strategi som är enkel och som är lätt att bygga vidare från om önskemål på förändringar kommer. Vid dämningssgräns och den 1 juli ökas tappningen kraftigt. Detta kan vara svårt att följa i praktiken.

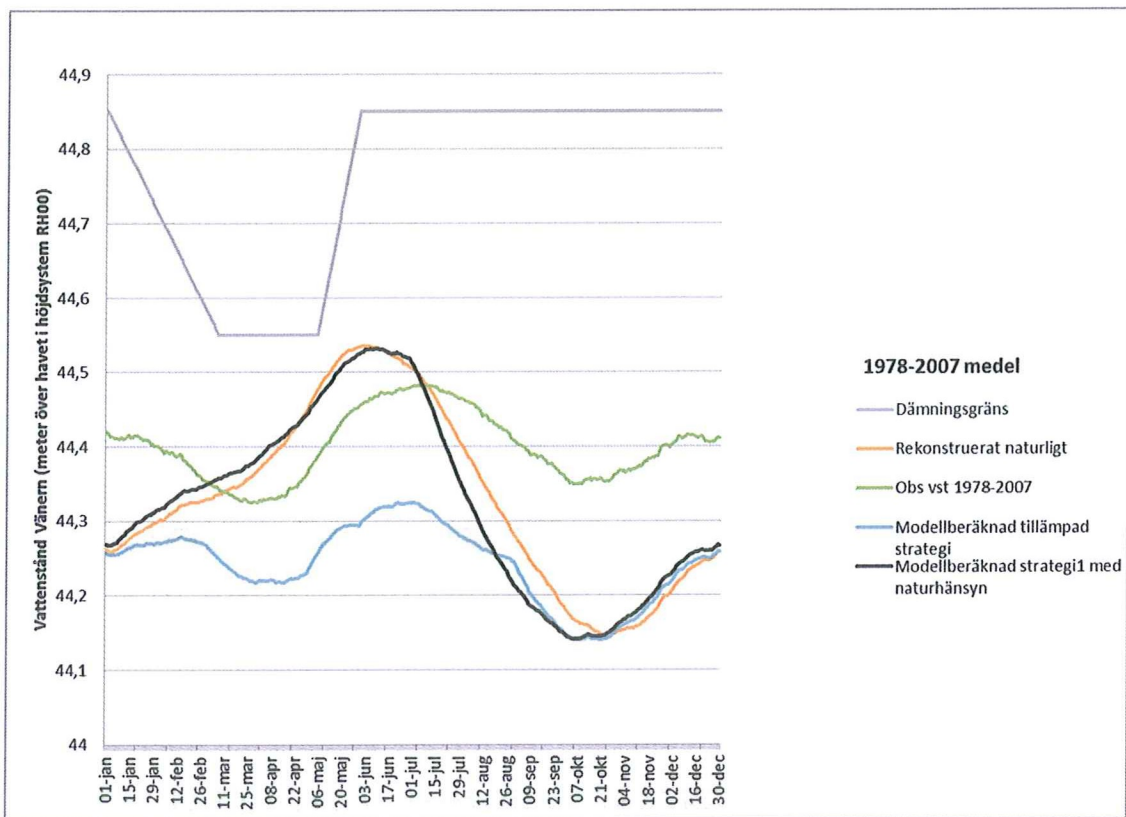


Figur 4. En beskrivning av *Strategi1 med naturhänsyn*. Figuren visar tappning från Vänern vid olika vattenstånd och tider på året.

