

# DETALJPLAN SÖDRA SANDEN

STRATEGI FÖR KLIMATANPASSNING MED AVSEENDE PÅ HÖGA VATTENNIVÅER I VÄNERN



UPPDRAGSNUMMER 30030552

2021-12-08

**SWECO SVERIGE AB**

UPPDRAGSLEDARE Elisabeth Nejdmo

HANDLÄGGARE Mats Andreasson, Andrew Quinn

## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Bakgrund och syfte</b>	<b>1</b>
1.1	Bebyggelsens lämplighet med avseende på översvämningsrisk	2
1.2	Konsekvensklassning och översvämningszoner	4
1.3	Klimatanpassning av planområde Södra Sanden	6
1.4	Sannolikhetsberäkning av samverkande höga vattennivåer och vinduppstuvning i Vänern	7
<b>2</b>	<b>Framtida höga vattennivåer i Vänern</b>	<b>11</b>
2.1	Förslag till planeringsnivåer för planområde Södra Sanden vid höga vattennivåer i Vänern	11
<b>3</b>	<b>Avslutande kommentar</b>	<b>14</b>
	<b>Referenser</b>	<b>15</b>

## 1 Bakgrund och syfte

Skanska planerar att utveckla området Sanden i Vänersborg. Området är av Vänersborgs kommun utpekad som lämpligt att omvandla från dagens industrikaraktär till ett attraktivt område med bostäder, kontor och handel. Projektet drivs som en exploatörsdriven detaljplan där exploatören ansvarar för att ta fram underlag till planhandlingar.

Sweco har fått i uppdrag av Skanska och Vänersborgs kommun att ta fram ett underlagsdokument för klimatanpassningsstrategi för detaljplaneområdet Södra Sanden i centrala Vänersborg. Detta med avseende på höga vattennivåer i Vänern, se Figur 1.



Figur 1 Gestaltungsforlag for Södra Sanden (Skanska/Arkitektbyrå Design, 2021-10-18).

Föreliggande PM har utarbetats av Mats Andréasson (huvudförfattare) och Andrew Quin, Sweco i samverkan med Vänersborgs kommun och Skanska. Under arbetet har senaste rön från myndigheter beaktats, bl.a. från Boverket, MSB, Länsstyrelsen i Västra Götaland och SMHI.

Inledningsvis görs vissa förtydliganden rörande begreppen översvämningsrisk enligt *Boverkets* definition, samt konsekvensklasser och översvämningszoner enligt publikationen *Stigande Vatten* (Länsstyrelsen Västra Götalands och Värmlands län, 2011) samt dess kompletterande underlag, *Faktablad -Vänern* (2017.1), *Beräkning av planeringsnivåer – Vänern*.

*Faktabladet – Vänern* (2017.1) redovisar vilket underlag som använts från SMHI:s rapport: *Vattennivåer. Tappningar, vattentemperatur och is i Vänern. Beräkningar för dagens och framtidens klimatförhållanden* (SMHI Klimatologi Nr 44). I Figur 2 redovisas de publikationer och dokument som utgör underlag till föreslagen klimatanpassningsstrategi.



Figur 2 Publikationer och dokument som utgör underlag till klimatanpassningsstrategin för planområde Södra Sanden, Vänersborg. Stigande Vatten 2011, SMHI Klimatologi Nr 44 och Faktablad – Vänern (2017.1).

Metodik för att utforma hållbara och effektiva strategier och åtgärder för att förhindra och mildra konsekvenserna av översvämningar har vidare beskrivits i publikationen *Systemlösningar för klimatanpassning av det kustnära samhället* (Naturvårdsverket et al., 2019).

### 1.1 Bebyggelsens lämplighet med avseende på översvänningsrisk

Enligt Plan- och bygglagen (2010:900) kan en plats vara olämplig för bebyggelse bl.a. utifrån risken för översvämning (Boverket, 2018). En risk består delvis av en sannolikhet för att översvämningen inträffar och delvis av den negativa konsekvensen som översvämningen innebär. För en sådan bedömning behöver i regel plats-specifika förutsättningar hanteras.

Sannolikheten för att en händelse ska inträffa brukar beskrivas med händelsens återkomsttid. Under denna tidsperiod inträffar eller överträffas händelsen i genomsnitt en gång. Sannolikheten för att exempelvis en 100-årshändelse ska inträffa under ett enskilt år är en (1) procent, men eftersom exponeringen sker under projektets livstid blir risken för den *ackumulerade sannolikheten* betydligt större. Sannolikheten för att en 100-årshändelse inträffar åtminstone en gång under en 100-årsperiod är exempelvis hela 63 % (Se tabell 1 nedan). Det är alltså mera sannolikt att en 100-årshändelse inträffar under de kommande 100-åren än att den inte gör det.

Tabell 1. Tabellen visar den ackumulerade risken. Sambandet mellan återkomsttid, exponerad tid och sannolikhet i procent (tabellen är hämtad ur rapporten Stigande Vatten (Länsstyrelsen Västra Götalands och Värmlands län, 2011).

