

Handläggare
Amanda Olsson

Granskare
Hans Björn

Beställare
Marks Kommun
Viktor Larsson
511 80 Kinna

Vattennivåberäkning i Lygnern, HW100, dagens klimat

1 Bakgrund och syfte

SMHI genomförde 2019 en översvämningskartering av Storån och Lygnern på uppdrag av Marks kommun. Då beräknades vattennivåer i Lygnern för 100 och 200 års återkomsttid i framtida klimat enligt median för RCP8.5 (SMHI, 2019).

Marks kommun planerar att anlägga sjöledning i Lygnern. Inför tillståndsansökan har kommunen gett SMHI i uppdrag att beräkna vattennivån i Lygnern med 100 års återkomsttid i dagens klimat.

2 Metod

2.1 Hydraulisk modell

Den hydrauliska modell som tidigare etablerats för Lygnerns utlopp har använts för vattennivåberäkning enligt metoden beskriven i SMHI, 2019. Ingen ny kalibreringsdata har tillhandahållits utan samma modelluppsättning som tidigare har även använts i de nya modellberäkningarna. Flöde med 100års återkomsttid i dagens klimat nedströms Lygnern beräknades i den tidigare utredningen och har använts som indata i den hydrauliska modellen.

2.2 Höjdsystem

Beräkningsresultat och övriga nivåer i PM:et presenteras i höjdsystem RH2000.

3 Resultat

Beräknade vattennivåer HW100 i dagens och framtida klimat RCP8.5 median för Lygnern redovisas i Tabell 1. Resultaten har avrundats till närmaste 5 cm. Att ange resultaten på centimeternivå inger ofta en falsk känsla av säkerhet i resultaten eftersom alla steg från klimatologisk till hydrologisk och hydraulisk modellering innehåller osäkerheter.

Tabell 1 Dimensionerande vattennivåer Lygnern.

	Beräknad vattennivå [m RH2000]
HW ₁₀₀ , dagens klimat	+16.10
HW ₁₀₀ ,RCP8.5 median	+16.45

4 Diskussion/kommentarer till resultat

Beräkning av vattennivåer i Storån med 100 års återkomsttid i dagens klimat har inte ingått i uppdraget. Inte heller framtagande av översvänningskartor för Lygnern vid 100 års återkomsttid i dagens klimat har ingått.

I beräkningarna av dimensionerande vattennivåer har förutsatts att vattendraget är rent och inte är igensatt av nedfallna träd, nedrasat material, is etc.

I beräkningarna antas Lygnern nå ett jämviktsläge där vattennivån är samma i hela sjön.

I den tidigare utredningen beräknades vinduppstuvning i sjön i riktning mot Storåns mynning till 10 cm för vindar motsvarande 100 års återkomsttid. Tillägget kan användas även för eventuell hänsyn till vinduppstuvning för vattennivåer i Lygnern med 100 års återkomsttid i dagens klimat.

Att tillräcklig information om Ålgårda kraftverk saknas kan påverka resultatet av vattennivåberäkningen. En version av modellen där inga dammluckor lagts in vid Ålgårda kraftverk sattes upp i den tidigare utredningen, denna visade att vattennivåerna i Lygnern med helt stängda luckor i Ålgårda blir i storleksordningen knappa 10 cm över de som redovisas i resultatavsnittet. Vinduppstuvningsscenario kan därför anses representera även ett scenario med dämnet i Ålgårda helt stängt.

Referenser

SMHI 2019, Översvänningskartering Storån och Lygnern, rapport 2019-35, 2019-08-19. SMHI Dnr 2019/1094/9.5.

SMHI

Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
601 76 NORRKÖPING
Tel 011-495 80 00 Fax 011-495 80 01



