



Myndigheten för
samhällsskydd
och beredskap

FORSKNING

HazardSupport

Översvämningssrisk i Skåre



HazardSupport: Översvämningsrisk i Skåre

Tidsperiod: 2015 - 2020

Utförare: SMHI

Ansvarig: forskare/författare Peter Berg (SMHI)

Sammanfattning av studie av översvämningsrisk i samhället Skåre norr om Karlstad. Eventuella konsekvenser av bygget av en vall mot Klarälven har undersökts med avseende på skyfallsproblematik och multipla extremer.

© Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB)

MSB:s Kontaktpersoner: Ulrika Postgård, 010-2405033

Foto omslag: Bilden är hämtad från <https://karlstad.se/Kommun-och-politik/Varumärke-grafiskprofil-nyhetsarkiv/Bildarkiv/Allmänna-bilder/>
Tryck: DanagårdLiTHO

Publ. nr: MSB1678 januari 2021

ISBN: 978-91-7927-094-0

MSB har beställt och finansierat genomförandet av denna forskningsrapport. Författarna är ensamma ansvariga för rapportens innehåll.

Förord

SMHI har utfört denna fallstudie inom ramen för HazardSupport, ett projekt finansierat av MSB. Lena Strömbäck vid SMHIs forskningsavdelning var projektledare och Peter Berg var ansvarig för genomförandet av fallstudien.

I HazardSupport vill vi identifiera problem som kan uppstå vid klimat-
anpassningsarbete, studera om dialogen kan överbygga svårigheter att genomföra
klimatanpassning samt se huruvida det är möjligt att anpassa forskningen så att
den tar fram relevant kunskap för användarna. Projektet fokuserar på tre
fallstudier, värmeböljor i Stockholm, översvämning i Karlstad, och havsrelaterade
översvämningar på västkusten.

Denna rapport behandlar slutresultat för fallstudien ”översvämning i Karlstad”,
och behandlar närmare bestämt området Skåre norr om Karlstad. Den
sammanfattar resultaten av SMHIs utvecklings och forskningsarbete för att nå
målet med skräddarsydd klimatinformation enligt målen som har fastställts i
dialoger mellan SMHI och Karlstad Kommun. Fokus för rapporten är
tillgänglighet för anställda vid Karlstad Kommun och tar därför inte upp all
teknisk utveckling och detaljer i enskilda utvecklingsdelar.

Karin André och Linn Järnberg, forskare vid Stockholm Environmental Institute,
har faciliterat kontakterna mellan forskare på SMHI och Stockholm Stad. Särskilt
tack till Malin Hedlund, Emma Rönnbäck och Per Eriksson vid Karlstad kommun
för sitt engagemang.

Norrköping, 2020-12-04

Peter Berg

Forskningsledare för Hydroklimatologi, SMHI

Innehåll

SAMMANFATTNING	5
1 INTRODUKTION	6
2 VALLEN OCH SKYFALL.....	7
3 MULTIPLA EXTREMER.....	8
3.1 Vad är en multipel extrem?.....	8
3.2 Multipla extremer i Skåre.....	9
3.3 Hur kan man beräkna multipla extremer?	10
4 SLUTSATSER.....	11
5 REFERENSER.....	12

Sammanfattning

Samhället Skåre ligger längs Klarälvens strand strax norr om Karlstad. Översvämningssituationen i Skåre är komplicerad på grund av sin position i Klarälvens delta med påverkan från älven själv, Skårenoret som rinner genom samhället och höga nivåer i sjön Vänern. De största problemen har historiskt uppstått vid mycket kraftig vårflod i Klarälven, då stora delar av samhället stått under vatten. För att kunna utveckla samhället vidare har Karlstad kommun börjat undersöka byggandet av en vall för att förhindra översvämningar från Klarälven. Här studerar vi eventuella förvärrande konsekvenser för Skåre med avseende på Skårenoret och skyfall då vallen eventuellt förhindrar flödet av vatten ut ur området.

Först studerades fallet med ett kraftigt skyfall i Skåre och huruvida vallen påverkar avrinningen negativt. Inga större ansamlingar av vatten eller signifikant uppdämning i Skårenoret väntas uppstå som konsekvens av vallen. De eventuella konsekvenserna anses därför ringa jämfört med de som inträffar vid en översvämning från Klarälven, som vallen ska skydda mot.