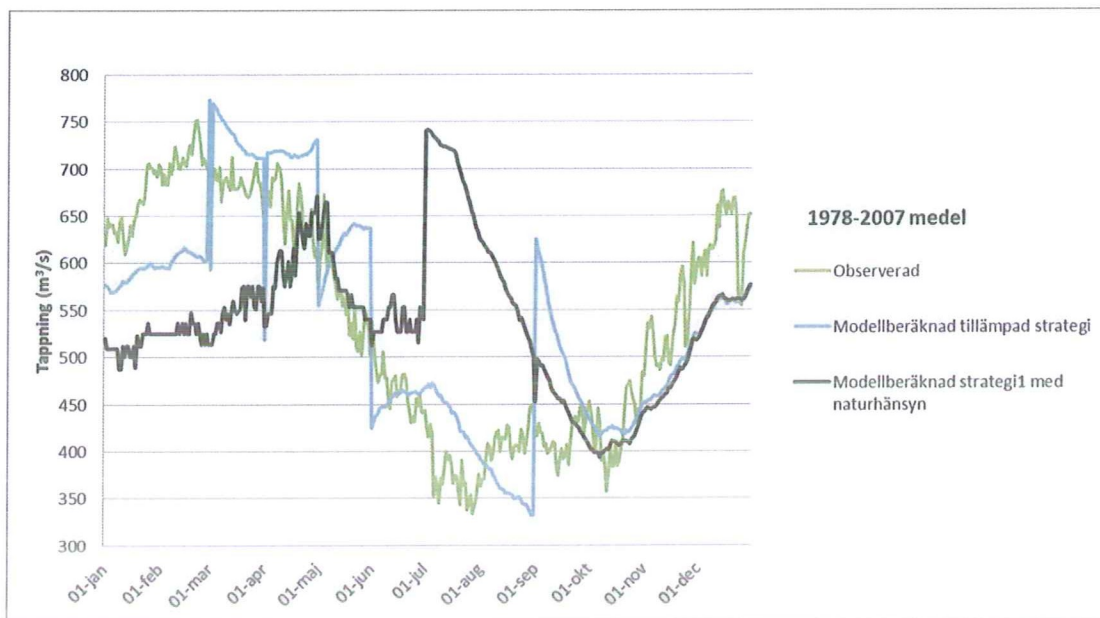
### 2.2 Förändringar i vattennivåer och tappningar

Med *Strategi1 med naturhänsyn* fick medelvattenståndet ett utseende enligt Figur 5. Medelvattenståndet i *Strategi1 med naturhänsyn* följer väl det oreglerade under våren, men sjunker snabbare under sensommaren.

Medeltappningen i de olika fallen visas i figur 6. Där ser man tydligt att tappningen i *Strategi1 med naturhänsyn* är relativt låg under januari till maj och hög under juni till augusti.



Figur 5. Medelkurvor för Vänerns vattenstånd 1978-2007. Strategi1 med naturhänsyn (svart kurva) har modellerats. Målet var att medelkurvan skulle likna medelkurvan för oreglerade förhållanden (orange kurva).



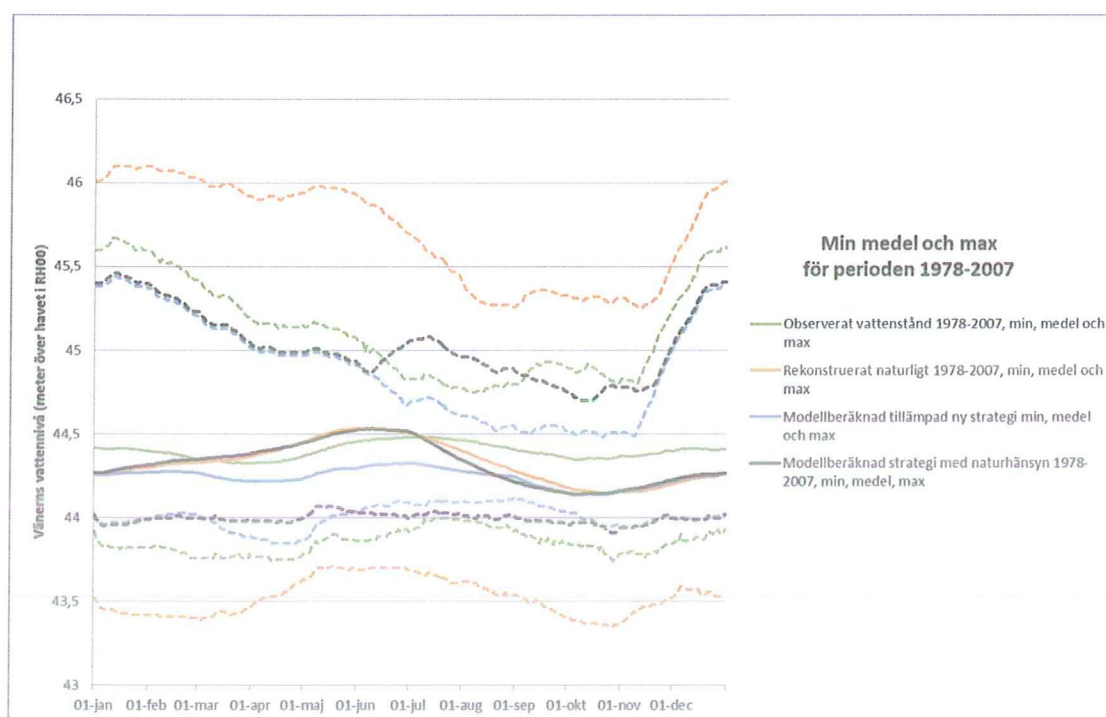
Figur 6. Medeltappning från Vänern under olika förutsättningar 1978-2007.

