

## PM

Handläggare  
Gyllenram, Walter  
Tel  
+46105051935  
Mobil  
+46720837803  
E-post  
walter.gyllenram@afry.com  
Datum  
2025-04-23  
Projekt ID  
D0208974  
Granskare  
Eriksson, Christin

Mottagare  
Karlskrona Kommun

## Kombination av högt vattenstånd i havet och skyfall

### 1 Bakgrund

Karlskrona kommun planerar en ny infartsled väster om den befintliga infartsleden. Länsstyrelsen Blekinge har lämnat ett yttrande till infartsledsprojektet om hur kombinationen högvattenhändelse och kraftigt skyfall ska hanteras. I syfte att bemöta detta yttrande har AFRY anlåtats för att bedöma hur sannolik en sådan kombination av händelser är.

### 2 Skyfall

Det som kallas skyfall är en extremt hög nederbörd under kort tid (korttidsnederbörd). Skyfall definieras av SMHI som nederbörd på minst 50 mm per timme eller minst 1 mm per minut<sup>1</sup>. Enligt samma källa sker nästintill alla skyfall på sommaren. Eftersom skyfall ofta har mycket begränsad rumslig utbredning noteras ofta inte dessa händelser i SMHI:s nederbördsräknare. Förekomsten av skyfall är följaktligen vanligare än vad som indikeras i det nätverk av mätstationer som finns. Skyfall är också vanligtvis kortvariga och det var först när SMHI 1995 upprättade ett nätverk av automatstationer som nederbörd började mätas med tillräckligt hög tidsupplösning för att avgöra huruvida det rör sig om ett skyfall (SMHI, 2018). Således är även datamängden av noterade skyfall begränsad till de senaste cirka tre decennierna.

Kraftig nederbörd är generellt vanligast i samband med hög lufttemperatur eftersom varm luft kan innehålla en högre andel vattenånga än kall luft. Av denna anledning kommer tillfällena med kraftig nederbörd sannolikt bli vanligare i ett varmare klimat. Enligt SMHI (SMHI, 2018) kan extremregn komma öka i intensitet med upp till 40 % i början av nästa sekel.

För att skyfall ska uppstå krävs att varm luft rör sig i vertikalled uppåt vilket med en meteorologisk term kallas konvektion. Enligt SMHI (SMHI, 2018) sker detta när solen värmer marken som i sin tur värmer de nedre luftlagren vilket då kan börja röra sig uppåt mot kallare luftlager där vatteninnehållet i luften bildar små vattendroppar i form av moln. Om luften är tillräckligt fuktig och den uppåtgående luftströmmen är tillräckligt kraftig kan molnet till slut inte hållas ihop av vattendropparna. För att det ska bildas ett skyfall krävs både kraftig konvektion och en föregående hög luftfuktighet

<sup>1</sup> <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/skyfall-och-hagel/skyfall-och-rotblota> (2025-04-02)

## PM

vilket i sin tur också kräver hög marknära lufttemperatur. Liknande väderhändelser kan ske efter passage av kallfronter.

### 3 Högt vattenstånd i Östersjön

Högvattentillfällen längs Östersjökusten skapas inte av lokala förhållanden på samma sätt som skyfall. De högsta vattenstånden längs Östersjökusten uppstår i samband med stark vind över Östersjön som får vattenmassan i Östersjön att svänga. Detta händer främst vid passage av storskaliga lågtryck<sup>2</sup>. I södra Östersjön där Karlskrona ligger kan höga vattenstånd uppstå direkt vid nordliga vindar eller indirekt några timmar efter en passage av exempelvis sydliga-sydvästliga vindar då vatten som tryckts mot norr-nordost svänger tillbaka. Storskaliga stormar med resulterande höga vattenstånd är ovanliga under sommaren i Sverige.

Småskaliga fenomen som tromber och åskväder kan också ge upphov till stark vind. Dessa händelser påverkar dock endast en liten geografisk yta och kan därför inte orsaka storskaliga svängningar av vattnet i Östersjön. Därmed orsakar de inte heller högvattentillfällen längs svenska östersjökusten.