RAPPORT NR 2019-35

Översvämningsskartering Storån och Lygnern

RAPPORT NR 2019-35

TITEL

Översvämningskartering Storån och Lygnern

FÖRFATTARE

Amanda Olsson, SMHI
Ghasem Alavi, SMHI
Maria Andersson, SMHI

OMSLAGSBILD

Foto Marks kommun, höga flöden 2019-02-11

UPPDRAGSGIVARE

Marks kommun
Bygg- och miljökontoret
511 80 Kinna

KONTAKTPERSON

Lars Jönsson
0320-217125
lars.jonsson@mark.se

PROJEKTANSVARIG

Amanda Olsson
SMHI 601 76 Norrköping
011-495 83 12
amanda.olsson@smhi.se

KLASSIFICERING

Affärssekretess

DIARIENUMMER

2019/1094/9.5

VERSION 01 2019

Version	Datum		Utfört av
01	2019-08-19	Granskad	Hans Björn, SMHI

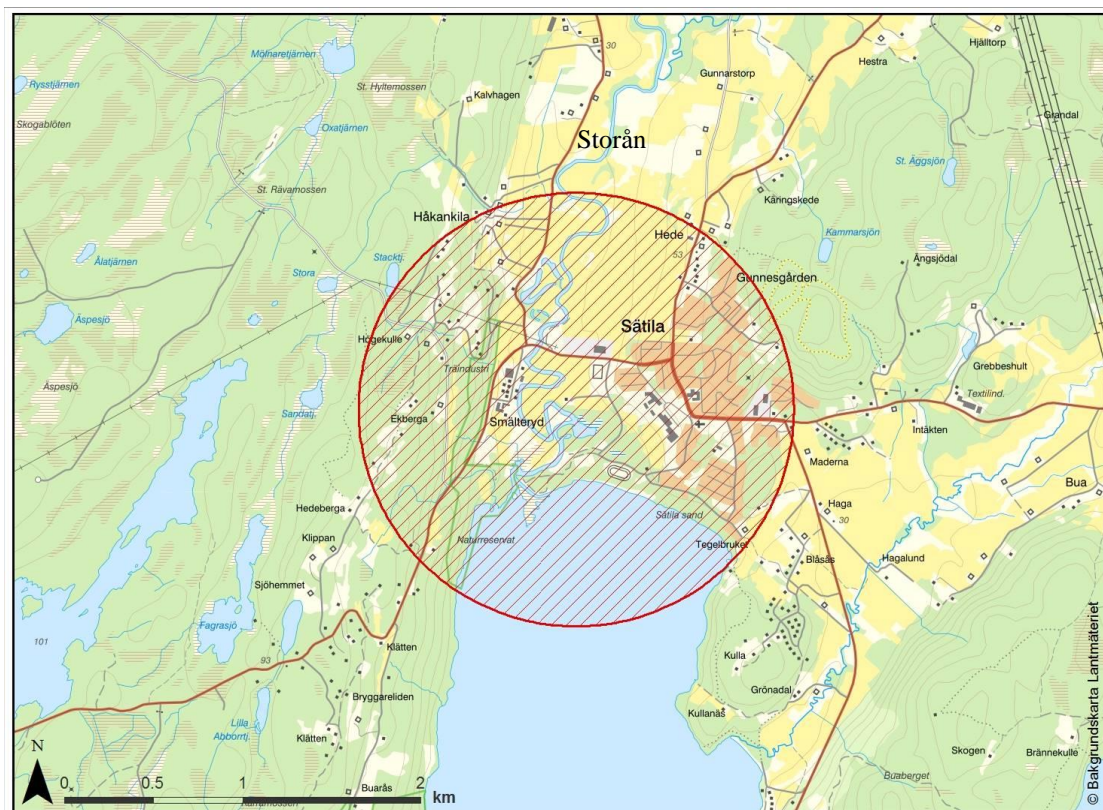
Innehållsförteckning

1	BAKGRUND OCH SYFTE	4
1.1	Allmänt om översvämningar och återkomsttid	4
2	METODBESKRIVNING OCH MODELLFÖRUTSÄTTNINGAR	5
2.1	Flöden	6
2.2	Vattennivåer	6
	2.2.1 Kalibrering och verifiering	7
2.3	Vinduppstuvning	7
2.4	Skyfallskartering	8
	2.4.1 Kalibrering och verifiering	8
	2.4.2 Regnbeskrivning	9
2.5	Höjd- och referenssystem	9
3	RESULTAT	9
3.1	Flöden	9
3.2	Vattennivåer och översvämningsskartering Storån och Lygnern	10
3.3	Vinduppstuvning	12
3.4	Skyfallskartering	14
4	DISKUSSION/KOMMENTARER TILL RESULTAT	15
	REFERENSER	15
	BILAGOR	16

1 Bakgrund och syfte

SMHI har fått i uppdrag av Marks kommun att ta fram en översvämningsskartering för Storån i anslutning till sjön Lygnern samt en skyfallsskartering för området väster om Storån, se karta i Figur 1. Översvämningsskartering för Storån och Lygnern har gjorts för flöden med 100- och 200-års återkomsttid i ett framtida klimat. Skyfallsskarteringen har gjorts för regn med 100- och 200-års återkomsttid med varaktighet mellan 15 minuter och 6 timmar, även det i framtida klimat.

För Lygnern har en utredning av vinduppstuvningseffekten av hård vind och påverkan på vattennivåer gjorts.



Figur 1 Översiktskarta med områden aktuella för översvämningsskartering markerade. Skyfallsskarteringen avser delen väster om Storån

1.1 Allmänt om översvämningar och återkomsttid

För att beräkna vattennivåer och utbredningen av en översvämning vid ett flöde med en viss återkomsttid används en hydraulisk modell. Modellen innehåller information om flöden, höjddata och flödesbegränsande strukturer i vattendraget, så som broar och dammar, vilka kan påverka vattnets strömning. Modellen innehåller även uppgifter om vattendragets lutning och bottenfriktion samt landskapets topografi, geometri och friktion.

Återkomsttid används ofta som mått på översvämningens risk och betecknar den genomsnittliga tiden mellan två översvämningar av samma omfattning. Begreppet återkomsttid ger dock en falsk känsla av säkerhet, eftersom det anger sannolikheten för ett enda år och inte den sammanlagda sannolikheten för en period av flera år. Tabell 1 visar den sammanlagda sannolikheten för att ett flöde med en viss återkomsttid skall överskridas under en längre tidsperiod. Ett flöde med återkomsttiden 100 år har t.ex. 40 % sannolikhet att inträffa under en 50-årsperiod och ett flöde med återkomsttiden 10 000 år 1 % sannolikhet att inträffa under en 100-årsperiod.

Tabell 1. Sannolikhet för ett visst flöde uttryckt i % under en period av år.

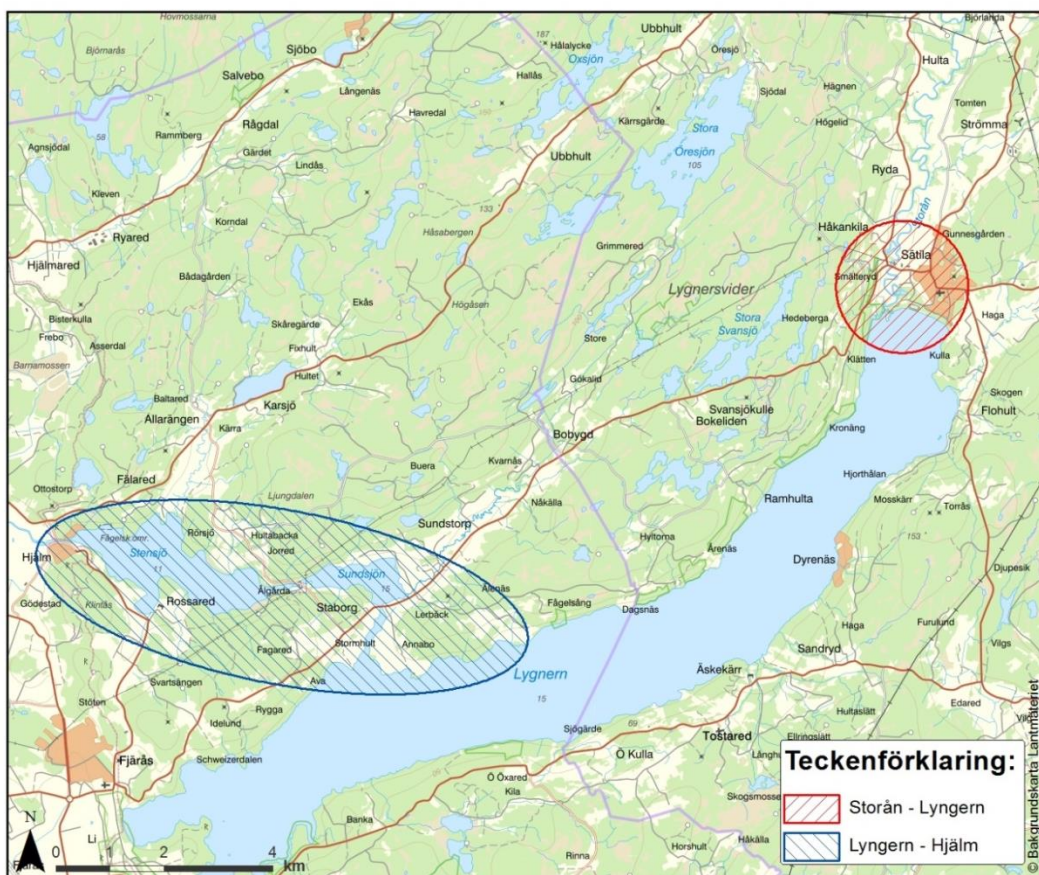
Flöde	Period av år					
	10 år	50 år	100 år	200 år	500 år	1000 år
20 årsflöde	40	92	99	100	100	100
100 årsflöde	10	40	63	87	99	100
1000 årsflöde	1	5	10	18	39	63
10 000 årsflöde	0,1	0,5	1	2	5	9,5

2 Metodbeskrivning och modellförutsättningar

Flödesmätningar från SMHIs mätstation Stensjö 2 i Hjälms samt mätningar från områden med liknande karaktär har använts som underlag för beräkning av 100- och 200-årsflödet i Hjälms och Storåns mynning i Lygnern. För att beräkna vattennivåer i Lygnern och Storån har två hydrauliska modeller satts upp, se Figur 2. Den ena modellen täcker området från Lygnerns utlopp till Hjälms och den andra delen av Storån från Gärån till Lygnern.