Tabell 2. Medelvattenstånd och antal dygn per år över och under kritiska gränser 1978-2007.

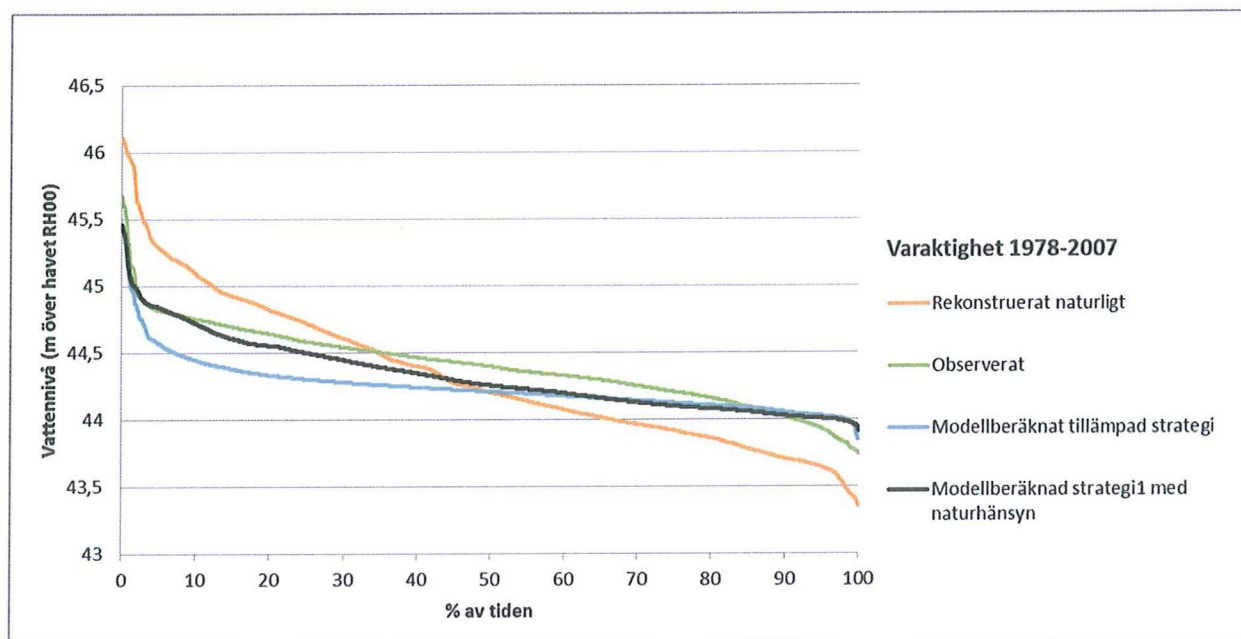
	Observerat	Rekonstruerad Naturlig	Modellberäknad Tillämpad strategi	Modellberäknad Strategi1 med naturhänsyn1
Medelvattenstånd (m över havet)	44,40	44,33	44,24	44,32
Antal dygn per år över dämningssgräns	29	157	12	30
Antal dygn per år över dämningssgräns +30 cm	7	73	5	6
Antal dygn per år under 44 m.ö.h.	32	121	6	11

I tabell 2 visas Vänerns medelvattenstånd vid olika förhållanden. Den *Tillämpade strategin* medförde en sänkning av medelvattennivån och *Strategi1 med naturhänsyn* skulle innebära en ökning ungefär till rekonstruerat naturligt medelvattenstånd. Tabellen visar också hur många dygn per år vattenståndet överstiger dämningssgränsen (då tappning enligt domen är 900 m<sup>3</sup>/s) samt dämningssgräns + 30 cm (då tappning enligt domen är 1000 m<sup>3</sup>/s). Tabellen visar även hur många dygn per år som vattenståndet understiger 44 meter över havet, som är en kritisk gräns för sjöfarten. *Strategi1 med naturhänsyn* innebär fler dygn med både höga och låga vattenstånd jämfört med den *Tillämpade strategin*. Att vattennivån går under 44 m.ö.h. så pass ofta beror på att tappningen under våren är 500 m<sup>3</sup>/s ända ner till vattenståndet 44 m.ö.h.