Sedan studerades även potentialen för multipla-extremer i området, vilket begränsades till att studera sannolikheten för en kombination av skyfall i Skåre samt ett extremt högt flöde i Skårenoret. Analysen visar att extremerna inträffar under samma typ av atmosfärisk cirkulation, men sannolikheten är ändå låg eftersom skyfall inträffar främst under sommarhalvåret med kraftigt lägre intensitet efter augusti medan det för höga flöden i Skårenoret krävs längre regn med större totala mängder, vilket inträffar senare under hösten. Slutsatsen är dock att mycket mer data behövs för att statistiskt säkerställa robusta kombinationer mellan händelserna. Dagens klimattjänster är inte byggda för att hantera den här typen av låga sannolikheter med stora konsekvenser och slutsatsen är att annan typ av klimatdata behövs för att ta studien vidare.

1 Introduktion

Skåres översvämningssituation är komplex genom samhällets position vid Klarälvens utloppsdelta nära sjön Vänern, samt det mindre Skårenoret som rinner genom samhället och ut i Klarälven. Samhället påverkas därmed av höga flöden i Klarälven och Skårenoret, av högt vattenstånd i Vänern som kan höja nivån i Klarälven hela vägen upp till Skåre, samt skyfall. Utsattheten för så kallade multipla extremer – när flera enskilda extremer samverkar till en mycket allvarlig situation – är därmed förhöjd i området.

Höga flöden i Klarälven i samband med vårens snösmältning är den dominerande risken för Skåre, då stora delar översvämmas under längre perioder. I ett framtida klimat kan man vänta sig en tydlig minskning av de högsta flödena i Klarälven, vilket är en konsekvens av först och främst kortare snösäsong. Trots detta utgör de högsta flödestopparna fortsatt ett problem i Skåre. Samtidigt väntas regnmängder öka under hösten med högre flöden i Skårenoret, samt en ökad sannolikhet för kraftiga skyfall.

Arbetet med att utforska översvämningar i Skåre har fortgått i tre huvudsakliga steg:

- ”Bottom-up”-formulering av problemen i dialog mellan Karlstad kommun och SMHI:s forskare.
- Detaljerade studier och framtagande av relevant information för den specifika problemställningen med utgångspunkt från existerande tillgängliga metoder
- En slutfas med större fokus på ny forskning med mer osäker applicerbarhet för fallstudien.

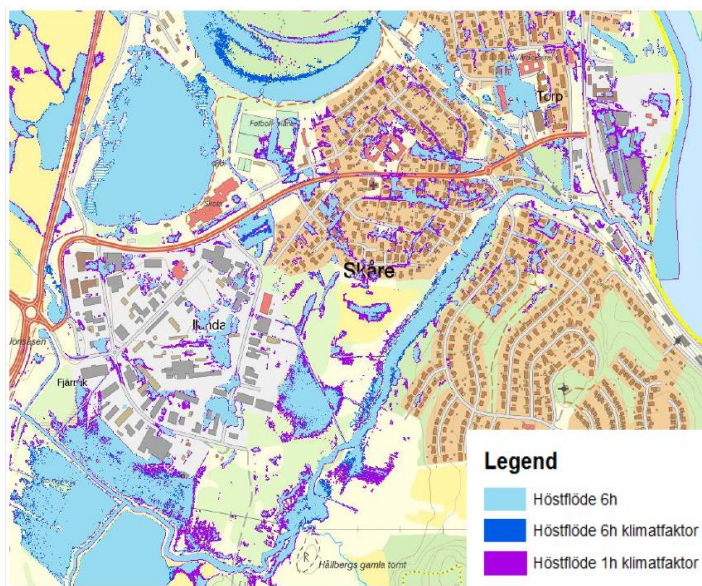
Frågan som utmejslades i det första steget handlar om hur en vall som effektivt avhjälpas översvämningar från Klarälven påverkar översvämningssrisk från skyfall över Skåre. Detta undersöktes i det andra steget, och därefter har potentialen för multipla extremer undersökts i steg tre. Mer detaljer om analysen finns i Berg m.fl., (2019).

2 Vallen och skyfall

Vattennivåerna som uppstår vid skyfall över Skåre studerades och kartor över maximala vattenansamlingar togs fram. Två olika typer av skyfall som återkommer i snitt vart 100:e år i dagens klimat studerades: ett som varar i en timme och ett annat som varar i sex timmar. För att ta höjd för klimatförändringar ökades skyfallens intensitet med 25%.