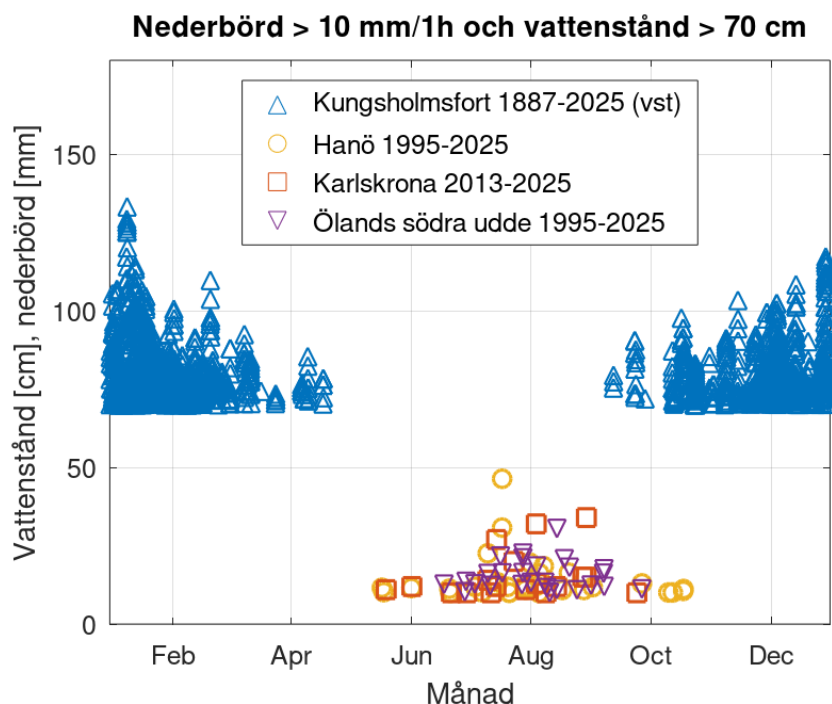
### 4 Mätningar av högt vattenstånd och kraftig nederbörd

För att undersöka under vilka tider på året som kraftig nederbörd och höga vattenstånd uppstår har nederbördsdata från Karlskrona-Söderstjerna, Hanö och Ölands södra udde visualiserats tillsammans med vattenståndsdata från Kungsholmsfort. Samtliga data uppmätta i SMHI:s stationsnät och hämtade från SMHI. Figur 4-1 visar hur vattenstånd överstigande tröskelvärdet 70 cm över medelvattenstånd och en nederbördsintensitet överstigande tröskelvärdet 10 mm per timme fördelar sig över årets månader. Ett vattenstånd på 70 cm har en statistisk återkomsttid på ungefär 2 år. Figuren visar att kraftig kortvarig nederbörd och höga vattenstånd i regel uppstår under olika tider på året. Sannolikheten för att sådana händelser ska sammanfalla tycks vara högst i septembermånader. Den högsta intensiteten som uppmätts vid någon av mätstationerna är mindre än 50 mm per timme. Därmed har inga skyfall registrerats vid någon av dessa mätstationer enligt SMHI:s definition av skyfall (minst 50 mm per timme).

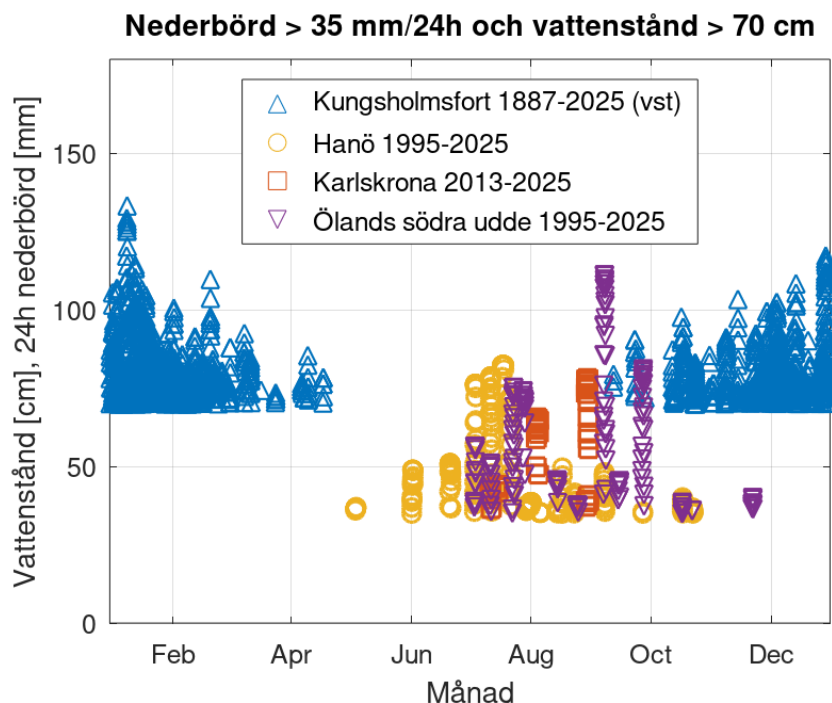
Figur 4-2 visar att kraftig ihållande nederbörd (här definierad som minst 35 mm per dygn) och höga vattenstånd över 70 cm i regel också uppstår under olika årstider. Ihållande kraftig nederbörd sker främst i juli–september. Och även i detta fall tycks sannolikheten för att händelserna ska sammanfalla vara högst i septembermånader. Observera att de nederbördshändelser som visas i Figur 4-2 är framtagna utifrån timvärden med en summering över ett glidande 24-timmars tidsfönster, vilket medför att många av symbolerna avser samma händelse. Den högsta ihållande intensiteten som uppmätts är cirka 120 mm per dygn och noterades vid Ölands södra udde. I mätserierna av nederbörd från Hanö, Karlskrona och Ölands södra udde finns 14, 3 respektive 11 tillfällen registrerade med kraftig ihållande nederbörd på minst 35 mm per dygn, sammanräknat blir detta 28 tillfällen under cirka 30 år, det vill säga ungefär 1 tillfälle per år.