Översvämningsskartering har gjorts på sträckan från Gäråns mynning i Storån till Lygnern. Påverkan av vinduppstuvning i Lygnern mot Sättila har beräknats och översvämningsskarteringar har tagits fram även för detta scenario. Skyfallsskarteringen gjordes med en hydraulisk modell där markanvändning väster om Storån lades in i modellen. Vattensamlingar vid klimatanpassade 100- och 200-årsregn modellerades.

Metoderna beskrivs mer detaljerat i kommande avsnitt.



Figur 2. Översiktskarta med de respektive delsträckor för de hydrauliska modellerna markerade.

2.1 Flöden

Flöden har beräknats för Storåns utlopp i Lygnern och vattenföringsstationen Stensjö 2 i Hjälmsjö. De beräknade flödena har använts som indata till vattenståndsberäkningarna. Mer information om flödena redovisas i Bilaga 1 och 2.

Beräkningen av klimatanpassad framtida vattenföring baseras på den senaste generationens klimatscenarier, s.k. RCP-scenarier (Representative Concentration Pathways). För mer information hänvisas till rapport [”Klimatscenarier för Sverige - Bearbetning av RCP-scenarier för meteorologiska och hydrologiska effektstudier”](#). Flöden klimatkompenserade enligt medianvärdet för scenario RCP8.5 har använts i översvämningsskarteringen. Detta innebär flödesökningar med 30 % för båda beräkningspunkterna.

2.2 Vattennivåer

För vattennivåberäkning vid respektive vattenföring har det hydrauliska modellverktyget HEC-RAS använts med stationära och dynamiska beräkningar. Två separata modeller har upprättats; en endimensionell modell på sträckan från Lygnern till Hjälmsjö och en tvådimensionell modell på sträckan från Gärans mynning i Storån till Lygnern, se Figur 2. Storåns meandrande karaktär genom Sättila gör att en tvådimensionell modell bedömdes lämpligast för att beskriva vattnets utbredning. I den endimensionella modellen utgör det beräknade flödet i Hjälmsjö nedre randvillkor, i den tvådimensionella modellen utgör det beräknade flödet vid Storåns mynning i Lygnern övre randvillkor.

Endimensionella modeller använder Energi ekvationen och Mannings formel för att beräkna vattennivåer vid given vattenföring i tvärsnitt av vattendragets botten och omgivande terräng. Tvådimensionella vattendragsmodeller arbetar med Saint-Venant- eller Diffusion Wave-ekvationerna för att beräkna vattennivåer och utbredning vid given vattenföring baserat på en höjddmodell där vattendragets botten topografi inkluderats (USACE, 2018).

Den endimensionella modellen från Lygnern till Hjälmsjö har etablerats för att beräkna 100- och 200-års vattennivåer i Lygnern. Dessa vattennivåer utgör nedre randvillkor i den tvådimensionella modellen där vattennivåer i Storån beräknats. Vattendragets geometri har i modellerna beskrivits utifrån inmätning av bron norr om Fjäråsvägen utförda av Marks kommun samt broritningar för befintliga broar från BaTMan (Trafikverket, 2019). Data från Lantmäteriets Nationella Höjddmodell (NH) har använts för beskrivning av topografien utanför vattendraget. Följande broar och dämmen har tagits med i modellerna:

- Stenbro uppströms Fjäråsvägen
- 15-561-1: Fjäråsvägen
- 13-938-1: Mellan Lygnern och Sundsjön
- 13-421-1: Ålgårdavägen
- Ålgårda kraftverk
- 13-115-1: Hjälmsjö

Tillgänglig information om Ålgårda kraftverk har inte innehållit tillräckligt med uppgifter för att korrekt beskriva dammens flödesbegränsande funktion. Det saknas information om luckors utformning och tröskelnivåer. Endast tröskelnivå och dimension för utskov för omlöp/fiskväg fanns att tillgå för utredningen (M182-18, M 2378-11 & Dombok 1918). Dammens dämmningsgräns anges i M182-18 till +15.13 m i okänt höjdsystem och i 13-398-1 (BaTMan, 2019) till +15.16 m i RH70 vilket motsvarar +15.28 m i RH2000. Uppmätta högvattennivåer i Lygnern har använts för att kalibrera in en uppsättning dammluckor som återskapar vattennivåerna. Se avsnitt 2.2.1.1.

2.2.1 Kalibrering och verifiering

2.2.1.1 Lygnern - Hjälmsjön

Kungsbacka kommun har en mätstation för vattennivåer i Lygnern, från denna erhöles mätdata en gång per månad under perioden 2010-04-01 – 2017-06-01 samt dagliga värden för perioden 2017-06-09 – 2019-06-09 (Kungsbacka kommun, 2019). Vattennivån i Lygnern påverkas av regleringen i Ålgårda kraftverk, mätningar visar dock att vattennivån i Lygnern kan stiga över kraftverkets dämmningsgräns varför denna inte direkt kan användas som randvillkor i modellen för Storån. De högsta uppmätta vattennivåerna tillsammans med mätdata från Stensjö 2 (SMHI, 2019) har använts för att kalibrera modellen på sträckan från Lygnern till Hjälmsjön. Tidpunkt för högsta uppmätta flöden och vattennivåer skiljer sig åt, i kalibreringen har störst vikt lagts på att återskapa höga vattennivåer. Den högsta uppmätta vattennivån i Lygnern är +15.65 m (2015-12-01).

Information om regleringen i Ålgårda för de aktuella tillfällena har inte funnits att tillgå. Dämmets utseende har kalibrerats mot uppmätt högvattennivå och samma reglering har antagits gälla för de modellerade 100- och 200-årsflödena.

Vattendragets s.k. råhet, vilken orsakar friktion mellan vattnet och botten, beskrivs med Mannings tal, samma värde som för Storån har använts, se avsnitt 2.2.1.2.