Figur 1 visar det maximalt översvämmade området under olika skyfall för ett normalt höstflöde i Skårenoret stängda luckor mot Klarälven fast med pumpkapacitet för att evakuera medelflödet i noret. Den största momentana påverkan får det kortare mer intensiva skyfallet, men det längre regnet leder till större ökning i flödet i Skårenoret med cirka 3 m³/s. Det motsvarar närapå tio gånger det normala flödet under hösten. Trots detta leder det inte till några kritiska gränsöverskridningar där vattenståndet påverkar samhällsviktig bebyggelse.

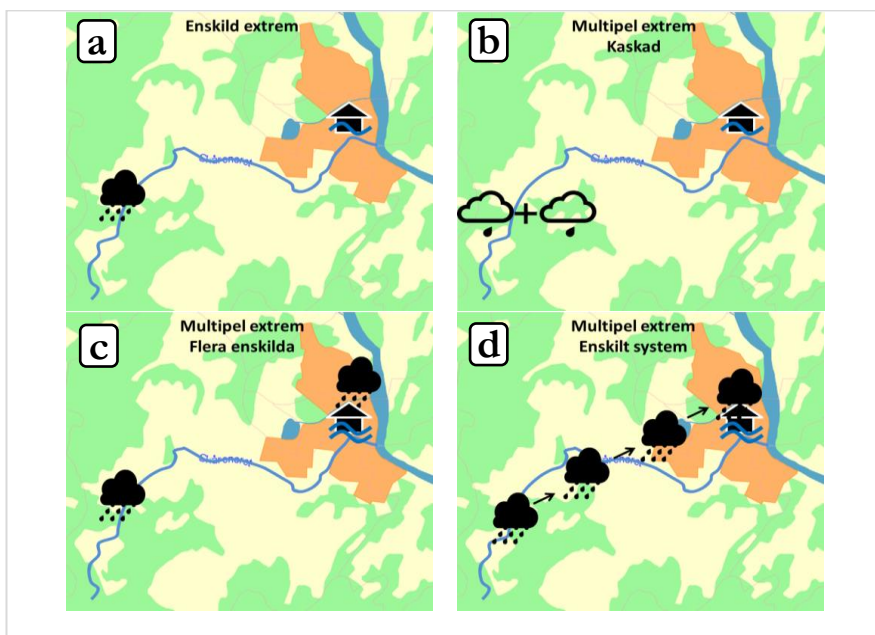
De ansamlingar som uppstår inne i samhället (se Figur 1) är relativt små och representanter från Karlstad Kommun uppskattade att dessa avhjälpas utan problem av existerande dagvattenledning, vilka inte tagits med i beräkningarna. Att skyfall påverkar bebyggelsen och att vattenmängderna måste ledas bort är väl känt och behöver hanteras, men huvudresultatet här är att Skårenoret förmår ta upp och transportera bort tillräckliga vattenmängder utan att svämma över kritiska nivåer, även under en valls eventuellt dämpande effekt på flödet till Klarälven.



Figur 1. Hydraulisk simulering av maximalt översvämmat område under högt flöde i Skårenoret tillsammans med dagens 6h-skyfall, samt förväntade framtida påverkan av 1h- och 6h-skyfall genom att multiplicera en klimatfaktor på 1,25 till skyfallets volym. Källa: SMHI

3 Multipla extremer

Vad blir utfallet om flera allvarliga naturliga katastrofer inträffar samtidigt, eller i kombination med fallerande samhällsliga funktioner? Det är ofta dessa fall som ger de allvarligaste konsekvenserna, men hur kan man förbereda sig för det? Här har vi börjat titta på multipla-extremer i en avgränsad studie för Skåre, nämligen kombinationen av höga flöden i Skårenoret och skyfall över Skåre.



Figur 1. Exempel för olika former av extremer i Skårenoret. Enskild extrem: ett kraftigt regn uppströms kan ge upphov till en översvämning i samhället. Kaskadextrem – en sekvens av mindre extremer bildar tillsammans en översvämning. Flera enskilda och oberoende extremer uppströms och i samhället ger upphov till en förvärrad översvämning. Källa: SMHI

3.1 Vad är en multipel extrem?

Begreppet multipla extremer kan även utvidgas till att bestå av två eller flera kombinerade händelser som inte nödvändigtvis är extrema i sig själva, men som tillsammans ger en extrem händelse. Detta blir en mycket allmän definition som kan innefatta väldigt många händelseförlopp. Vi konkretiserar definitionen till Skåres fall i