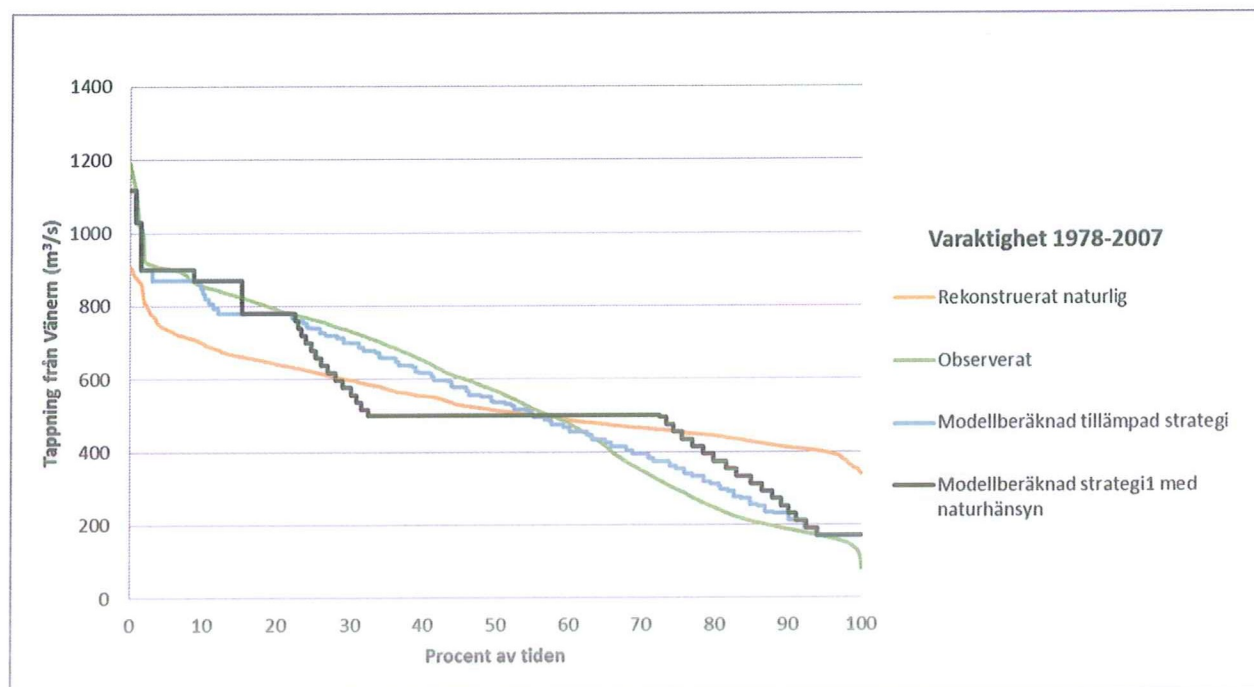
Extrema vattenstånd i de olika fallen visas i figur 7 och varaktigheter i figur 8 och 9.



Figur 7. Min-, medel- och maxvärden för varje dag på året 1978-2007 för observerade vattenstånd, rekonstruerade naturliga vattenstånd, modellberäknade enligt Tillämpad strategi samt modellberäknade enligt Strategi1 med naturhänsyn.