2.2.1.2 Storån - Lygnern

Modellen för Storån har kalibrerats mot uppmätta vattennivåer vid skanningstillfället för NH-data samt från foton daterade 2019-02-11. Flödet i Storån vid inmätningstillfället och vid NH-skanningen (2010-04-25) har bedömts utifrån data från Vattenwebb (SMHI, 2019). Flödena vid NH-skanningen var i storleksordningen 45 % av MQ, dvs. låga flöden. Foton från 2019-02-11 visar vattennivåer vid de båda broarna i Sätilla, vid detta tillfälle var flödet i storleksordningen MHQ (medelhögflöde). Vattennivåer uppskattades från foton till ca +17 m och har använts för att verifiera modellen vid en högre vattenföring. Som nedre randvillkor användes uppmätt vattennivå i Lygnern som tillhandahölls av Kungsbacka kommun. Störst vikt i kalibreringen har lagts på högfödestillfället eftersom modellen ska användas för höga flöden.

I övrigt har det inte funnits några daterade högvattennivåer som underlag för kalibrering/verifiering av modellen för Storån.

Vattendragets s.k. råhet, vilken orsakar friktion mellan vattnet och botten, beskrivs med Mannings tal som för Storån har kalibrerats till $25 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$. För omgivande mark har värden enligt Tabell 2 använts.

2.3 Vinduppstuvning

Vinden verkar på vattenytan med en skjuvkraft som medför att ytvattnet förs i vindens riktning. Vid pålandsvindar stuvnas vattnet upp mot land. Hur stor denna uppstuvning av vatten blir i ett aktuellt område beror på vindens styrka och riktning, bottenpogografen samt vikens eller sjöns längd över vilken vinden verkar. Vid en varaktig vind nås ett jämviktstillstånd mellan vindens skjufkraft mot ytan och vattenytans lutning, som håller i sig så länge vinden varar. I början av förloppet svänger vattenytan in sig i en vågrörelse och uppstuvningen kan under detta skede nå nivåer som är högre än jämviktstillståndet.

Vinduppstuvningen i Lygnern in mot Storåns mynning har beräknats med hjälp av enklare ekvationer. Beräkningen har gjorts med en vind motsvarande 100 års återkomsttid i riktning in mot Storåns mynning. Extremvärdet av vinden har tagits fram baserat på observationer vid mätstationen Göteborg A. För denna mätplats finns observationer tillgängliga från 1961 och framåt, vilket utgör ett gott underlag statistiskt sett.

Beräkningen av vinduppstuvningen är av överslagsmässig karaktär och beskriver det jämviktstillstånd som uppstår vid en varaktig vind.

Beräkningarna avser dagens klimat, ingen analys av framtida vindförhållanden har gjorts.

2.4 Skyfallskartering

För beräkning av 100-årsregnets utbredning har det hydrauliska modellverktyget HEC-RAS använts. Beräkningarna görs med en tvådimensionell markmodell som arbetar med Saint-Venant- eller Diffusion Wave-ekvationerna.

En markavrinningsmodell som beskriver ett mindre tillrinningsområde väster om Storån med en area på cirka 7 km² har satts upp. Modellen byggs upp av ett rutnät med upplösning 10 x 10 meter. Tester har gjorts med högre upplösning (2 x 2 m). Detta påverkade inte resultaten men gav betydligt längre simuleringsstid. Justering av markmodellen har gjorts för byggnader vilka höjts upp 4 m. För Storån har bottennivåer från översvämningsskarteringen använts, ett medelflöde enligt flödesberäkningar i bilaga 1 har körts i modellen under skyfallshändelsen. Ingen information om storlek eller läge för kulvertar och andra flödesbegränsande strukturer i modellområdet utöver Storåns broar har funnits att tillgå i projektet. Trafikverkets tjänst Lastkajen samt Google Maps 'Street View' visade inte på några områden som behövde justeras. Inget avdrag har gjorts för eventuellt ledningsnäts kapacitet och resultatet kan därför ses som en beskrivning av ett scenario där eventuellt ledningsnät är fullt vid regnets startpunkt. Avdrag har inte heller gjorts för infiltration varför resultaten kan ses som ett så kallat 'worst case-scenario' där marken är mättad.

För att beskriva hur ytavrinningen i området påverkas av markanvändningen har modellområdet delats in i olika kategorier med Mannings tal enligt Tabell 2. För takytor har ett något lägre Mannings tal än för vägar använts, trots att dessa ytor ofta antas ha liknande friktion. Detta för att en stor höjdgradient uppstår när byggnaderna höjs upp från terrängmodellen vilket kan medföra problem i modelleringen. Använt Mannings tal för tak förändrar inte resultatet för normalstora tak.

Tabell 2 Mannings tal, M, för markanvändning inom modellområdet. Värderna baseras på presentation av MSB och DHI vid seminarium om skyfallskartering och beredningsplanering (Alfredsson m.fl., 2017)

Markanvändning	Mannings tal [m ^{1/3} /s]
Vägar och asfalterade ytor	50
Tak	20
Gräsytor	5
Naturmark	2

Som drivdata för modellen användes tidsserier med nederbörd, se avsnitt **Fel! Hittar inte referenskälla..** Regn med samtliga varaktigheter redovisade i

Tabell 3 lades in som blockregn där regnvolymen fördelades jämnt över tiden. Simuleringen kördes fyra timmar efter regnet för att fånga hur vattnet rör sig genom landskapet.

Den maximala vattenutbredningen exporterades och bearbetades i ArcGIS. Vattensamlingar med djup över 10 cm med en area på minst 2 m² presenteras i resultatet.

2.4.1 Kalibrering och verifiering

Kalibrering av modellen bör göras mot en händelse i samma storleksordning som det som modellen ska beskriva. Kalibreringsdata saknades i projektet, vilket ofta är fallet för skyfallskarteringar. Skyfall är vanligtvis lokala händelser som varierar kraftigt i både tid och rum och det är sällan man med nederbördsobservationer lyckas fånga dessa regntillfällen. Modellens trovärdighet bygger istället på att de viktigaste processerna inkluderas i modelleringen.

2.4.2 Regnbeskrivning

Volym och intensitet av ett 100- och 200-årsregn beror på regnets varaktighet. För att kartera 100- och 200-årsregnet har därför ackumulerad nederbörd vid varaktigheter mellan 15 minuter och 6 timmar beräknats enligt metod framtagna av SMHI i en studie avseende kraftig nederbörd i nuvarande och framtida klimat (Olsson m.fl., 2017). Det karterade området ligger i region SV (Sydvästra Sverige), parametrar för regionen har använts för att beräkna ackumulerad nederbörd för 100- och 200-årsregn i ett nuvarande klimat. Klimatfaktorer finns beräknade för 100-årsregn med varaktighet från 1 till 12 timmar för RCP4.5 och RCP8.5 uppdelat på tre tidsperioder fram till 2100. Samma klimatfaktor har här använts för båda återkomsttiderna. I beräkningarna har RCP8.5 i slutet av seklet (2071-2100) använts. RCP 4.5 ger en ökning av nederbörden om ca 20 % jämfört med dagens. I

Tabell 3 redovisas de beräknade nederbördsmängderna.

