

Bilaga VII

Beräkning av PMP för Köpenhamn med den lokala metoden.

Bilaga VII.1 Inledning

PMP står för Probable Maximum Precipitation och definieras som den teoretiskt maximala nederbörden för en viss varaktighet utan hänsyn taget till långsiktiga klimattrender (WMO, 2009). Syftet med att uppskatta ett värde på PMP är normalt att kunna beräkna det teoretiskt maximala vattenflödet PMF (Probable Maximum Flood) som används vid dimensionering och design av hydrauliska strukturer såsom dammar i en del länder. Beräkningar av PMP och PMF är approximationer då de bakomliggande fenomenen är fysikaliskt komplexa och det finns begränsningar i både tillgänglig data och i teoretiska beskrivningar.

Bilaga VII.2 Metodik

Enligt WMO:s manual för beräkning av PMP (WMO, 2009) finns det för närvarande sex använda metoder för beräkning av PMP. De flesta av metoderna för att beräkna PMP som tas upp i WMO (2009) bör gå att använda för skandinaviska förhållanden men flera metoder är antingen mycket tidskrävande eller kräver tillgång till stora datamängder. Vid val av metod spelar alltså datatillgång och tillgänglig tid och kompetens för att utföra arbetet stor roll.

Av de föreslagna metoderna är den lokala metoden den som är enklast att använda under förutsättning att en tillräckligt lång serie av nederbörds- och dagpunktstemperaturdata finns tillgänglig inklusive data för ett kraftfullt regnväder. För Köpenhamn finns sådan data tillgänglig och det regnväder som drabbade Köpenhamn i juli 2011 är ett av de kraftigaste observerade regnen i Skandinavien. Detta regn har därför utnyttjas som grund för PMP-beräkningar med den lokala metoden.

Bilaga VII.3 Lokala metoden

Den lokala metoden beskrivs i avsnitt 7.3 i WMO (2009) och det är denna beskrivning som ligger till grund för utförda beräkningar. Metoden kräver en relativt lång serie av nederbördsdata och även data av fuktighet i form av dagpunktstemperaturen. Utgångspunkten är sedan ett utvalt signifikant regnväder som det finns data för och som ska representera en effektiv dynamisk mekanism.

Metoden går ut på att det utvalda regnvädet (modellregnet) ska maximeras med avseende på både tillgänglig fuktighet och dynamik. Detta görs med hjälp av förstärkningsfaktorer som multipliceras med modellregnets maximala nederbördsmängd för efterfrågad varaktighet.

Bilaga VII.3.1 Förstärkningsfaktor för fuktighet

För att maximera den tillgängliga fuktigheten används en förstärkningsfaktor för fuktighet K_w .

$$K_w = \frac{W_{100}}{W_m} \quad (1)$$

där W_{100} är 100-årsvärdet av utfällningsbart vatten (mm) i samband med kraftiga regnväder

och W_m är utfällningsbart vatten (mm) vid tillfället för modellregnet.

W_m kan erhållas från tabeller i Annex 1 i WMO (2009) då dagpunktstemperaturen precis innan modellregnet startade är känd.

W_{100} fås genom att först beräkna 100-årsvärdet av dagpunktstemperaturen i samband med varje års högsta nederbördsmängd och därefter utläsa mängden utfällningsbart vatten vid denna dagpunktstemperatur.

Bilaga VII.3.2 Förstärkningsfaktor för nederbördseffektivitet

Som dynamisk faktor kan nederbördseffektiviteten användas. Denna kan approximativt beräknas genom:

$$\eta = \frac{I}{W} \quad (2)$$

där η är nederbördseffektiviteten (%/h),

I är nederbördsintensiteten (mm/h)

och W är utfällningsbart vatten (mm).

Förstärkningsfaktorn för nederbördseffektivitet, K_η erhålls genom

$$K_\eta = \frac{\eta_{100}}{\eta_m} \quad (3)$$

där η_{100} är 100-årsvärdet av nederbördseffektiviteten (%/h) i samband med kraftiga regnväder

och η_m är nederbördseffektiviteten (%/h) vid tillfället för modellregnet.