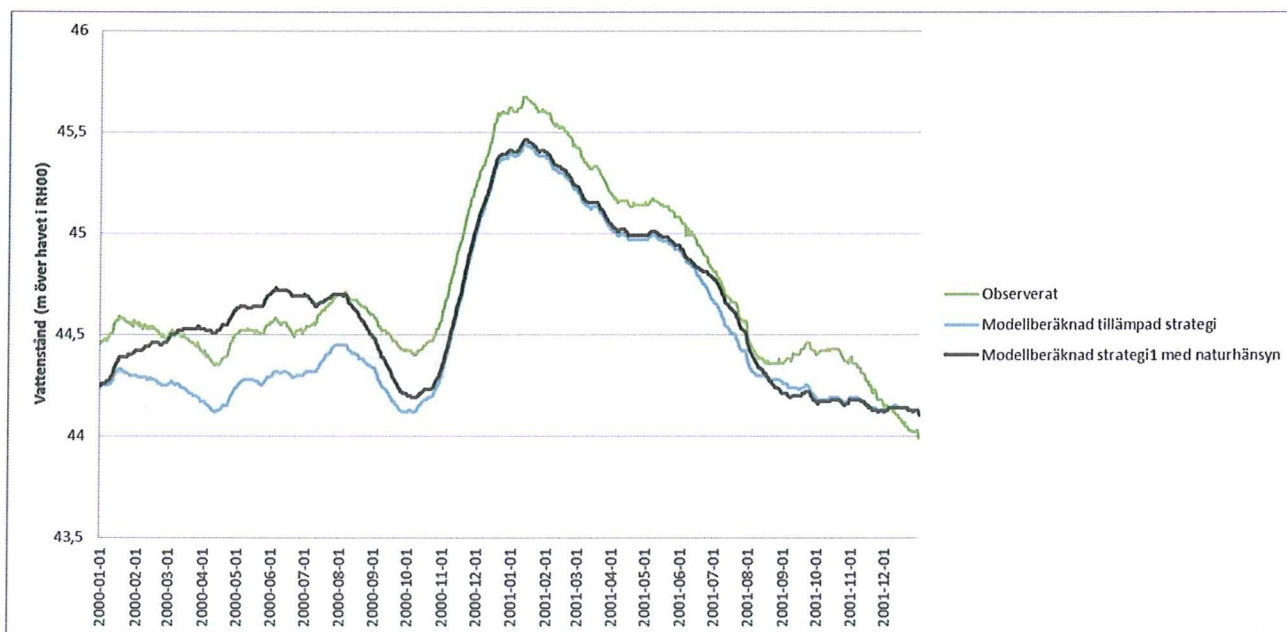
Figur 8. Varaktighet för Vänerns vattenstånd under olika förhållanden.



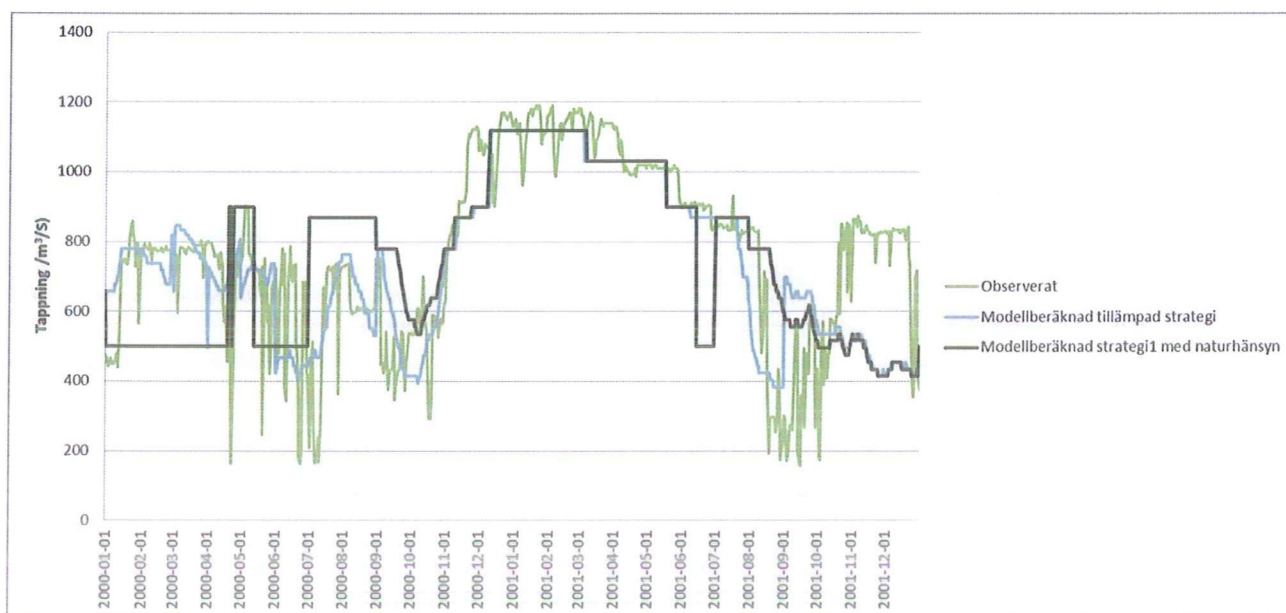
Figur 9. Varaktighet för tappningen från Vänerm under olika förhållanden.

## 2.3 Rekonstruktion av 2000-2001

En rekonstruktion har även gjorts för hur vattenståndet och tappningen skulle varit om *Strategi1 med naturhänsyn* hade varit i bruk under extremåren 2000 och 2001 (Figur 10 och 11). Det högsta vattenståndet hade blivit 2 cm över vattenståndet för den *Tillämpade strategin*.