Tabell 3. Beräknad ackumulerad nederbörd för 100- och 200-årsregn i region SV med varaktigheter mellan 6 timmar och 15 minuter. Volymen avser klimatanpassade nederbördstillfällen enligt RCP8.5 för slutet av seklet (2071-2100).

Varaktighet/Återkomsttid	Ackumulerad nederbörd [mm]		Klimatfaktor
	100 år	200 år	
6 timmar	101	120	1,42
1 timme	69	83	1,52
15 minuter	53	65	1,52

2.5 Höjd- och referenssystem

Beräkningsresultat och övriga nivåer i rapporten presenteras i höjdsystem RH2000 om inte annat anges.

Shapefiler som levereras tillsammans med resultatet är i referenssystem SWEREF99 TM.

3 Resultat

3.1 Flöden

Beräknade flöden använda i översvämningsskarteringen presenteras i Tabell 4. Flöden har klimatkompenserats enligt median för scenario RCP8.5. I bilaga 1 och 2 redovisas mer detaljerade resultat av flödesdimensioneringen.

Tabell 4. Dimensionerande flöden, avser klimatanpassade flöden enligt median för scenario RCP8.5. Samtliga flöden är i m³/s.

Scenario	Storåns mynning i Lygnern	Vattenföringsstation Stensjö 2
HQ _{100_RCP8.5}	124	108
HQ _{200_RCP8.5}	134	117

3.2 Vattennivåer och översvämningskartering Storån och Lygnern

Beräknade vattennivåer i Storån på platser markerade i Figur 3 samt i Lygnern redovisas i Tabell 5. Översvämningskarteringen visas i Figur 4. Vid höga flöden påverkar vattennivån i Lygnern nivåerna i Storån. Stenbron uppströms Fjäråsvägen överströmmas delvis vid sidorna. Bron vid Fjäråsvägen överströmmas inte.

Tabell 5. Beräknade vattennivåer i Storån och Lygnern, samtliga resultat presenteras i m RH2000. Numrering avser Figur 3

Scenario	Lygnern	1	2	3	4	5	6
HW _{100_RCP8.5}	+16.45	+16.60	+16.95	+17.35	+18.35	+18.60	+19.40
HW _{200_RCP8.5}	+16.55	+16.70	+17.05	+17.45	+18.50	+18.75	+19.60



Figur 3. Punkter för redovisning av vattennivåer i Storån.



Teckenförklaring:		Översvämningsskartering Storån, Lygnern	
	Normalvattenyta		
	HQ100		
	HQ200		
Uppdragsgivare:		Konsult:	
Koordinatsystem:		SWEREF99 TM	
Datum:		2019.08.19	
Översikt			

Figur 4. Områden som riskerar översvämmas vid flöden med 100 och 200 års återkomsttid klimatanpassade enligt median för scenario RCP8.5 i slutet av seklet.

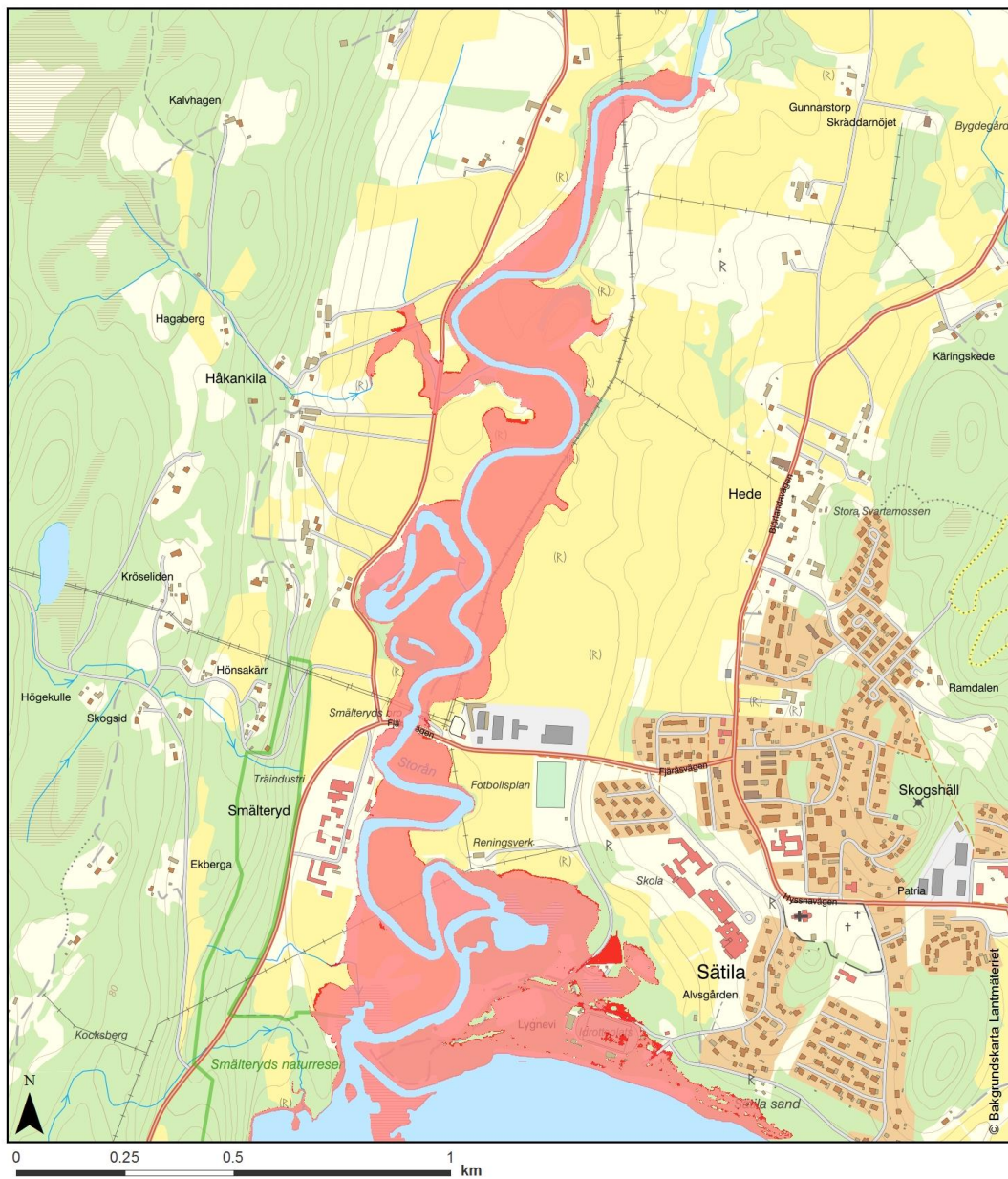
3.3 Vinduppstuvning

Vinduppstuvningen i Lygnern in mot Storåns mynning har beräknats till 10 cm för vindar motsvarande 100 års återkomsttid.