### Återkomsttid

Åter-komst-tid (år)	Sannolikhet under 1 år	Sannolikhet under 5 år	Sannolikhet under 10 år	Sannolikhet under 20 år	Sannolikhet under 50 år	Sannolikhet under 100 år
2	50	97	100	100	100	100
5	20	67	89	99	100	100
10	10	41	65	88	99	100
25	4	18	34	56	87	98
50	2	10	18	33	64	87
100	1	5	10	18	39	63
1000			1	2	5	10
10 000						1

Figur 4. Sambandet mellan återkomsttid, exponerad tid och sannolikhet i procent. Värderna lägre än 1 % redovisas inte.

Framtida höga vattennivåer i Vänern har beräknats enligt klimatscenario RCP 8.5 för en 100-års och 200-års återkomsttid (SMHI, Klimatologi Nr.44, 2017). Det innebär att översvämningens sannolikhet att inträffa ett enskilt år är 1% för 100 års återkomsttid respektive 0,5% för 200 års återkomsttid.

Även beräknad högsta vattennivå, BHW har tagits fram i denna SMHI rapport, Klimatologi Nr.44. Beräknad högsta vattennivå är enligt SMHI definition en mycket extrem vattennivå.

Bestämning av den beräknade högsta vattennivån bygger på hydrologiska modellsimuleringar som beskriver följderna av att extremt stora nederbördsmängder faller under särskilt ogynnsamma förhållanden. Översvämningens sannolikhet att inträffa för en 10 000-års återkomsttid är 1 % under en 100 års period. Översvämningens sannolikhet att inträffa för en 1000-års återkomsttid är 10 % under en 100 års period.

Konsekvensen vid översvämning kan bedömas utifrån flera aspekter. Nedanstående aspekter anses emellertid av Boverket vara viktiga att väga in i konsekvensbedömningen betr. planeringsunderlag (senaste uppdatering från Boverkets hemsida, granskad 9 juni 2021), se nedanstående fyra textutdrag;

”I praktiken beror en översvämning ofta på en kombination av orsaker. Kombinationseffekter kan leda till högre översvämningarnivåer än vad som förutsetts för olika översvämningstyper var för sig.”

” I flera nationella underlag för sjöar, vattendrag och hav har SMHI och MSB beaktat framtida klimatförändringar. Underlagen kan fungera som utgångspunkt för att bedöma markens lämplighet med avseende på översvämningensrisken i ett förändrat klimat. Det krävs dock en medvetenhet om att underlagen bygger på flera osäkra faktorer och redovisade nivåer och scenarier kan både underskatta och överskatta risken för



översvämning. I takt med att kunskaperna ökar och nya metoder utvecklas så tillkommer nya och förbättrade planeringsunderlag successivt. Ett så uppdaterat underlag som möjligt bör därför användas som utgångspunkt för bedömning av översvämningens risk vid fysisk planering. Utöver de nationellt tillgängliga planeringsunderlagen behövs många gånger mer detaljerade analyser, som beaktar lokala förutsättningar”.

”**Planeringsunderlag sjöar och vattendrag.** Beräknat högsta flöde tas fram enligt en metod som används inom dammsäkerhet. I beräkningarna antas extrema nederbördsmängder samverka med kraftig smältning av stora snömagasin och vattenmättade markförhållanden. MSBs arbete med översvämningsskarteringar har pågått sedan slutet av 1990-talet. Under arbetets gång har metodiken utvecklats samtidigt som kvalitén på underlagsdata har förbättrats. Sedan år 2013 uppdaterar MSB kontinuerligt de äldre skarteringarna med mer detaljerade höjddata, med klimatkompenserade 100- och 200-årsflöden fram till nästa sekelskifte. Samtidigt transformeras skarteringarna till de nationella referenssystemen SWEREF 99TM och RH 2000. Analyser av hur beräknade högsta flöden kan utvecklas i framtida klimat visar generella tendenser till minskande extrema flöden, även om resultaten inte är helt entydiga. Därför har inte metoden att ta fram beräknat högsta flöde klimatanpassats.”

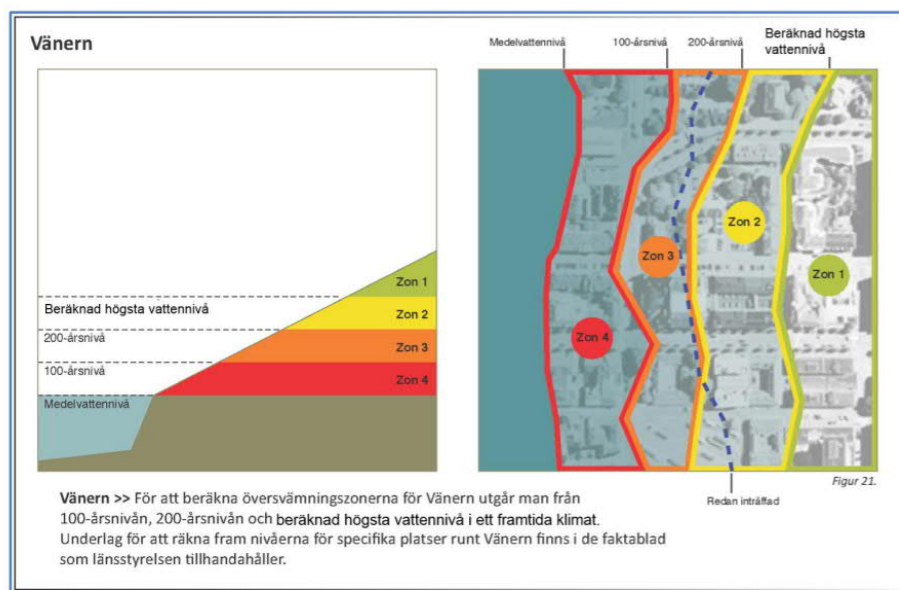
”För de stora sjöarna Vänern, Vättern, Mälaren och Hjälmaren har SMHI analyserat vattennivåer i framtida klimat. Även effekter på vattennivån av kraftig vind behandlas”.