Figur 10. Vattenstånd vid det extrema tillfället 2000-2001. Dels observerat vattenstånd samt modellberäknat med *Tillämpad strategi* samt med *Strategi1 med naturhänsyn*.

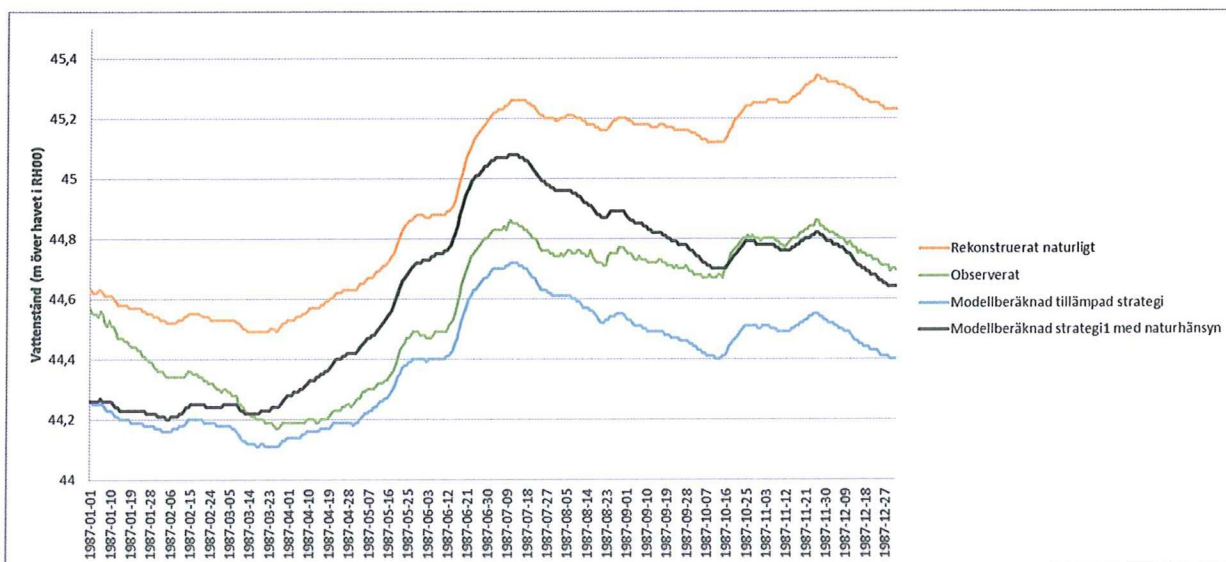


Figur 11. Tappningen vid det extrema tillfället 2000-2001. Dels observerat vattenstånd samt modellberäknat med *Tillämpad strategi* samt med *Strategi1 med naturhänsyn*.



## 2.4 Vårflöden

Vid tillfällen med hög vårflod skulle vattenståndet ha blivit högre med *Strategi1 med naturhänsyn* (figur 12 och 13) än med den *Tillämpade strategin*. Vattenståndet hamnar dock mycket lägre än det naturliga skulle ha gjort



Figur 12. Vattenstånd 1987, ett år då vårflod och regn gav ett ganska högt vattenstånd i Vänern.



Figur 13. Vattenstånd 1999, ett år då vårfloden gav ett ganska högt vattenstånd i Vänern.

## 2.4.1 Dimensionerande vattennivå

Beräkningar av dimensionerande vattennivå enligt flödesdimensioneringsklass I för Vänern har tidigare gjorts av Bergström m.fl. (2010). Denna nivå är en mycket extrem nivå som bygger på riktlinjer framtagna för dimensionering av kraftverks- och regleringsdammar. Beräkningarna för Vänern beskriver i princip vad som skulle hänt 2000-2001 om vi även haft ett mycket stort snömagasin på våren och dessutom fått ett extra extremt regn på hösten. Bergström m.fl. (2010) kom fram till en dimensionerande nivå på 46,08 m med den nya tappningsstrategin från 2008.

