

EXTREMVATTENSTÅND I KARLSKRONA

TITEL

Extremvattenstånd i Karlskrona

FÖRFATTARE

Lasse Johansson, SMHI

UPPDRAGSGIVARE

MSB

651 81 KARLSTAD

KONTAKTPERSON

Anna Jansson

MSB

651 81 KARLSTAD

E-post anna.jansson@msb.se

PROJEKTANSVARIG

Lasse Johansson

Telefon 031-751 89 92

E-post lasse.johansson@smhi.se

DIARIENUMMER

2018/955/9.5

Version

06

07

Datum

2018-08-14

2018-11-26

Granskad

MSB återkoppling

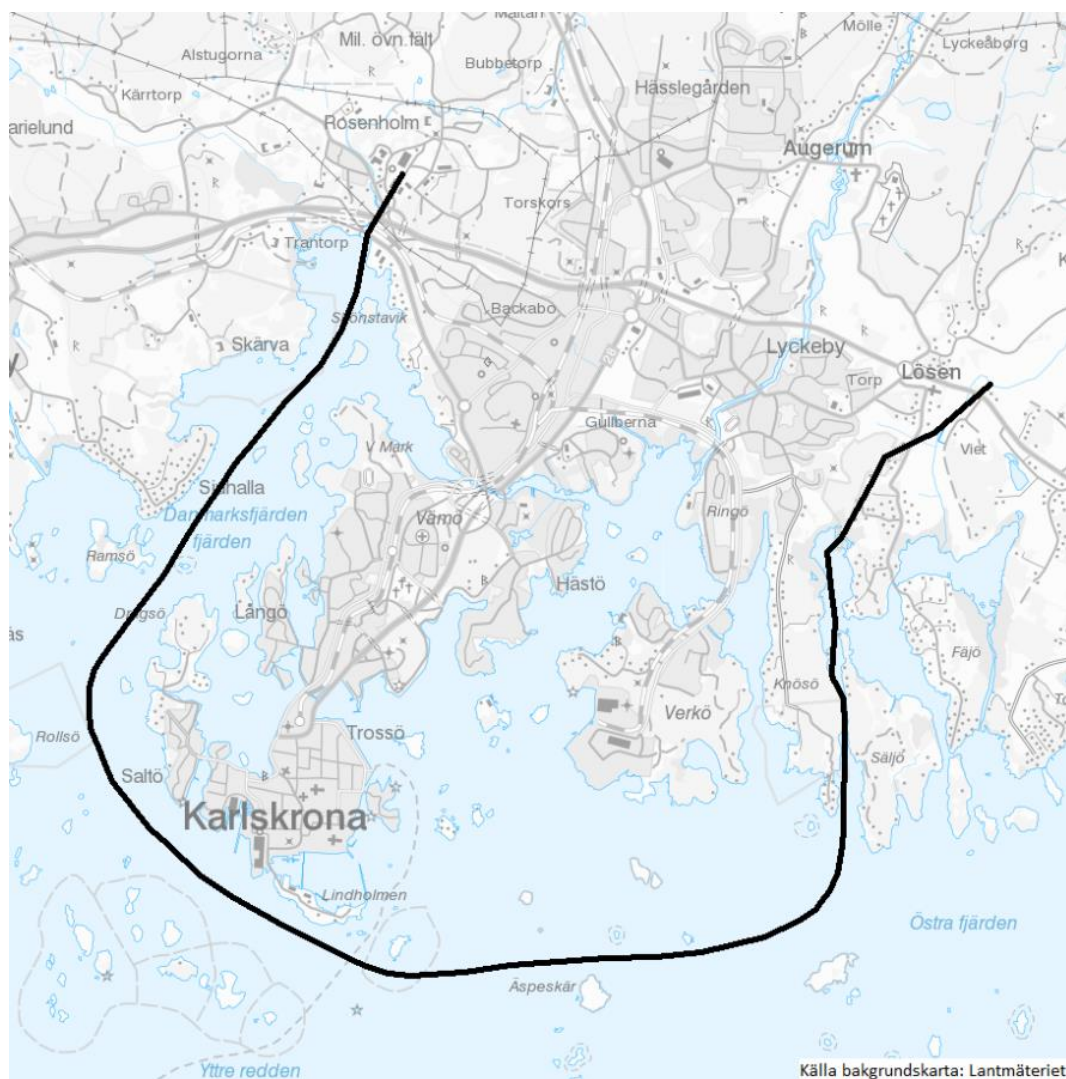
Utfört av

Signild Nerheim, SMHI

Lasse Johansson, SMHI

1 Bakgrund

MSB har givit SMHI i uppdrag att skatta höga vattenstånd för ett antal platser i Götaland samt Haparanda och Stockholm. Skattningarna ska modernisera och höja noggrannheten i de nivåer som användes i översynen av områden med betydande översvämningsrisk inom förordningen om översvämningsrisker (SFS 2009:956) och som beskrivs i MSB1152-januari 2018. RCP 8,5 ska användas för 100-, 200-års återkomstvärden och extremnivå. Landhöjningen ska inkluderas. Nivåerna ska anges i RH2000.



Figur 1. MSB:s område i Karlskrona.

2 Resultat

De beräknade återkomstvärden i höjdsystemet RH2000 för år 2100 inklusive landhöjning är:

	100 år	200 år	högsta beräknade vattenstånd
skattat värde år 2100	195	201	253
konfidensintervall 95 %	147 till 242	152 till 250	-

Tabell 1. Karlskrona. Återkomstvärden i centimeter i RH2000 för återkomstperioden 100 och 200 år, samt ett högsta beräknat vattenstånd. Landhöjningen ingår. Konfidensintervallet innehåller det riktiga värdet med sannolikheten 95 %. Högsta beräknade vattenstånd är ett värde definierat utifrån metodik som tagits fram i SMHI:s havsnivåprojekt.