## 1.2 Konsekvensklassning och översvämningsszoner

Vid dimensionering av säkerheten för samhällsbyggande och infrastruktur är det lämpligt att tillämpa konsekvensklassning. Konsekvensklassning föreslås tillämpas för skydd av planerad och befintlig bebyggelse vad avser skydd mot vattennivåer i Vänern och skyfall. Detta innebär att en konsekvensklassning ska formuleras och dimensioneringskriterierna för detta ska bestämmas.

Användandet av översvämningsszoner är ett alternativt sätt att differentiera kraven på en skyddsanläggning efter konsekvenserna av en extrem händelse. I rapporten *”Stigande vatten – en handbok för fysisk planering i översvämningsshotade områden”* utgiven av länsstyrelserna i Västra Götalands och Värmlands län (2011) redovisas hur begreppet översvämningsszoner kan tillämpas i den fysiska planeringen.

I handboken presenteras inga exakta siffror eller nivåer för zonerna eftersom kunskap och bedömningar kan komma att ändras i takt med att ny forskning tas fram. Därför presenteras de aktuella planeringsnivåerna i de faktablad som Länsstyrelserna tillhandahåller. I Figur 3 och Figur 4 nedan redovisas exempel på detta.



Figur 3 Översvämningszoner i den fysiska planeringen enligt rapporten Stigande vatten – en handbok för fysisk planering i översvämningshotade områden från Länsstyrelserna i Västra Götalands och Värmlands län (2011). Utdrag ur faktablad - Vänern (version 2017.1).

Planeringsnivåer Vänern (m.ö.h., RH2000)						
Kommun	Medelvatten- nivå*	100-års nivå*	200-års nivå*	Beräknad högsta vattennivå*		
Vänersborg	44,58	47,02	47,22	47,81		
Mellerud	44,58	46,45	46,65	47,24	Översvämningszon 4	↔
Åmål	44,58	46,34	46,54	47,13		
Säffle	44,58	46,25	46,45	47,04		
Grums	44,58	46,22	46,41	47,01		
Hammarö	44,58	46,21	46,41	47,00	Översvämningszon 3	↔
Karlstad	44,58	46,28	46,48	47,07		
Kristinehamn	44,58	46,51	46,71	47,30		
Gullspång	44,58	46,40	46,60	47,19		
Mariestad	44,58	46,65	46,85	47,44	Översvämningszon 2	↔
Lidköping	44,58	46,46	46,66	47,25		
					Översvämningszon 1	↔

\*Planeringsnivåerna kring Vänern utgår från återkomsttider för vattennivån, därefter har klimatteffekt, vind och landhöjning inkluderats. Nivåerna har räknats om till RH2000. Se SMHI Klimatologi Nr 44. I handboken Stigande Vatten finns riktlinjer för vilka typer av markanvändning som är lämplig i de olika zonerna.

Figur 4 Utdrag från Faktablad - Vänern (Version 2017.1) Underlag till rapporten Stigande vatten – en handbok för fysisk planering i översvämningshotade områden.

Länsstyrelsen i Värmland och Västra Götaland har definierat planeringsnivåerna för ny bebyggelse kring Vänern, dessa utgår från en 100-årsnivå, en 200-årsnivå och beräknad högsta vattennivå.

Planeringsnivåerna baseras på:

- Den nuvarande tappningsstrategin (från 2008)
- Klimatscenario RCP8.5 för perioden 2069 – 2098.
- Vinduppstuvning vid 20 m/s. Stationär samt dynamisk (50 % av stationär).
- Landhöjningen beräknad för år 2100.

Detta beskrivs utförligare i SMHI:s rapport: *Vattennivåer. Tappningar, vattentemperatur och is i Vänern. Beräkningar för dagens och framtidens klimatförhållanden (SMHI Klimatologi Nr 44)*.

### 1.3 Klimatanpassning av planområde Södra Sanden

Begreppet *klimatanpassning* används ofta i olika betydelser. I föreliggande dokument avser begreppet anpassning till förutsättningar, som sett till ett nuvarande och förändrat klimat skapar. Under senare år har ett stort antal klimatanpassningsprojekt genomförts för olika sektorer. Underlaget för anpassning till ett förändrat klimat har förbättrats genom bland annat tillgång till detaljerade regionala klimatscenarier. Speciellt är de klimatanalysen, som SMHI tillhandahåller, relevanta vid klimatanpassning (*Sveriges stora sjöar idag och i framtiden, Klimatologi Nr.49, 2018*), som beskriver klimatets påverkan på Vänern m.fl. sjöar.