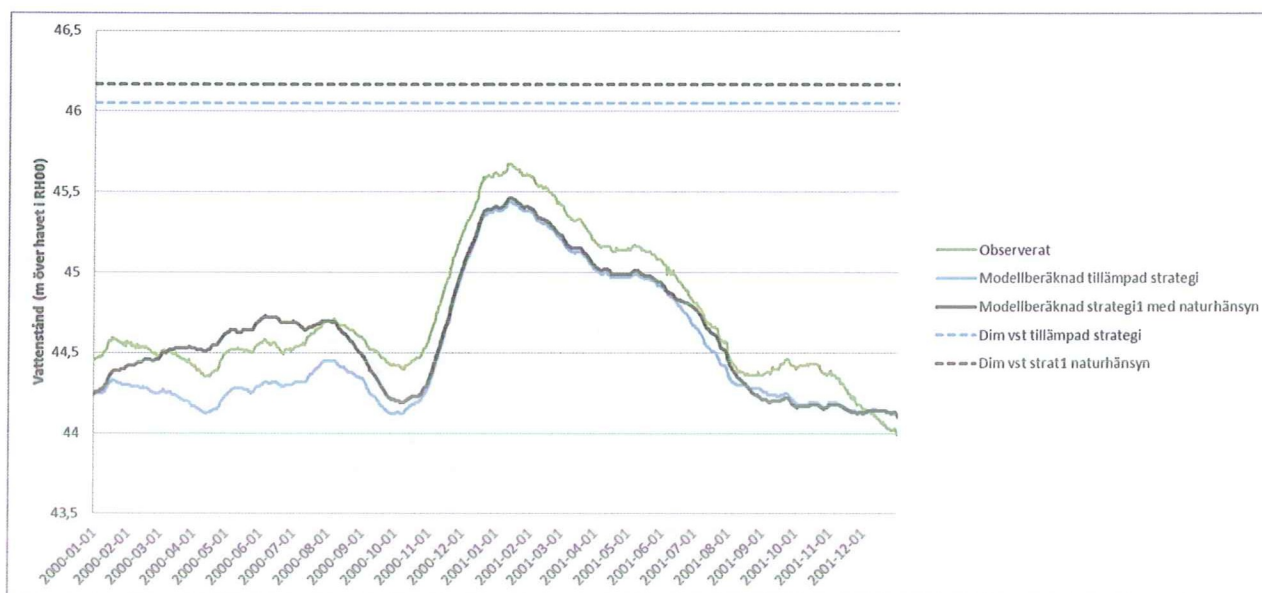
Nya beräkningar har nu gjorts för dimensionerande nivån med den *Tillämpade strategin* samt med *Strategi1 med naturhänsyn* (tabell 3). Det beräknade dimensionerande vattenståndet blir 12 cm högre med *Strategi1 med naturhänsyn* än med den *Tillämpade strategin*. Som jämförelse kan nämnas att det tar ca en vecka att sänka Vänerns vattennivå 12 cm med full tappning och utan någon tillrinning. En jämförelse kan också göras med vattenstånden 2000-2001 (figur 14).

I beräkningarna finns inte vindens påverkan med. Bergström m.fl. (2010) gjorde en översiktlig analys av vindens effekter på Vänerns vattenstånd och kom fram till att den kan bli upp till 0,5 m.

Tabell 3. Beräknade dimensionerande nivåer för Vänern utan hänsyn taget till vind och ett förändrat klimat.

	Ny strategi 2008	Tillämpad strategi	Strategi1 med naturhänsyn
Dimensionerande nivå (meter över havet i RH00)	46,08*	46,05	46,17

\*Enligt Bergström m.fl. (2010)



Figur 14. De dimensionerande nivåerna i förhållande till vattenståndet 2000-2001.

### 3 Slutsatser

- Det går att hitta tappningsstrategier som ger ett medelvattenstånd som liknar Callunas förslag. Den strategi vi tagit fram benämns "*Strategi1 med naturhänsyn*".
- Om *Strategi1 med naturhänsyn* hade tillämpats år 2000/2001 hade det gett ungefär samma vattenstånd som med den *Tillämpade strategin*.
- *Strategi1 med naturhänsyn* hade lett till högre vårvattenstånd än den *Tillämpade strategin* vid några relativt kraftiga vårflöden.
- Ett beräknat dimensionerande vattenstånd blir 12 cm högre med *Strategi1 med naturhänsyn* än med den *Tillämpade strategin*.

### Referenser

Bergström, S., Andréasson, J., Asp, M., Caldarulo, L., German, J., Lindahl, S., Losjö, K. och Stensen, B. (2010). Fördjupad studie rörande översvämningsriskerna för Vänern – slutrapport. SMHI 2010-85.

Eklund, A. och Bergström, S. (2013). Modellberäkningar för Vänerns vattenstånd med den nya strategin. SMHI.