Beräknade vattennivåer i Storån på platser markerade i Figur 3 samt i Lygnern redovisas i Tabell 6. Översvämningskarteringen visas i Figur 5. Tabell 5 och Tabell 6 visar att vinduppstuvningen påverkar vattennivåerna i Storån till området kring broarna vid Fjäråsvägen. Stenbron uppströms Fjäråsvägen överströmmas delvis vid sidorna. Bron vid Fjäråsvägen överströmmas inte.

Tabell 6. Beräknade vattennivåer i Storån och Lygnern med vinduppstuvning om 10 cm i Lygnern, samtliga resultat presenteras i m RH2000. Numrering avser Figur 3

Scenario	Lygnern	1	2	3	4	5	6
HW _{100_RCP8.5}	+16.55	+16.70	+17.00	+17.63	+18.40	+18.60	+19.40
HW _{200_RCP8.5}	+16.65	+16.80	+17.10	+17.50	+18.50	+18.75	+19.60

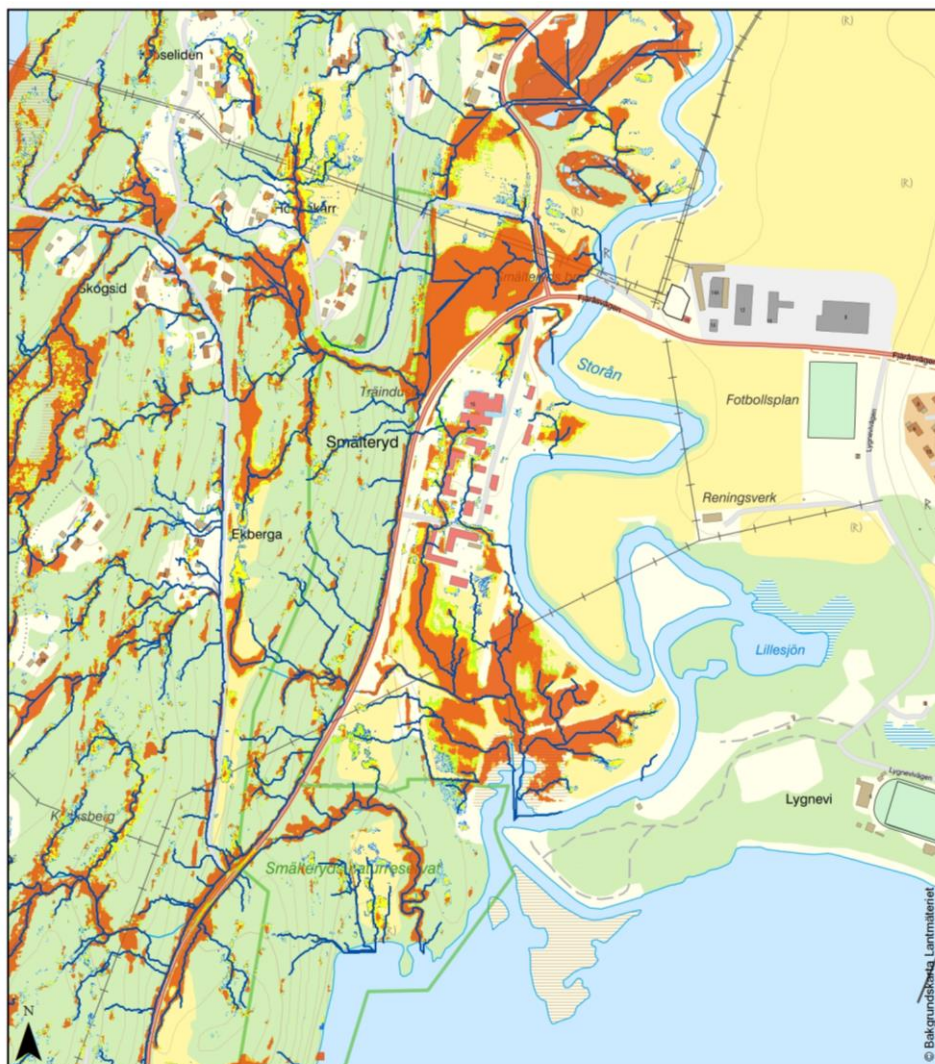


Teckenförklaring:	
■	Normalvattenyta
■	HQ100, vind
■	HQ200, vind
Översvämningsskartering Storån, Lygnern	
Uppdragsgivare:	Konsult:
Mark	SMHI
Koordinatsystem: SWEREF99 TM	
Datum: 2019.08.19	
Översikt	

Figur 5. Områden som riskerar översvämmas vid flöden med 100 och 200 års återkomsttid klimatanpassade enligt median för scenario RCP8.5 i slutet av seklet med vinduppstuvningseffekter i Lygnern inkluderade. Vinduppstuvning för vindar med 100 års återkomsttid ger 10 cm ökning av vattennivåerna i Lygnern.

3.4 Skyfallskartering

I Figur 6 redovisas de områden som riskerar att översvämmas vid modellerade 100- och 200-årsregn i ett framtida klimat med nederbördsvolymen enligt Tabell 3. Resultaten visar den maximala utbredningen för respektive varaktighet för vattendjup över 10 cm. Att regnscenarion med högre nederbördsintensitet (lägre ackumulerad nederbörds mängd) ger en större maximal utbredning beror på att vattnet vid lägre nederbördsintensitet har större möjlighet att rinna undan.



Teckenförklaring:		Översvämningskartering Storån, Lygnern	
	Flödesvägar	Skyfallskartering, RCP8.5	
	100år, 6h	Uppdragsgivare:	Konsult:
	200år, 6h		
	100år, 1h	Koordinatsystem:	SWEREF99 TM
	200år, 1h	Datum:	2019.08.19
	100år, 15min		
	200år, 15min		
Översikt			

Figur 6. Områden som riskerar översvämmas vid 100- och 200-årsregn klimatanpassade enligt scenario RCP8.5 för slutet av seklet. Regn med varaktigheter mellan 15 minuter och 6 timmar har karterats. Kartan visar vattensamlingar med djup över 10 cm. Modellområdet täcker endast området väster om Storån.

4 Diskussion/kommentarer till resultat

Beräknade flöden med återkomsttid 50-200 år minskar nedströms i systemet. Detta beror på en stor andel sjöar mellan beräkningspunkterna som har en flödesdämpande effekt.