Resultatet är skattade återkomstvärden för återkomstperioderna 100 och 200 år med tillhörande konfidensintervall gällande år 2100. Osäkerheten i det skattade värdet uttrycks med ett 95-procentigt konfidensintervall. Detta ska tolkas så att konfidensintervallet med sannolikheten 95 procent innehåller det riktiga värdet. Det skattade värdet och konfidensintervallet måste justeras i takt med ny kunskap, nya observationer och hur utsläppet av växthusgaser utvecklas.

Skattningen av medelvattenståndet 2100 och osäkerheterna förknippade med detta baseras på FN:s klimatpanels femte rapport, AR5. Det scenario som MSB specificerat, RCP 8,5, har använts.

Resultatet gäller för området i Figur 1. Skillnaderna i vattenstånd mellan olika platser vid högvatten kan vara högst några centimeter.

Posterna i beräkningen av återkomstvärden år 2100 i Tabell 1 är:

	100 år	200 år	
återkomstvärde i medelvattenstånd	121	127	Avsnitt 3.2.4
medelvattenstånd i RH2000 år 1995	14	14	SMHI Klimatologi 41, 2017
global höjning, 1995-2100	74	74	Church m.fl. 2013
landhöjning, 1995-2100	-14	-14	SMHI Klimatologi 41, 2017
TOTAL	195	201	

Tabell 2. Karlskrona. Posterna i beräkningen av återkomstvärden år 2100. TOTAL är värdena i Tabell 1.

Den totala osäkerheten, från vilken konfidensintervallen i Tabell 1 är beräknade, består av tre komponenter enligt följande tabell:

osäkerhetskälla	100 år	200 år
klimatprognos	23	23
extremvärdesberäkning	7	9
mätning	3	3
kombinerad osäkerhet	24	25

Tabell 3. Karlskrona. Osäkerheter uttryckta som standardavvikelser i vattenstånd, centimeter.

Posterna i beräkningen av ”Beräknat högsta havsvattenstånd” i Tabell 1 är:

högsta nettohöjning Kungsholmsfort	100	SMHI Klimatologi 45, 2017
högsta vattenstånd före storm i Östersjön	55	SMHI Klimatologi 45, 2017
medelvattenstånd i RH2000 år 1995	14	SMHI Klimatologi 45, 2017
global höjning, 1995-2100 (övre percentil)	98	Church m.fl. 2013
landhöjning, 1995-2100	-14	SMHI Klimatologi 45, 2017
TOTAL	253	

Tabell 4. Karlskrona. Posterna i beräkningen av ”beräknat högsta havsvattenstånd”. TOTAL är värdet i Tabell 1.