<sup>2</sup> <https://www.smhi.se/klimat/klimatet-da-och-nu/klimatindikatorer/geostrofisk-vind> (2025-04-02)

PM



Figur 4-1: Bilden visar vattenstånd överstigande 70 cm över medelvattenstånd och nederbörd överstigande 10 mm/h. Vattenstånden är uppmätta vid Kungsholmsfort och nederbörden vid Karlskrona-Söderstjerna, Hanö och Ölands södra udde. Samtliga data uppmätta i SMHI:s stationsnät.



Figur 4-2: Bilden visar vattenstånd överstigande 70 cm över medelvattenstånd (2 års återkomsttid) och nederbörd överstigande 35 mm/dygn. Vattenstånden är uppmätta vid Kungsholmsfort och nederbörden vid Karlskrona-Söderstjerna, Hanö och Ölands södra udde. Samtliga data uppmätta i SMHI:s stationsnät.

## PM

## 5 Bedömning av sannolikhet för kombinationen av skyfall och extremvattenstånd

Mätdata visar att högsta vattenstånden i Karlskrona i har inträffat under vintern och de mest intensiva korttidsnederbörden har förekommit under sensommaren. Med andra ord är sannolikheten för att skyfallsliknande nederbörd sker i kombination med ett extremt vattenstånd i Karlskrona är mycket liten. Förklaringen till detta är att de två olika fenomenen skapas vid olika meteorologiska förutsättningar. Under sensommar och tidig höst finns dock en viss risk att kraftig ihållande nederbörd kan sammanfalla med tillfällena av relativt höga vattenstånd. I de mätserier som analyserats har det dock hittills aldrig förekommit någon överlappning mellan kraftig nederbörd (minst 10 mm per timme eller 35 mm per dygn) och högvattentillfällena med vattenstånd högre än 70 cm över medelvattenstånd, vilket visas i Figur 4-1 och Figur 4-2.

I ett framtida klimat förväntas årstidsvariationerna vara större än idag och det är inte omöjligt att perioderna för möjliga överlapp därmed blir längre. Den bedömning av sannolikheten för sammanfallande höga vattenstånd och kraftig nederbörd som görs nedan baseras därför på perioden från augusti till oktober.

Det högsta vattenstånd som hittills uppmätts vid Kungsholmsfort sedan 1887 under augusti- till oktobermånader är 98 cm över medelvattenstånd. Ett extremvärde med 100-års återkomsttid tagit fram utifrån uppmätta data under augusti- till oktobermånader med hjälp av en GEV-anpassning (*Generalized Extreme Value*) av varje årshögsta värden under nämnda säsong. Detta extremvattenstånd är 91 cm över medelvattenytan (95 % konfidensintervall 81-103 cm). Något som är placerat cirka 90 cm över medelvattenstånd har med andra ord mindre än  $1/100=1$  % sannolikhet att nås av ett högvatten under en sensommar/höst när kombinationen av kraftig ihållande nederbörd och höga vattenstånd är vanligast.

Enligt info på SMHI:s kunskapsbank<sup>3</sup> motsvarar denna intensitet en återkomsttid på 0,5–1 år enligt referensen Dahlström (2010). SMHI:s egen statistik (SMHI, 2018) visar att dubbla intensiteten (35 mm under 12 timmar) har en återkomsttid på cirka 2 år i sydöstra Sverige. Högvattentillfällena har i regel en varaktighet på några timmar och tillfällena med kraftig ihållande nederbörd kan ha en varaktighet på något dygn. Den kombinerade sannolikheten att ett högvattentillfälle med 100 års återkomsttid under augusti-oktober (92 dagar) under ett visst år skulle sammanfalla i tiden med ett tillfälle med kraftig ihållande nederbörd bedöms vara minst 0,5–1 storleksordning mindre än 1 %, det vill säga maximalt 1–5 ‰, vilket motsvarar ett spann av återkomsttider på 200–1000 år. Sammanfattningsvis bedöms återkomsttiden för kombinationen av ett vattenstånd över cirka 90 cm och ett intensivt regn överstigande cirka 35 mm/dygn vara minst 200 år. Återkomsttiden för kombinationen av ett skyfall och ett motsvarande högvattentillfälle bedöms vara betydligt längre.

### Referenser

SMHI. (2018). *Extremregn i nuvarande och framtida klimat - analyser av observationer och framtidsscenarioer*. Klimatologi 47, SMHI, Norrköping.

<sup>3</sup> <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/skyfall-och-hagel/statistik-for-extrema-korttidsregn---skyfall> (2025-04-02)