I beräkningarna av dimensionerande vattennivåer har förutsatts att vattendraget är rent och inte är igensatt av nedfallna träd, nedrasat material, is etc. Motsvarande antagande har gjorts för skyfallskarteringen.

Översvämningens utbredningen visar vattnets maximala utbredning vid respektive scenario, det är möjligt att högsta vattennivån uppstår vid olika tidpunkter på olika platser.

För att nå bättre precision i beräkningarna längre fram i planerings- och projekteringsprocessen rekommenderas att vattenyteavvägningar utförs vid eventuella tillfällen med höga flöden på den aktuella vattendragssträckan. Sådana observationer skulle kunna användas för att verifiera modellberäkningarna

I modellering av vinduppstuvningens påverkan på vattennivåerna i Sätilla har det antagits att vinduppstuvning sker samtidigt som höga flöden. Den kombinerade återkomsttiden av detta scenario är betydligt högre än de 100 respektive 200 år som gäller för händelserna separat.

Resultaten visar utbredning av översvämning från höga flöden och skyfall separat, sker båda händelserna samtidigt blir vattenutbredningen troligtvis större än om resultaten i denna utredning läggs ihop.

Att tillräcklig information om Ålgårda kraftverk saknas kan påverka resultatet av översvämningsskarteringen. En version av modellen där inga dammluckor lagts in vid Ålgårda kraftverk sattes upp, denna visade att vattennivåerna i Lygnern med helt stängda luckor i Ålgårda blir i storleksordningen knappa 10 cm över de som presenteras i Tabell 5. Vinduppstuvningsscenarioet kan därför anses representera även ett scenario med dämnet i Ålgårda helt stängt.

Referenser

Alfredsson C., Bern E. och Gustafsson L-G., Vägledning för skyfallskartering, Göteborg 28 november 2017.

http://www.svensktvatten.se/contentassets/fda75196be424ffc89fb4bff0fd1e832/2_cecilia-alfredsson-l-g-gustafsson-erik-bern.pdf

Dombok, hållen vid Fjärde Häradsrätts särskilda sammanträde å Ålgårda och Hjälms, 1918-05-28

Lastkajen, https://www.trafikverket.se/tjanster/Oppna_data/hamta-var-oppna-data/lastkajen---sveriges-vag--och-jarnvagsdata/, hämtad 2019-06-30

M 182-18, Dom Mark- och miljödomstolen, Vänersborgs tingsrätt, 2018-03-16

M 2378-11, Dom Mark- och miljödomstolen, Vänersborgs tingsrätt, 2017-06-07

Olsson J., Berg P., Eronn A., Simonsson L., Södling J., Wern L. och Yang W.: Extremregn i nuvarande och framtida klimat. Analyser av observationer och framtidsscenarioer. SMHI Klimatologi Nr 47, 2017

SMHI 2019, *Modellberäknad och observerad vattenföring i Sverige*, <http://vattenweb.smhi.se/>

Trafikverket, 2019, *BaTMan, Bridge and Tunnel Management*, hemsida 2019-02-08, <https://batman.trafikverket.se/batman/>

USACE 2018, *HEC-RAS River analysis system – Hydraulic Reference Manual*, US Army Corps of Engineers, Hydraulic Engineering Center: <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/>

Vattennivåer i Lygnern, tillhandahålls av Angelica Taube, Kungsbacka kommun

Bilagor

Bilaga 1 Hydrologiskt dimensioneringsunderlag för Storåns utlopp i Lygnern.

Bilaga 2 Hydrologiskt dimensioneringsunderlag för Vattenföringsstation Stensjö 2.

Hydrologiskt dimensioneringsunderlag

- för dimensionering, i vattenmål eller under byggplanering

Beräkningspunkten: Storån utlopp i Lygnern
Huvudavrinningsområde: 106, Rolfsån
Beräkningspunktens
x y-koordinater (SWEREF99 TM): 6380063, 345473
Avrinningsområdets storlek (km²): 451
Sjöandel: 5 %

Beräkningsunderlag/arbetsmoment:

MQ bestäms m.h.a. areell avrinningskarta för perioden 1961 - 2015 och stationsuppgifter från jämförbara områden fram t.o.m. 2008.

HQ-100 & HQ-200 bestäms genom statistisk analys av tidsserier från följande vattenföringsstationer med jämförbar flödesdynamik och sjöandel: Assmebro, Stensjö 2, Bosgården, Pepparforsen, Spånga Kvarn & Snapparp. De första 2 stationerna är extra intressant eftersom Assmebro har en lång dataserie med start 1925 och Stensjö 2 ligger i samma vattendrag.

Uppgifterna nedan gäller för: Oreglerade Reglerade framrinningsförhållanden

Flöden (dygnsmedelvärden i m³/s)

HQ-200 år	103
HQ-100 år	95
HQ-50 år	87
MHQ	48
MQ	8,1

Förklaringar till ovanstående definitioner:

HQ-200 år – Dygnsvärde av högvattenföring med 200 års återkomsttid.

HQ-100 år – Dygnsvärde av högvattenföring med 100 års återkomsttid.

HQ-50 år – Dygnsvärde av högvattenföring med 50 års återkomsttid. Även nedre gräns för flödesvarning klass 3 avseende extremt högt flöde.

MHQ – Medelhögvattenföring d.v.s. medelvärdet av varje års högsta dygnsvattenföring.

MQ - Medelvattenföring d.v.s. medelvärdet av varje års medelvattenföring.

Känslighet för klimatförändring

SMHI har genomfört ett stort antal beräkningar, s.k. ensembleberäkningar med flera olika klimatmodeller och framtidsscenarioer för vattendrag i olika delar av Sverige. Den senaste generationen scenarioer har använts i detta uppdrag, dessa bygger på strålningsbalans snarare än tidigare direkta scenarioer över utvecklingen. Här har de två scenarierna med 4,5 W/m² (RCP 4,5) och 8,5 W/m² (RCP 8,5) i strålningsbalans använts. Kortfattat kan sägas att RCP 4,5 innebär att betydande utsläppsminskningar sker medan RCP 8,5 innebär att utsläppsutvecklingen fortsätter ungefär som den gjort historiskt. För närmare beskrivning av klimatscenarioer, beräkningsmetodik och jämförelser med tidigare generation scenarioer se Hallberg m.fl. (2014) och Sjökvist m.fl. (2015).

Resultaten från ensemblekörningen presenteras som skillnad mellan observerat klimat (referensperiod 1963-1992) och den framtida perioden. För utförligare beskrivning av metodik se Sjökvist m.fl. (2015).