3 Metod

Resultaten bygger på antagandet att fördelningen av extrema vattenstånd är stationär, det vill säga densamma i framtiden som idag. Det är liktydigt med att anta att vädret, i synnerhet ovädren, kommer att ha samma statistiska egenskaper som idag. Stormarna antas ha samma styrkor, banor, utveckling m.m. som nu. Det är förenligt med klimatscenerierna, vilka för vårt land inte förutsäger ett signifikant annorlunda ovädsklimat än nu.

Resultatet fås genom att de väderorsakade högvattnen överlagras det förändrade globala medelvattenståndet, justerat för landhöjningen på lokalen.

3.1 Det globala medelvattenståndet år 2100

För detta uppdrag ska FN:s klimatpanels scenario RCP 8,5 för år 2100 användas. Scenariot är behäftat med en osäkerhet som diskuteras utförligt i Church m.fl. 2013. I kapitel 13, s. 1140:

”För RCP 8,5 är den troliga ökningen till 2100 av det globala medelvattenståndet 0,52 till 0,98 m [jämfört med perioden 1986-2005] med en takt av 8–16 mm/år under perioden 2081-2100”.

I samma kapitel, s. 1139 fotnot 2: *”Ett troligt intervall är det i vilket värdet ligger med en sannolikhet på 66-100 %.”*

Vårt uppdrag är att leverera användbara uppgifter till MSB, närmare bestämt konkreta värden på extremvattenståndet år 2100. För att åstadkomma detta gör vi på följande sätt:

- Vi antar att medelvattenståndet 2100, kallat X, är en stokastisk variabel.
- Vi väljer den lägre sannolikheten i klimatpanelens trolighetsdefinition: 66 %.
- X är alltså en normalfördelad stokastisk variabel vilken med sannolikheten 66 % ligger i intervallet 52-98 cm vilket betyder att den har standardavvikelsen $\sigma = 23$ cm.
- X har väntevärdet 74 cm, vilket är mittenvärdet i tabell 13.5 s. 1182 i Church m.fl. 2013.
- Standardavvikelsen ska användas som mått på osäkerheten i 2100 års medelvattenstånd. Den ska kombineras med övriga osäkerheter till en total osäkerhet i återkomstvärdena för återkomstperioderna 100 och 200 år.
- Värdet $\sigma = 23$ cm är en av de tolkningar som klimatpanelens uppgifter tillåter. Det är en försiktig tolkning. Det är inte den enda tolkningen.

Skattningarna av förväntat värde och osäkerheterna bygger på de uppgifter FN ger nu, 2018, och som SMHI ansluter sig till.

Kunskapsutvecklingen inom detta område är snabb. Allt fler observationer blir tillgängliga och används och mycket annat arbete på att förbättra skattningarna utförs. Den politiska utvecklingen i världen gör att en del tidigare scenarier blir mindre troliga, andra mer troliga. Möjligen måste helt nya scenarier tas fram för att motsvara de utsläpp av växthusgaser som verkligen sker. FN:s klimatpanels nästa skattning av klimatförändringar väntas hösten 2019. Vi förväntar att nya, förbättrade skattningar då kommer att föras fram. Värdena i denna rapport kan då behöva revideras.