Frågan om anpassning till ett förändrat klimat är förhållandevis ny och kräver ett nytt förhållningssätt i beslutsprocessen. Nya forskningsresultat kommer att tillkomma i framtiden. Detta gör att det krävs en noga genomtänkt strategi när resultaten ska tillämpas. Därvid bör frågan beaktas om vad som måste göras redan nu och vilka frågor som kan skjutas på tills det vetenskapliga underlaget blir säkrare. Detta beskrivs utförligare inom projektet "*Hav möter land – Klimatanpassning i kustzonen*" (*Rapportnummer 2013:36 hos Länsstyrelsen*), där det visas hur kommuner kan arbeta för att anpassa kustsamhällen till klimatförändringar och stigande havsnivåer. Speciellt lyfts frågan om integrering av ny och befintlig bebyggelse, alternativa skyddstillämpningar och samhällsekonomiska analyser.

Osäkerheter kommer in på flera nivåer i processen, bl.a. när det gäller samverkande händelser och sannolikheter. I beräkningarna för högsta flöde (BHF) antas till exempel extrema nederbördsmängder samverka med kraftig smältning av stora snömagasin och vattenmättade markförhållanden. Enligt *SMHI:s Rapport Nr. 2010 - 85 Fördjupad studie rörande översvämningsriskerna för Vänern* sägs bl. a.;

"Det är svårt att beräkna sannolikheten för ett flöde som är så extremt som BHF. Det är därmed troligt att metoden ger en sannolikhet som är lägre än 1 på 10 000. Metodtillämpningen som tillämpats för Vänern ger ett likartat resultat".



"Att beräkna sannolikheten för alla bidragande komponenter på värsta tänkbara sätt går knappast. Enbart fallet att höst- och vinterregnen, snön och det dimensionerande regnet skall inträffa under ett och samma år har en sannolikhet så låg som 1 på 600 000".

"Om man till detta lägger sannolikheten för att den extrema vinden skall inträffa just under den kritiska tid som Vänern ligger som högst och att det dimensionerande regnet inträffar just under den 14-dagarsperiod som är mest ogynnsam ökar marginalen ytterligare".

Till detta skall tilläggas vinduppstuvningen. Hur stor vinduppstuvningen blir beror bland annat på topografiska förhållanden och botten djup. Denna typ av lokala förhållanden beaktas normalt inte i de nationella underlagen för sjöar och hav och måste därför hanteras på annat sätt, exempelvis genom plats-specifika beräkningar. Därför är det mycket troligt att den dynamiska vinduppstuvningseffekten kan minskas på grund av t.ex. förekomsten av vågbrytare, friktionsförluster över mark, bryggor, byggnader, o.s.v.

Antagandet av den dynamiska vindeffekten i *Klimatologi Nr 44* är hämtad från uppgifter ifrån SMHI:s *Rapport Nr. 2010 - 85 Fördjupad studie rörande översvämningsriskerna för Vänern*. Där sägs bl.a. att;

"För att beräkna vindeffekten på de stora dammarna har det blivit praxis att tillämpa en metod från U.S. Army Coastal Engineering Research Center (1977).

"Man bör dessutom anta att vattnet tillfälligt skvalpar upp någonstans mellan 50 - 75% högre nivåer, en s.k. temporär uppstuvning. Detta brukar dock inte tillämpas vid dimensioneringsberäkningar för dammar".

Som SMHI räknat och redovisat i *Klimatologi Nr 44*, å gäller 100-årsnivån en "platt" vattenyta (för hela Vänern under vindstilla förhållanden). Ovanpå det läggs sedan vindeffekter. Detta ger rimligen en nivå med högre återkomsttid än 100 år på de flesta platser runt Vänern. Planeringsnivåerna bör därför utredas och analyseras mer plats-specifikt innan de slutligen fastslås, beroende på risk och konsekvens av en översvämning. Inför detta har det i aktuellt PM genomförts en analys med avseende på sannolikhetsberäkning av samverkande höga vattennivåer i Vänern och kraftig ogynnsam vind vid Vänersborg, se vidare avsnitt 1.4 nedan.

#### 1.4 Sannolikhetsberäkning av samverkande höga vattennivåer och vinduppstuvning i Vänern

I den här analysen har detaljplanen för Södra Sanden utretts i förhållande till potentiella översvämningsrisker för olika vattennivåer i Vänern. Scenarion baseras på:

- planeringsnivåer framtagna av Länsstyrelsen i Västra Götalands Län och Länsstyrelsen Värmland (2017)
- nivåer baserat på Boverkets vägledning (2018)

I båda fall är vattennivåerna baserade på SMHI:s beräkningar (2017).

Planeringsnivåer för översvämningar med olika återkomsttider Tabell 2 har tagits fram av Länsstyrelsen i Västra Götalands Län och Länsstyrelsen Värmland (2017), baserat på beräkningar gjorda av SMHI (2017). Beräkningarna inkluderar effekterna av:

- Dagens tappningsstrategi för Vänern
- Klimatförändringar år 2098 enligt klimatscenario RCP 8.5
- Vinduppstuvning och kortvarig effekt vid kraftig vind (>20 m/s, stationär och dynamisk)
- Landhöjning till år 2100

*Tabell 2* Planeringsnivåerna för Vänern (RH2000) i Vänersborg med nuvarande tappningsstrategi, klimatpåverkan år 2100, vinduppstuvningseffekter och landhöjningseffekt år 2100 (Länsstyrelsen Västra Götalands län och Länsstyrelsen Värmland).