Resultat redovisas för förändring i procent (avrundat till närmaste 5-tal) fram till 2098 (beräknat som förändring mellan referensperioden och perioden 2069-2098). Beräkningarna är gjorda för 100- och 200-årsflöden. Resultaten har delats upp mellan de två scenarierna RCP 4,5 och RCP 8,5 samt att medianförändring och övre kvartil (75-percentilen) också redovisas.

Tabell 1. Beräknad flödesförändring för 100- och 200 årsflöden för Storån utlopp i Lygnern orsakat av förändrat klimat.

	RCP 4,5		RCP 8,5	
	Median (%)	Övre kvartil (%)	Median (%)	Övre kvartil (%)
2098	10	35	30	45

Resultaten visar på ökning av 100 och 200 -årsflödet mot slutet av seklet och att ökningen blir större med ökad strålningsdrivning.

Referenser

Hallberg, K., Andréasson, J., Axén-Mårtensson, J., Bergström, S., Dahné, J., Nylén, L. och Sjökvist, E. (2014). Metodbeskrivning och jämförande studie av dimensionerande flöden för dammanläggningar med två generationer klimatscenarioer. Elforsk-rapport 2014:27. Tillgänglig: http://www.elforsk.se/Rapporter/?rid=14_27

Sjökvist, E., Axén Mårtensson, J., Dahné, J., Köplin, N., Björck, E., Nylén, L., Berglöv, G., Tengdelius Brunell, J., Nordborg, D., Hallberg, K., Södling, J. och Berggren Clausen, S. (2015). Klimatscenarioer för Sverige - Bearbetning av RCP-scenarioer för meteorologiska och hydrologiska effektstudier. SMHI Klimatlogi 15. Tillgänglig: http://www.smhi.se/polopoly_fs/1.95649!/Menu/general/extGroup/attachmentColHold/mainCol1/file/Klimatscenarioer_f%C3%B6r_Sverige-v1-Klimatologi_15.pdf

Kontaktperson: Ghasem Alavi

Telefonnummer direkt 011-495 8418

Epost: ghasem.alavi@smhi.se

Hydrologiskt dimensioneringsunderlag

- för dimensionering, i vattenmål eller under byggplanering

Beräkningspunkten: Vattenföringsstation Stensjö 2
Huvudavrinningsområde: 106, Rolfsån
Beräkningspunktens
x y-koordinater (SWEREF99 TM): 6376079, 330439
Avrinningsområdets storlek (km²): 663
Sjöandel: 9,9 %

Beräkningsunderlag/arbetsmoment:

HQ-200 bestämdes genom statistisk analys av tidsserier från vattenföringsstation Stensjö 2 samt två stationer med mycket längre dataserier jämfört med Stensjö 2 och med liknande areal och sjöandel, nämligen Hillared (data kontonuerlig sedan 1932) och Vassbotten (data kontonuerlig sedan 1914).

Uppgifterna nedan gäller för: Oreglerade Reglerade framrinningsförhållanden

Flöden (dygnsmedelvärden i m³/s)

HQ-200 år	90
HQ-100 år	83
HQ-50 år	77
MHQ	51
MQ	11,6

Förklaringar till ovanstående definitioner:

HQ-200 år – Dygnsvärde av högvattenföring med 200 års återkomsttid.

HQ-100 år – Dygnsvärde av högvattenföring med 100 års återkomsttid.

HQ-50 år – Dygnsvärde av högvattenföring med 50 års återkomsttid. Även nedre gräns för flödesvarning klass 3 avseende extremt högt flöde.

MHQ – Medelhögvattenföring d.v.s. medelvärdet av varje års högsta dygnsvattenföring.

MQ - Medelvattenföring d.v.s. medelvärdet av varje års medelvattenföring.

Känslighet för klimatförändring

SMHI har genomfört ett stort antal beräkningar, s.k. ensembleberäkningar med flera olika klimatmodeller och framtidsscenarioer för vattendrag i olika delar av Sverige. Den senaste generationen scenarioer har använts i detta uppdrag, dessa bygger på strålningsbalans snarare än tidigare direkta scenarioer över utvecklingen. Här har de två scenarierna med 4,5 W/m² (RCP 4,5) och 8,5 W/m² (RCP 8,5) i strålningsbalans använts. Kortfattat kan sägas att RCP 4,5 innebär att betydande utsläppsminskningar sker medan RCP 8,5 innebär att utsläppsutvecklingen fortsätter ungefär som den gjort historiskt. För närmare beskrivning av klimatscenarioer, beräkningsmetodik och jämförelser med tidigare generation scenarioer se Hallberg m.fl. (2014) och Sjökvist m.fl. (2015).

Resultaten från ensemblekörningen presenteras som skillnad mellan observerat klimat (referensperiod 1963-1992) och den framtida perioden. För utförligare beskrivning av metodik se Sjökvist m.fl. (2015).

Resultat redovisas för förändring i procent (avrundat till närmaste 5-tal) fram till 2098 (beräknat som förändring mellan referensperioden och perioden 2069-2098). Beräkningarna är gjorda för 100- och 200-årsflöden. Resultaten har delats upp mellan de två scenarierna RCP 4,5 och RCP 8,5 samt att medianförändring och övre kvartil (75-percentilen) också redovisas.

Tabell 1. Beräknad flödesförändring för 100- och 200 årsflöden för Vattenföringsstation Stensjö 2 orsakat av förändrat klimat.

	RCP 4,5		RCP 8,5	
	Median (%)	Övre kvartil (%)	Median (%)	Övre kvartil (%)
2098	10	30	30	45

Resultaten visar på ökning av 100 och 200 -årsflödet mot slutet av seklet och att ökningen blir större med ökad strålningsdrivning.

Referenser

Hallberg, K., Andréasson, J., Axén-Mårtensson, J., Bergström, S., Dahné, J., Nylén, L. och Sjökvist, E. (2014). Metodbeskrivning och jämförande studie av dimensionerande flöden för dammanläggningar med två generationer klimatscenarioer. Elforsk-rapport 2014:27. Tillgänglig: http://www.elforsk.se/Rapporter/?rid=14_27

Sjökvist, E., Axén Mårtensson, J., Dahné, J., Köplin, N., Björck, E., Nylén, L., Berglöv, G., Tengdelius Brunell, J., Nordborg, D., Hallberg, K., Södling, J. och Berggren Clausen, S. (2015). Klimatscenarioer för Sverige - Bearbetning av RCP-scenarioer för meteorologiska och hydrologiska effektstudier. SMHI Klimatlogi 15. Tillgänglig: http://www.smhi.se/polopoly_fs/1.95649!/Menu/general/extGroup/attachmentColHold/mainCol1/file/Klimatscenarioer_f%C3%B6r_Sverige-v1-Klimatologi_15.pdf

Kontaktperson: Ghasem Alavi

Telefonnummer direkt 011-495 8418

Epost: ghasem.alavi@smhi.se