3.2 Återkomstvärden från observationer

3.2.1 Observationer

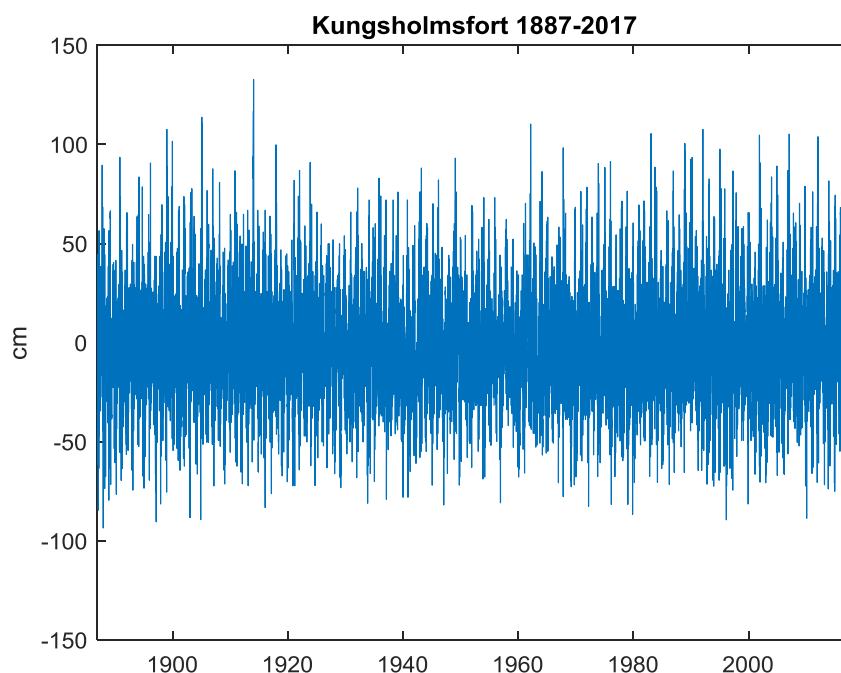
För att beräkna återkomstvärden har observationer från SMHI:s mätstation Kungsholmsfort analyserats.

För att bedöma eventuella skillnader mellan vattenståndet vid Kungsholmsfort och i centrala Karlskrona har data tillhandahållits av Karlskrona kommuns VA-verk. En delserie med hög kvalitet av dessa mätningar har använts.

3.2.2 Observationer vid Kungsholmsfort

SMHI har en pågående observationsserie av vattenstånd vid Kungsholmsfort som startade 1 december 1886. Observationerna är av hög kvalitet. Pegeln är placerad i en pegelbrunn vilken eliminerar störningar från vågor samt skyddar den från väder och vind. Pegeln har hindrats att frysa, vilket ger en nästan avbrottsfri observationsserie. Dataåterbäringen är 99,55 %, nästan inga data saknas alltså. Det medför att resultaten inte påverkas av statistiska betingningsfel. Pegeln är upprepade gånger inmätt i rikets höjdsystem. Det betyder att nollpunkten är känd och verifierad.

I Figur 2 visas havsvattenståndet för hela observationsperioden 1887-2017 (131 år). Det högsta uppmätta vattenståndet är 132,8 cm och observerades kl. 20 den 9:e januari 1914. Det lägsta var -93,5 cm och registrerades den 1:e december 1887. Siffrorna är uttryckta i lokalt medelvattenstånd.



Figur 2. Havsvattenstånd vid Kungsholms fort 1887-2017. Höjdsystem: Lokalt medelvattenstånd.

3.2.3 Observationer i Karlskrona centrum

SMHI:s pegel vid Kungsholmsfort ligger knappt fem kilometer söder om Karlskrona centrum. Är vattenståndet i centrala Karlskrona annorlunda än vid Kungsholmsfort?

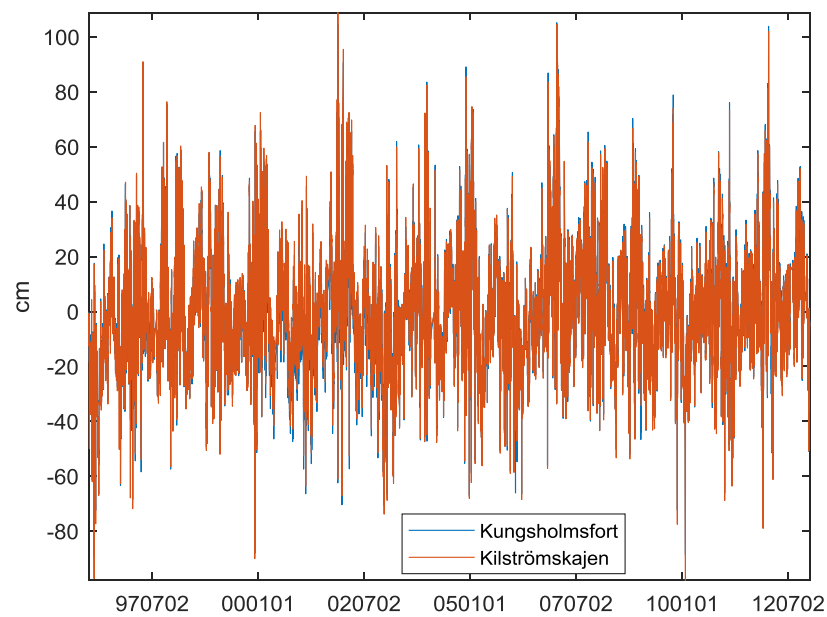
Svaret är nej. Det framgår av översikten i Figur 3. En förstoring av ett utsnitt visas i Figur 4. En avvikelse i Kilströmskajen på ungefär 2 cm kan skönjas från år 2000 till år 2003. Vattenståndet vid Kilströms kaj i Karlskrona följer alltså vattenståndet vid Kungsholmsfort med bara några centimeters avvikelse. Vi har därför stöd för antagandet