Scenario	Vänerns nivå (m)	Klimat RCP 8.5 2100 (m)	Vind stationär (m)	Vind dynamisk (m)	Landhöjning 2100 (m)	Planeringsnivå (m)
100-årsnivå	45,63	0,49	0,60	0,30	0	47,02
200-årsnivå	45,78	0,54	0,60	0,30	0	47,22
Beräknad högsta vattennivå	46,58	0,33	0,60	0,30	0	47,81

Planeringsnivåerna tar dock inte hänsyn till följande (beskrivs mer utförligt nedan):

- Lokala förutsättningar för höjning av vattennivån p.g.a. vinduppstuvning vid planområdet.
- Planeringsnivån för beräknad högsta nivå som inte har beräknats enligt Boverkets definition.
- Den sammanlagda sannolikheten för vinduppstuvning och årsnivåerna.

Vinduppstuvningseffekten i planeringsnivåerna (Tabell 1) avser nivån vid en strandlinje som ligger mot en öppen vattenyta mot Vänern. Dessa förutsättningar stämmer inte vid planområdet. Det är mycket troligt att den dynamiska vinduppstuvningseffekten minskar vid planområdet av vågbrytare, friktionsförluster på mark, bryggor, byggnader, o.s.v.

Genom att lägga vinduppstuvningseffekten till de olika scenarion för Vänern (100-årsnivån, 200-årsnivån samt beräknat högsta vattennivå) är sannolikheten att planeringsnivåerna för Vänersborg inträffar mindre än sannolikheten som rekommenderas enligt Boverkets vägledning.

Vinduppstuvningseffekten som planeringsnivåerna baseras på har modellerats för en vind där hastigheten ökar från 0 till 20 m/s under 6 timmar och därefter hålls konstant (SMHI 2017). Sannolikheten att en sådan händelse inträffar har emellertid inte beskrivits i underlaget.

Det är svårt att beräkna exakta sannolikhetssiffror och återkomsttider för höga vattennivåer och vinduppstuvning p.g.a. antaganden och osäkerheter. Det är ändå möjligt att göra en uppskattning. Det är då rimligt att uppskatta sannolikheten för vinduppstuvning per årstid eftersom ett högt vattenstånd oftast inte varar mer än ca 3 månader.

Här följer en uppskattning av sannolikheten och återkomsttid för att 200-årsnivån och vinduppstuvning ska inträffa samtidigt. SMHI (2009) har uppskattat återkomsttider för 200-årsnivå uppdelat på årstider och SMHI (2010) har uppskattat återkomsttider för vind högre än 20 m/s från norr (NV-NO), vilket är ogynnsam för Vänersborg uppdelat på årstider. Dessa presenteras i Tabell 3 nedan.

Notera att sannolikheten för vind >20 m/s har uppskattats baserat på medelhastigheten under minst 1 timme. Sannolikheten att det uppstår under 6 timmar, som används i SMHI-modellen för vinduppstuvning och som planeringsnivåerna baseras på är ännu mindre. Sannolikheten per årstid för 200-årsnivån och vind >20 m/s från norr har beräknats separat samt sammantaget. Därefter har den sammantagna årsåterkomsttid uppdelat per årstid beräknats.

*Tabell 3* Årsåterkomsttid och sannolikhet för vid Vätern: 200-årsnivån, vind >20 m/s från norr samt 200-årsnivån och vind >20 m/s från norr.

	Årsåterkomsttid per årstid		Sannolikhet per årstid		Sannolikhet per årstid för 200-årsnivån och vind >20 m/s från norr (avrundat)	Årsåterkomsttid per årstid för 200-årsnivån och vind >20 m/s från norr (avrundat)
	200-årsnivån Vätern (SMHI 2009)	Vind >20 m/s från norr <sup>1</sup> (SMHI 2010)	200-årsnivån Vätern	Vind >20 m/s från norr		
<b>Vinter</b>	180	8,51	0,0056	0,1175	0,000653	1 500
<b>Vår</b>	380	17,4	0,0026	0,0575	0,000151	6 600
<b>Sommar</b>	380	49,6	0,0026	0,0201	0,000053	18 800
<b>Höst</b>	280	8,26	0,0036	0,1211	0,000432	2 300

<sup>1</sup> Återkomsttiderna har uppskattats på två sätt (SMHI 2010); i tabellen har den lägre återkomsttid valts ut.

För att beräkna sannolikheten att 200-årsnivån och att vind > 20 m/s från norr inträffar samtidigt under ett helt år (och inte uppdelat per årstid) kan följande teorem i sannolikhetsteori användas:

$$\text{Ekv. 1} \quad P(A) = 1 - P(A^C)$$

Där  $A$  är en händelse och  $A^C$  är dess komplement.

Låt  $A$  vara den sammankopplade sannolikheten för 200-årsnivån och vind >20 m/s från norr.  $A^C$  är därför sannolikheten att  $A$  inte händer under ett år. Sannolikheten  $A^C$  är enkel att beräkna utifrån sannolikheten för att högt vattenstånd och vind >20 m/s inte sker per årstid. T.ex. från Ekv. 1 är sannolikheten att en 200-årsnivån och vind >20 m/s från norr inte sker under vinter:

$$P(A_{vinter}^C) = 1 - P(A_{vinter})$$

Följdvís, kan man beräkna  $P(A^C)$ , sannolikheten att en 200-årsnivån och vind >20 m/s från norr inte inträffar under ett år på följande vis:

$$\begin{aligned} P(A^C) &= P(A_{vinter}^C) \cdot P(A_{vår}^C) \cdot P(A_{sommars}^C) \cdot P(A_{höst}^C) \\ &= (1 - 0,000653) \cdot (1 - 0,000151) \cdot (1 - 0,000053) \cdot (1 - 0,000432) \\ &= 0,998711 \end{aligned}$$