Figur 1. En enskild extrem (a) kan ge upphov till en översvämning genom ökat flöde, men motsvarande översvämning kan även fås genom en kaskad av mindre händelser som tillsammans ger ett ökat flöde (b). Här påverkar avrinningsområdets karaktär till stor del, främst med tanke på hur snabbt förloppet från regn till nedströms översvämning är. Det är tveksamt om man ska kalla den här typen av kaskadextrem för en multipel extrem eftersom det är ett vanligt förekommande

fall. Däremot om de enskilda regnhändelserna är ovanligt kraftiga (extrema) eller om sekvensen av dem är ovanlig så passar de väl in på definitionen. Det man oftare tänker på som multipel extrem är fallet där två oberoende extrema händelser tillsammans ger en översvämning, som till exempel uppströms regn som ger ökat flöde tillsammans med ett lokalt skyfall över samhället (c). Den sista kategorin är när ett enskilt skyfall genom sin bana över avrinningsområdet ger upphov till både ett högt flöde och sedan ett skyfall över samhället (d).

En ytterligare utvidgning av begreppet multipla extremer tar även med samhällseliga funktioner. Till exempel kan en kombination av en naturhändelse och ett elavbrott eller annan utslagen infrastruktur ge upphov till en mer extrem situation. I fallet för Skåre skulle till exempel en extreme skapa ett elavbrott som sätter pumpar ur spel och därmed påverkar översvämningen. Konceptet multipel extrem (på engelska compound event) utforskas grundligare i till exempel Zscheichler m.fl. (2018).

3.2 Multipla extremer i Skåre

Skåre har en mycket intressant position vad gäller multipla extremer. Samhället påverkas av översvämningar orsakade av höga flöden i Klarälven, högt vattenstånd i Väneren, höga flöden i Skårenoret, samt skyfall. Alla orsakerna har olika drivande faktorer, som till exempel snösmältning, höga flöden och flödesreglering från kraftindustrin.

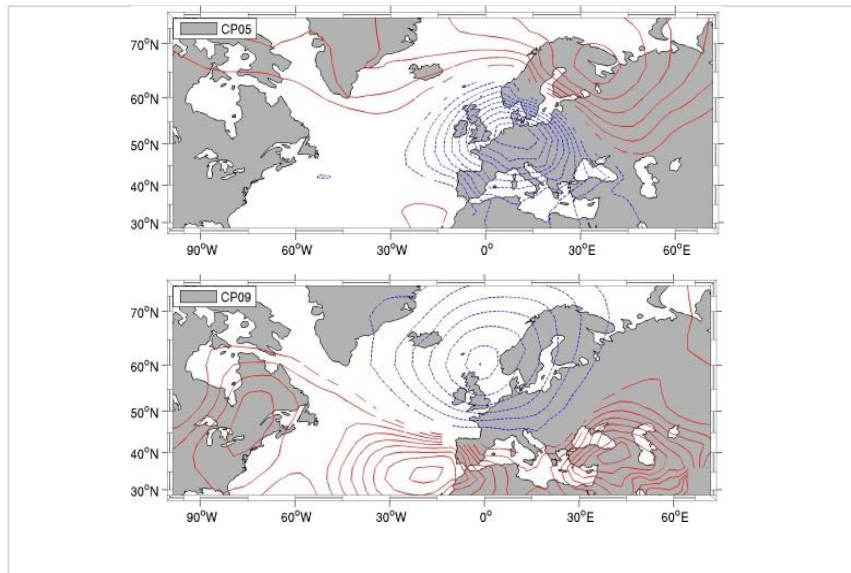
Här har vi avgränsat studien till att endast behandla kombinationer av höga flöden i Skårenoret tillsammans med skyfall. Detta är under antagandena att vallen effektivt håller höga flöden i Klarälven ute och att pumpstationen förmår evakuera Skårenorets flöde till Klarälven om luckorna i vallen är stängda.

Dessvärre är datatillgången mager vad gäller skyfall och högupplöst hydrologi och vi har här arbetat med en tidsserie på endast ca 15 år. När vi plockar ut det mest extrema regnet för varje år, ligger det lägsta på ca 10 mm/h, vilket kan jämföras med det 100-årsregnet som användes i analysen ovan som var på över 50 mm/h. För hydrologin får vi ett flöde av minst 2,5 m³/s i vårt urval av de högsta flödena under de 15 åren. Det motsvarar ca fem gånger det normala höstflödet i Skårenoret eller cirka hälften av 200-årsflödet.