att vattenståndet i hela MSB:s område i Figur 1 inte skiljer sig väsentligt från vattenståndet vid Kungsholmsfort.

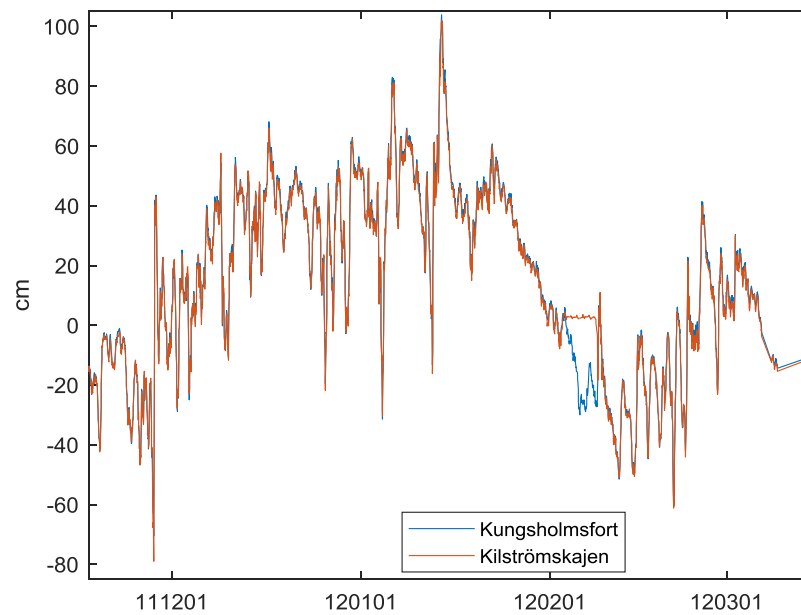
I Figur 3 ser vi dels att det är mycket små skillnader mellan vattenstånden på de två lokalerna och dels att pegeln vid Kilströmskajen kortvarigt gav fel värden i februari 2012. Den troliga orsaken är att pegeln frusit fast.

I Figur 5 ser vi samtidiga vattenståndsmätningar från de båda lokalerna. Skillnaden dem emellan, särskilt vid högvatten, är obetydlig. De vågräta punktgrupperna i figuren uppstår då pegeln vid Kilströmskajen ger konstant vattenstånd, samtidigt som pegeln vid Kungsholms fort varierar. Orsaken är att Kilströmskajens pegel frusit.