Och från Ekv. 1, är sannolikheten för att 200-årsnivån och vind >20 m/s från norr inträffar minst en gång under ett år:

$$P(A) = 1 - 0,9987 = 0,001289 \approx 776 \text{ år återkomsttid}$$

Även om det finns antaganden (som t.ex. att händelserna troligen inte är helt oberoende) och osäkerheter, är återkomsttiden för 200-årsnivån samt vinduppstuvningseffekten flera gånger återkomsttiden för bara 200-årsnivån. Det finns alltså en god säkerhetsmarginal. Detta gäller även för händelsen beräknat högsta vattennivån och vinduppstuvning. Dessutom har denna beräkning gjorts baserat på sannolikheten för vinduppstuvning under 1 timme. Sannolikheten för vinduppstuvning under 6 timmar är ännu mindre.

Sammanfattningsvis, att summera effekten av höga vattennivåer och vinduppstuvning utan att ta hänsyn till den sammanlagda sannolikheten resulterar i en relativ stor säkerhetsmarginal.

## 2 Framtida höga vattennivåer i Vänern

### 2.1 Förslag till planeringsnivåer för planområde Södra Sanden vid höga vattennivåer i Vänern

Sweco föreslår att Vänersborgs kommun tillämpar framräknade vattennivåer i Vänern från den senaste SMHI rapporten *Vattennivåer. Tappningar, vattentemperatur och is i Vänern. Beräkningar för dagens och framtidens klimatförhållanden (SMHI Klimatologi Nr 44)* samt Länsstyrelsens Faktblad - Vänern (2017.1), *Beräkning av planeringsnivåer – Vänern*. Sweco föreslår emellertid att två planeringsnivåer ska tillämpas när det gäller klimatanpassning för höga vattennivåer i Vänern. Den första planeringsnivån, som avser bostäder och liknande funktioner ska skydda mot en beräknad *dimensionerad 200-årsnivå* på den aktuella platsen.

För skydd av hela planområdet mot en extremt hög vattennivå i Vänern föreslås att ett mera sammanhängande översvämningsskydd anläggs för den befintliga och den planerade bebyggelsen. Detta skydd ska anpassas till en högre nivå (*beräknad högsta vattennivå*) och ska därmed skydda för vinduppstuvning och dynamisk/temporär vinduppstuvning, som har en relativt kort varaktighet i jämförelse med flödestillrinningen till Vänern. Förslagsvis utförs detta skydd som ett helhetsskydd, vilket integreras i den nya byggnationen, såsom t.ex. fasader, ramper och trappuppgångar, stödmurar mm. Det krävs emellertid att det planeras för skyfallsstråk för avledning av skyfallsflöden (det sekundära skyfallsvattnet) samt att förberedda semipermanenta skydd integreras i helhetsskyddet.

Tillgänglighet till planområdet måste även tillskapas för en högvattensituation i Vänern. En beskrivning av framkomlighet till befintlig och planerad bebyggelse samt högprioriterat vägnät, stråk och utrymningsvägar för blåljus ska anpassas till föreslagna planeringsnivåer. För den högre planeringsnivån, som avser skydd för samhällsviktiga funktioner föreslås en anpassning till *beräknad högsta vattennivå*. Lokala topografiska effekter bör emellertid beaktas för båda planeringsnivåerna. I Figur 5 och Figur 6 redovisas framtida beräknade vattennivåer för Vänern, där klimateffekt, vindeffekter, landhöjning adderats i de redovisade planeringsnivåerna.



Kommun	200-års nivå (RH 00 Vänersborg)	System- skillnad (m)	200-års nivå (RH 2000)	Klimat- effekt (m)	Vindupp- stuvning (m)	Dynamisk / temporär vindupp- stuvning (m)	Land- höjnings- effekt	Planerings- nivå 200- års nivå (RH 2000)
Vänersborg	45,47	+0,309	45,78	+0,54	+0,60	+0,30	0	<b>47,22</b>
Mellerud	45,47	+0,309	45,78	+0,54	+0,25	+0,125	-0,042	<b>46,65</b>
Åmål	45,47	+0,309	45,78	+0,54	+0,20	+0,10	-0,083	<b>46,54</b>
Säffle	45,47	+0,309	45,78	+0,54	+0,15	+0,075	-0,097	<b>46,45</b>
Grums	45,47	+0,309	45,78	+0,54	+0,15	+0,075	-0,124	<b>46,42</b>
Hammarö	45,47	+0,309	45,78	+0,54	+0,15	+0,075	-0,129	<b>46,42</b>
Karlstad	45,47	+0,309	45,78	+0,54	+0,20	+0,10	-0,136	<b>46,48</b>
Kristine- hamn	45,47	+0,309	45,78	+0,54	+0,35	+0,175	-0,137	<b>46,71</b>
Gullspång	45,47	+0,309	45,78	+0,54	+0,25	+0,125	-0,099	<b>46,60</b>
Mariestad	45,47	+0,309	45,78	+0,54	+0,40	+0,20	-0,068	<b>46,85</b>
Lidköping	45,47	+0,309	45,78	+0,54	+0,25	+0,125	-0,033	<b>46,66</b>