Men kan de här extremerna inträffa samtidigt? Fördelningen över året skiljer sig markant med skyfall i perioden maj till september med en topp i juli-augusti, medan flödena i Skårenoret inträffar utspritt över hela året, men är främst koncentrerade till oktober-november och januari-februari. Rent statistiskt är det alltså möjligt att de två typerna av extremer sammanfaller, om än osannolikt. Nu tittar vi också på de fysikaliska förloppen, vilka i grunden har att göra med under vilka typer av atmosfäriska cirkulationssystem som extremerna är knutna till. I en sådan analys fann vi att båda extremerna uppstår i samband med luftmassor från antingen kontinental Östeuropa som tar med sig fuktig luft från södra Östersjön, eller med luftmassor med fuktig och varm luft från Frankrikes Atlantkust, se **Fel! Hittar inte referenskälla..** Det är ganska vanliga händelser och de kan påverka

området flera dagar i följd. Det är alltså även fysikaliskt möjlig för sekvenser av extremer att uppstå i området.

Det återstående problemet är att svara på frågan ”Hur sannolikt är det med multipla extremer av en viss magnitud?”, att jämföra med till exempel en 100-årshändelse för en enskild extrem. Svaret på den frågan kräver mycket längre tidsserier.



Figur 2. Exempel på de två cirkulationsmönster som ger upphov till flest höga flöden i Skärenoret under höstmånaderna (September till November). CP05 är mest associerat till sommaren och för upp kontinental luft från Östeuropa. CP09 är vanligt förekommande, speciellt under vinterhalvåret och för med sig varm fuktig luft från Atlanten. Källa SMHI

3.3 Hur kan man beräkna multipla extremer?

Själva anledningen till att vi undersöker multipla extremer är att kunna förutse allvarliga konsekvenser för samhället. De typer av multipla extremer som är av störst intresse är de som sker oberoende av varandra och vardera med låg sannolikhet. Men hur kan man sätta en sannolikhet på något som sällan, eller hittills aldrig har inträffat? Ett sätt är att studera alternativa verkligheter, genom att använda en modell där man simulerar samma klimat under många år. Då kan man skapa en databas som innehåller multipla extremer och där man kan beräkna sannolikheter för att de ska inträffa. Det krävs att man har en bra modell som beskriver klimatet och vädersystemen på ett bra sätt.

På SMHI utför vi nu experiment där vi tar hjälp av en prognosmodell för säsongsprognoser. Varje månad beräknas 51 separata prognoser för de kommande sju månaderna. Vi utnyttjar att atmosfären är kaotisk och har ett kort minne på bara ett par veckor. Det gör att vi kan kasta bort de första veckorna från en

prognos och använda resterande prognoserier till att sätta ihop långa tidsserier på flera tusen år. Denna metodik är under utvärdering och kommer att användas i det av MSB-finansierade projektet HydroHazards.

4 Slutsatser

Den framtida situationen i Skåreområdet påverkas av flera faktorer: höga flöden från Klarälven och från Skårenoret, skyfallsproblematik, samt högt vattenstånd i Väneren. Studierna som presenterats här visar på:

- En minskning i extrema flöden i Klarälven på grund av en mindre distinkt snösmältningstopp i flödet. Snösmältningen förväntas dessutom ske tidigare på året omkring april-maj.
- Att flödet i Skårenoret är stabilt i framtida klimat. Detta eftersom det mindre avrinningsområdet påverkas mer av nederbörd än snösmältning.
- Att skyfall är ett mindre problem för Skåre än extrema flöden i Klarälvens vårflod, och kan avhjälpas med tillräcklig dimensionering av dagvatten.
- Att Multipla extremer inte kunde utforskas med tillräcklig noggrannhet för en klimattjänst, men det sker lovande utveckling på området vilket inom några år kan ge användbara resultat.

5 Referenser

Berg, P., m.fl. (2016) HazardSupport deliverable 2.2: Översvämningsrisk i Skåre, MSB/SMHI.

Zscheischler, Jakob, et al. (2018) Future climate risk from compound events, Nature Climate Change, 8.6, 469-477.



Myndigheten för
samhällsskydd
och beredskap

I samarbete med:

SMHI



KARLSTADS KOMMUN

SEI Stockholm
Environment
Institute