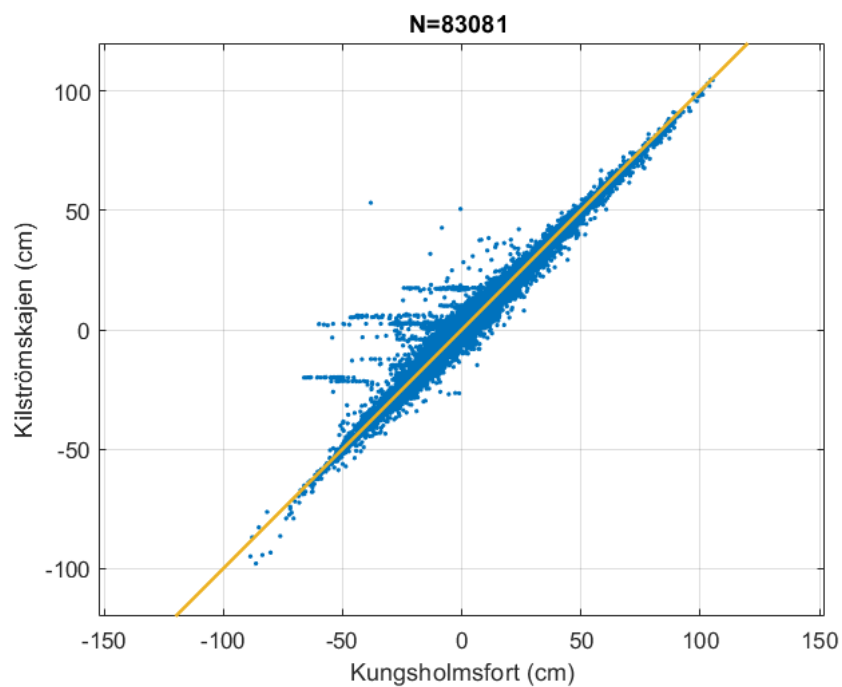
Slutsatsen är att vind- och vågeffekt på vattenståndet är försumbar och att SMHI:s observationer representerar vattenståndet i centrala Karlskrona väl. De framtagna uppgifterna baserade på Kungsholmsfort är alltså representativa för ett område minst 5 km stort.



Figur 3. Vattenståndet vid Kungsholms fort (SMHI) och Kilströmskajen (VA-verket) från 1996-2012. Tiominutersvärden.



Figur 4. Förstoring av ett utsnitt av Figur 3. Den vågräta linjen i februari 2012 pekar på att pegeln vid Kilströmskajen frusit.



Figur 5. Havsvattenstånd vid Kilströmskajen mot samtidigt havsvattenstånd vid Kungsholmsfort perioden 2003-2012. Tillfällena med samma vattenstånd på båda lokalerna ligger på den gula linjen. De vågräta punktgrupperna visar tillfällena då Kilströmskajens pegel frusit.

3.2.4 Beräkning av återkomstvärden

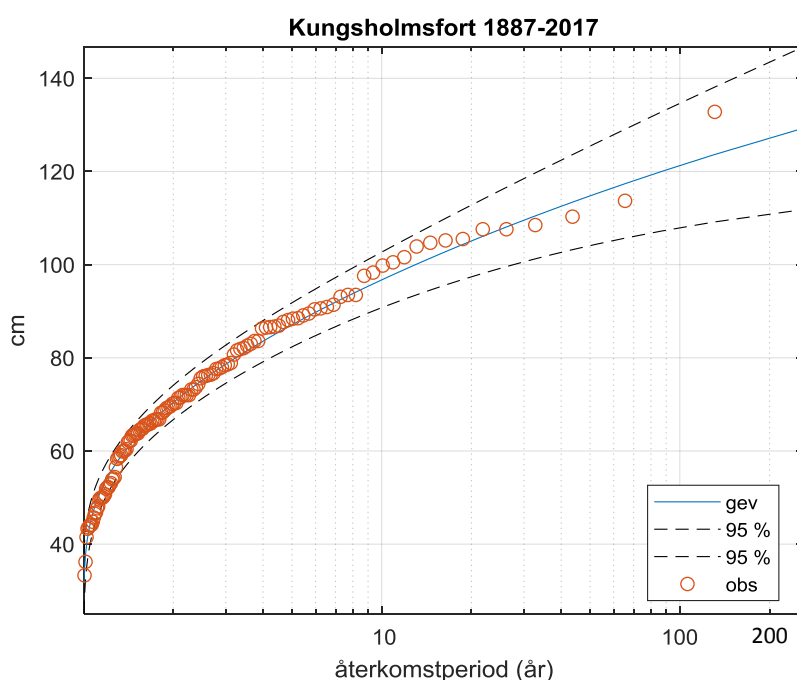
För att undersöka höga havsvattenstånd görs en statistisk analys av mätserien. I Figur 6 visas skattningen av återkomstvärde mot återkomsttid för högt vattenstånd.

Återkomstvärdet är 121 cm över medelvattenstånd för återkomsttiden 100 år. Ett 95-procentigt konfidensintervall är 108-134 cm, vilket betyder att det med sannolikheten 95 % innehåller det verkliga återkomstvärdet.