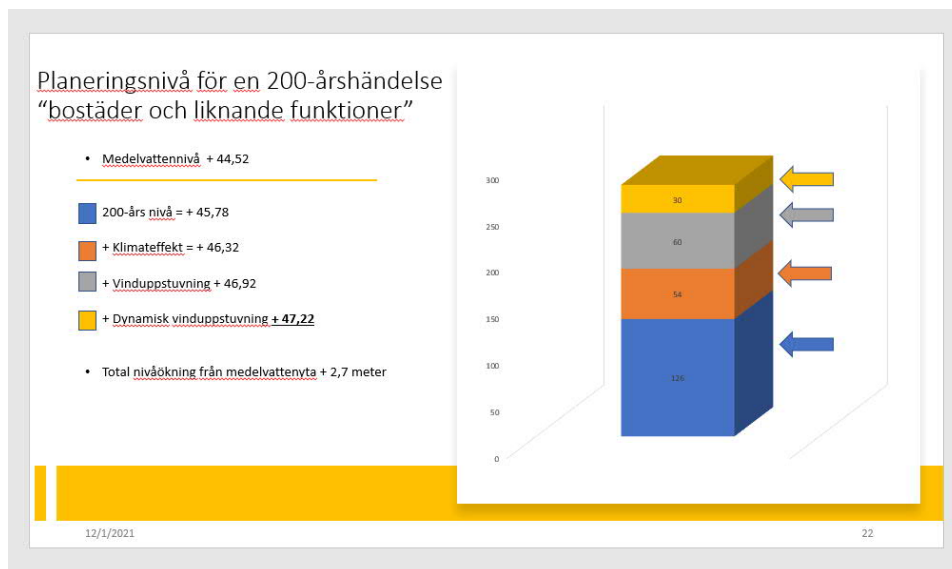
Figur 5 Planeringsnivåer (200-årsnivå) för Vänern (m.ö.h., RH2000), inklusive klimateffekt, vindeffekter och landhöjning.

Kommun	Beräknad högsta vattennivå (RH 00 Vänersborg)	System- skillnad (m)	Beräknad högsta vattennivå (RH 2000)	Klimat- effekt (m)	Vindupp- stuvning (m)	Dynamisk/ temporär vindupp- stuvning (m)	Land- höjnings- effekt	Planerings- nivå Beräknad högsta vattennivå (RH 2000)
Vänersborg	46,27	+0,309	46,58	+0,33	+0,60	+0,30	0	<b>47,81</b>
Mellerud	46,27	+0,309	46,58	+0,33	+0,25	+0,125	-0,042	<b>47,24</b>
Åmål	46,27	+0,309	46,58	+0,33	+0,20	+0,10	-0,083	<b>47,13</b>
Säffle	46,27	+0,309	46,58	+0,33	+0,15	+0,075	-0,097	<b>47,04</b>
Grums	46,27	+0,309	46,58	+0,33	+0,15	+0,075	-0,124	<b>47,01</b>
Hammarö	46,27	+0,309	46,58	+0,33	+0,15	+0,075	-0,129	<b>47,01</b>
Karlstad	46,27	+0,309	46,58	+0,33	+0,20	+0,10	-0,136	<b>47,07</b>
Kristine- hamn	46,27	+0,309	46,58	+0,33	+0,35	+0,175	-0,137	<b>47,30</b>
Gullspång	46,27	+0,309	46,58	+0,33	+0,25	+0,125	-0,099	<b>47,19</b>
Mariestad	46,27	+0,309	46,58	+0,33	+0,40	+0,20	-0,068	<b>47,44</b>
Lidköping	46,27	+0,309	46,58	+0,33	+0,25	+0,125	-0,033	<b>47,25</b>

Figur 6 Planeringsnivåer (beräknad högsta vattennivå) för Vänern (m.ö.h., RH2000), inklusive klimateffekt, vindeffekter och landhöjning.

Sammanfattat föreslås dimensioneringskriteriet för planeringsnivå med avseende på bostäder och liknande funktioner utgå från en framräknad 200-årsnivå för Vänern i kombination klimateffekt, vinduppstuvning och landhöjningseffekt.

I Figur 7 redovisas föreslagen planeringsnivå för bostäder och liknande funktioner.



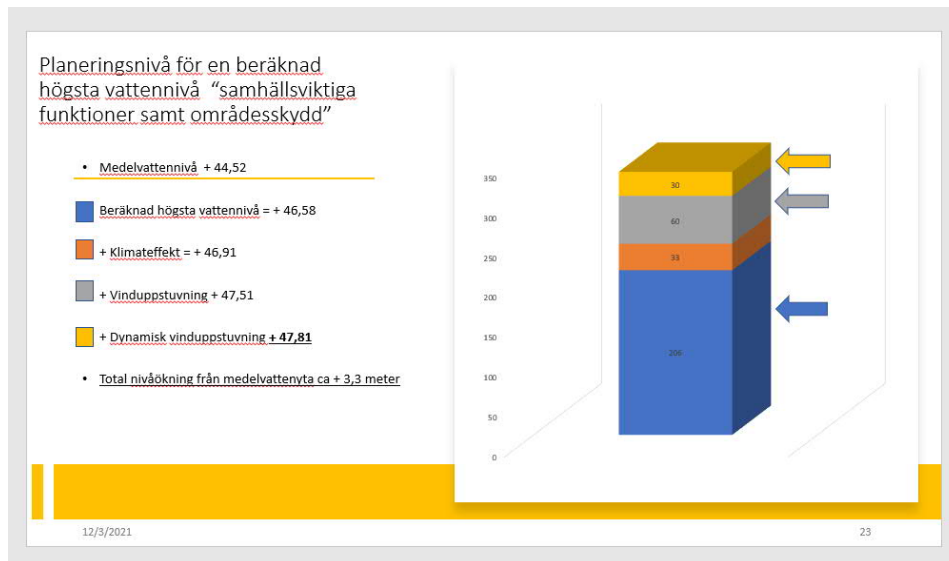
Figur 7 Planeringsnivå (200-årsnivå) för Vänern (m.ö.h., RH2000), inklusive klimateffekt, vindefekter och landhöjning.