Koffman, A., Lundkvist, E., Hebert, M. och Thorell, M. (2013). Vänerns vattenreglering - Effekter och konsekvenser för flora, fauna och friluftsliv. Calluna AB.

## Bilaga 1. Statistik enligt Callunas önskemål

Alla vattenstånd anges i meter över havsnivån i RH00 med referenspunkt Vänersborg.

### Karakteristiska vattenstånd

	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 med naturhän- syn	1978-2007 15 april-18 oktober Modellerat vattenstånd strategi med naturhän- syn
<b>Högsta högvattenstånd</b>	45,67	45,17	45,44	44,99	45,46	45,08
10percentil högvattenstånd	44,94	44,86	44,74	44,62	45,01	44,88
<b>Medelhögvattenstånd</b>	44,74	44,62	44,50	44,42	44,68	44,60
90percentil högvattenstånd	44,44	44,23	44,27	44,24	44,31	44,16
10percentil, årsmedelvattenstånd	44,66	44,70	44,39	44,42	44,58	44,63
<b>Medelvattenstånd</b>	44,40	44,42	44,24	44,25	44,32	44,36
90percentil, årsmedelvattenstånd	44,18	44,10	44,13	44,13	44,11	44,10
10percentil lågvattenstånd	44,32	44,41	44,12	44,17	44,19	44,20
<b>Medellågvattenstånd</b>	44,11	44,20	44,04	44,07	44,06	44,10
90percentil, lågvattenstånd	43,81	43,92	43,96	43,97	43,95	43,97
<b>Lägsta lågvattenstånd</b>	43,74	43,74	43,85	43,85	43,91	43,96

### Förklaring till begreppen i tabellen ovan:

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

90percentil, lågvattenstånd  
Lägsta lågvattenstånd

90 % av åren är årets lägsta vattenstånd högre än detta vattenstånd  
Lägsta uppmätta vattenstånd under perioden

## Andel av år

Andelen år med nivåer över	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	1978-2007 Hela året Modellerat vattenstånd strategi I med naturhänsyn	1978-2007 15 april-18 oktober Modellerat vattenstånd strategi I med naturhänsyn
44 m	1,00	0,97	1,00	1,00	1,00	1,00
44,05 m	1,00	0,97	1,00	1,00	1,00	1,00
44,1 m	0,97	0,93	1,00	1,00	1,00	0,97
44,15 m	0,97	0,93	1,00	1,00	1,00	0,93
44,2 m	0,97	0,93	1,00	1,00	1,00	0,90
44,25 m	0,97	0,90	0,97	0,87	1,00	0,87
44,3 m	0,97	0,87	0,77	0,67	0,93	0,83
44,35 m	0,93	0,87	0,63	0,53	0,87	0,80
44,4 m	0,93	0,83	0,53	0,43	0,80	0,80
44,45 m	0,87	0,73	0,40	0,33	0,73	0,70
44,5 m	0,83	0,63	0,33	0,27	0,67	0,67
44,55 m	0,77	0,63	0,27	0,20	0,63	0,60
44,6 m	0,70	0,57	0,27	0,20	0,57	0,53
44,65 m	0,60	0,50	0,17	0,07	0,43	0,40
44,7 m	0,53	0,43	0,17	0,07	0,43	0,37
44,75 m	0,50	0,37	0,10	0,03	0,40	0,33
44,8 m	0,43	0,27	0,10	0,03	0,37	0,30
44,85 m	0,27	0,13	0,10	0,03	0,27	0,20
44,9 m	0,17	0,10	0,07	0,03	0,17	0,10
44,95 m	0,07	0,03	0,07	0,03	0,13	0,10
45 m	0,07	0,03	0,07	0,00	0,13	0,10

Andelen år med vattenståndsvariation större än	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 strategi1 med naturhänsyn	1978-2007 15 april-18 oktober Modellerat vattenstånd strategi1 med naturhänsyn
0,7 m	0,30	0,10	0,13	0,03	0,33	0,20
0,6 m	0,47	0,17	0,17	0,03	0,47	0,37
0,5 m	0,67	0,27	0,23	0,13	0,63	0,50
0,4 m	0,83	0,53	0,47	0,20	0,80	0,70
0,3 m	1,00	0,67	0,73	0,57	1,00	0,87
0,2 m	1,00	0,90	0,97	0,93	1,00	0,90
0,1 m	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,97

### Vattenståndsdiagram med max, min, medel och percentiler