För 200 års återkomsttid är återkomstvärdet 127 cm och konfidensintervallet 109-145 cm. Återkomstvärdet ökar alltså svagt med ökande återkomsttid.

Figur 6 visar passningen av fördelningsfunktionen, en Weibullfördelning med tre parametrar, till observationerna. Vi har använt ett brutet år, juli till följande juni.

Valet av fördelningsfunktion är i viss mån godtyckligt. Man tar vanligen den man tycker passar bäst, men det är sällan ett entydigt val. I SMHI:s rapport "Framtida havsnivåer i Sverige" (Nerheim m.fl., 2017) kan man se att återkomstvärdet för återkomsttiden 100 år för Kungsholmsfort varierar med 24 cm (från 114 cm till 138 cm), beroende på vilken variant man väljer. Konfidensintervallens vidd varierar likaså. Det finns även olika sätt att passa den valda fördelningen till det föreliggande stickprovet, och de ger skilda resultat.



Figur 6. Beräknat återkomstvärde vid olika återkomsttid, blå kurva. Streckade kurvor anger ett 95-procentigt konfidensintervall. Ringarna visar observerade årsmax. Höjdsystem: Lokalt medelvattenstånd.

3.3 Landhöjning

Den avvägda landhöjningen i Karlskrona är 1,33 mm/år. Landhöjningen är beräknad av Lantmäteriet med nya landhöjningsmodellen NKG2016LU (se SMHI Klimatologi 41, 2017).

3.4 Högsta beräknade havsvattenstånd

Högsta beräknade havsvattenstånd togs fram till Klimatologirapport nummer 48 (Nerheim m.fl. 2018). Metodiken beskrivs i detalj i Schöld m.fl. (2018). Värdena avser inte högsta möjliga havsvattenstånd som någonsin kan inträffa, utan representerar värden med mycket låg sannolikhet.

Ett högvattenstånd kan förenklat delas in i tre komponenter: Medelvattenståndet, ett genomsnittligt vattenstånd för en viss tidperiod, ofta en till några veckor, och en kortvarig händelse som beror på en tillfällig vädersituation under några dagar, ofta ett lågtryck med tillhörande kraftiga vindar.

Medelvattenståndet hanteras separat. Kvar blir då det genomsnittliga vattenståndet, utgångsläget, kallat havsnivå före storm, och stormhöjningen. I Schöld m.fl. analyserades ett stort antal höga vattenstånd med avseende på vattenstånd före storm och stormhöjning för alla SMHI:s längre tidsserier för vattenstånd.

Beräknat högsta havsvattenstånd definieras som:

Den högsta stormhöjningen observerad på en plats plus det högsta genomsnittliga vattenståndet före stormen för havsbassängen.

Högsta beräknade havsvattenstånd för Kungsholmsfort är 155 cm över medelvattenståndet (Schöld m fl. 2017).

4 REFERENSER

Church, J.A., Clark, P.U., Cazenave, A., Gregory, J.M., Jevrejeva, S., Levermann, A., Merrifield, M.A., Milne, G.A., Nerem, R.S., Nunn, P.D., Payne, A.J., Pfeffer, W.T., Stammer, D. and Unnikrishnan, A.S. (2013) Sea Level Change. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1137–1216, doi:10.1017/ CBO9781107415324.026.

Johansson L., Gyllenram, G., Nerheim, S. (2018) Lokala effekter på extrema havsvattenstånd. SMHI Oceanografi 125.

Nerheim, S., Schöld, S., Persson, G. och Sjöström, Å. (2017) Framtida havsnivåer i Sverige. SMHI Klimatologi Nr 48.

Schöld, S., Ivarsson, C.-L., Nerheim, S. och Södling, J. (2017) Beräkning av högsta vattenstånd längs Sveriges kust. SMHI Klimatologi Nr 45.

Simpson, M.J.R., Nilsen, J.E.Ø., Ravndal, O.R., Breili, K., Sande, H.P., Kierulf, H., Steffen, H., Jansen, E., Carson, M., and Vestøl, Ø. (2015) Sea Level Change for Norway. Norwegian Centre for Climate Services, NCCS report no 1/2015.

SMHI (2017) Framtida medelvattenstånd längs Sveriges kust. Klimatologi Nr 41.