Inom projektet med att ta fram en ny detaljplan för Södra Sanden föreslås att planeringsnivå för bostäder och liknande funktioner, med anpassning till år 2100 (på lång sikt), föreslås utgå från en 200-årsnivå för Vänern i kombination klimateffekt, vinduppstuvning, dynamisk vinduppstuvning och landhöjningseffekt.

Emellertid är sannolikheten för att 200-årsnivån och vind >20 m/s från norr ska inträffa minst en gång under ett år ca 776 års återkomsttid. Årsåterkomsttid per årstid för 200-årsnivå och vind >20 m/s från norr (avrundat) är 1500 för vintertid, se vidare Tabell 3.

Beräknad planeringsnivå för bostäder och liknande funktioner = + 47,2 m.ö.h.

Den högre planeringsnivån, som avser skydd för samhällsviktiga funktioner föreslås få en anpassning till *beräknad högsta vattennivå*. Detta enligt Boverkets rekommendation för klimatanpassning. Denna nivå ska även gälla för ett samlat områdesskydd för hela planområdet med avseende på översvämningsskydd för vinduppstuvning och dynamisk/temporär vinduppstuvning, som har en relativt kort varaktighet i jämförelse med flödestillrinningen till Vätern, se Figur 8.



Figur 8 Planeringsnivåer (beräknad högsta vattennivå) för Vätern (m.ö.h., RH2000), inklusive klimateffekt, vindeftekt och landhöjning.

Föreslagen planeringsnivå för samhällsviktiga funktioner, med anpassning till år 2100 (på lång sikt), föreslås utgå från beräknad högsta vattennivå för Vätern i kombination vinduppstuvning, dynamisk vinduppstuvning och landhöjningseffekt. Detta enligt Boverkets rekommendation, dvs. exklusive klimateffekt.

Beräknad planeringsnivå för samhällsviktiga funktioner samt integrerat områdesskydd = + 47,5 m.ö.h.

### 3 Avslutande kommentar

Klimatforskningen är ett dynamiskt område där nya resultat kan förväntas, speciellt genom de återkommande utvärderingar som görs av FN:s klimatpanel, IPCC. I arbetet med klimatanpassning är det viktigt att fortlöpande följa den vetenskapliga utvecklingen och justera anpassningsarbetet när nya resultat från klimatforskningen blir offentliggjorda.

## Referenser

Boverket, 2018. *Stöd till Länsstyrelsen vid riskbedömning.*

[https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/lansstyrelsens-tillsyn/tillsynsvagledning\\_naturolyckor/tillsynsvagledning-oversvamnning/stod-till-lansstyrelsen-vid-riskbedomning/](https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/lansstyrelsens-tillsyn/tillsynsvagledning_naturolyckor/tillsynsvagledning-oversvamnning/stod-till-lansstyrelsen-vid-riskbedomning/)

Länsstyrelserna i Västra Götalands och Värmlands län, 2011. *Stigande vatten – en handbok för fysisk planering i översvämningshotade områden*”.

Länsstyrelsen Västra Götalands län och Länsstyrelsen Värmland (2017) Faktblad – Vänern (version 2017.1) Faktblad till rapporten Stigande vatten – en handbok för fysisk planering i översvämningshotade områden.

Länsstyrelserna, 2018. *Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall – stöd i fysisk planering*, Fakta 2018:5, Länsstyrelsen i Västra Götalands, Länsstyrelsen i Stockholms län.

MSB (2019) Översvämningskarteringar. <https://www.msb.se/sv/amnesomraden/skydd-mot-olyckor-och-farliga-amnen/naturolyckor-och-klimat/oversvamnning/oversvamningskarteringar-och-samordning/>

MSB, 2017. *Vägledning för skyfallskartering - Tips för genomförande och exempel på användning*, publikationsnummer MSB1121, augusti 2017.

Naturvårdsverket, Orust kommun, Kungälv kommun och Sweco, 2019. *Systemlösningar för utveckling av klimatanpassning av det kustnära samhället*

SMHI (2009) Analys av samvariationen mellan faktorer som påverkar vattennivåerna i Karlstad, rapport nr 54.

SMHI (2010) Fördjupad studie rörande översvämningsriskerna för Vänern – slutrapport, rapport nr 2010 - 85.

SMHI (2017) Klimatologi nr 44, 2017-10-12: Vattennivåer, tappningar, vattentemperaturer och is i Vänern, beräkningar för dagens och framtidens klimatförhållanden.