η_m erhålls genom insättning av W_m i (2). Som I används modellregnets maximala nederbördsintensitet för efterfrågad varaktighet.

η_{100} fås genom att först beräkna η (genom att ta fram I och W) vid varje års högsta nederbördsmängd och därefter beräkna 100-årsvärdet av η .

Bilaga VII.4 Dataunderlag

Nederbördsdata från fyra stationer i Köpenhamn har studerats. Då regnet i juli 2011 varade i ca 3 timmar har varaktigheterna 30 minuter, 1 timme och 3 timmar analyserats. För varje tillgängligt år har den högsta nederbörden för varje varaktighet tagits fram för varje station. Av de fyra stationerna har en av stationerna, Klövermarksvej, under juliregnet 2011 uppmätt avsevärt högre nederbördsmängd än de andra. Därför har nederbördsdata från Klövermarksvej utnyttjats för PMP-beräkningen. Rådata består av en medelintensitet i mikrometer/sekund given varje minut. Denna har multiplicerats med 0.06 för att erhålla intensitet i mm/minut. Därefter har löpande summering av 30, 60 respektive 180 minuter gjort för att få nederbördsmängd med de efterfrågade varaktigheterna.

För fuktighet och temperatur har data var tredje timme från Köpenhamns flygplats utnyttjats. För att erhålla dagpunktstemperaturen i samband med varje års högsta nederbördsmängd har den observation som legat närmast efter att den högsta nederbördssumman startade utnyttjats.

Bilaga VII.5 Resultat

PMP har beräknats för Köpenhamn utgående från Köpenhamnsregnet den 2 juli 2011. Detta var ett kraftfullt regnväder som genom PMP-beräkningarna har maximerats med förstärkningsfaktorer för både fuktighet K_w och nederbördseffektivitet K_η . I tabell 1 redovisas erhållna PMP-värden för Köpenhamn. Dessa har tagits fram genom att multiplicera den kombinerade förstärkningsfaktorn för

fuktighet och nederbördseffektivitet $K_{w\eta}$ med modellregnets nederbördsmängd. $K_{w\eta}$ är produkten av K_w och K_η . I tabellen redovisas även beräknad återkomsttid för de erhållna PMP-värdena vilket också kan jämföras med beräknade återkomsttider för modellstormens nederbördsmängder. Återkomsttiderna har beräknats med hjälp av fördelningsfunktionen Gumbel.

Tabell 1. Beräkning av PMP utgående från regnet i Köpenhamn 2011-07-02 för tre timmars varaktighet.

| Varaktighet | Nederbörds- mängd modell- regnet (mm) | Förstärkningsfaktor för fuktighet och nederbördseffektivitet, $K_{w\eta}$ | PMP (mm) | Återkomsttid PMP (år) | Återkomsttid modellregnet (år) |
|-------------|--|--|-------------|--------------------------|--------------------------------------|
| 30 minuter | 53.0 | 1.75 | 92.9 | 100 000 | 407 |
| 1 timme | 93.2 | 1.49 | 139.2 | 63 792 | 1 137 |
| 3 timmar | 120.6 | 1.25 | 150.4 | 4 631 | 680 |

Bilaga VII.6 Diskussion och slutsatser

Det erhållna PMP-värdet motsvarar en återkomsttid på ca 5000 – 100 000 år. 5000 år är inte ett orimligt värde för beräknad PMP enligt WMO (2009). 100 000 år (30 minuters varaktighet) är kanske högre än man förväntar sig.

PMP-värdet för tre timmars varaktighet för Köpenhamn, 150.4 mm, ligger i samma storleksordning som tidigare beräknade PMP-värden med tre timmars varaktighet för Daglösen och Malmö; 136.9 mm respektive 112.8 mm. Att beräknad PMP för Köpenhamn är större än för Daglösen och Malmö samtidigt som förstärkningsfaktorn är lägre (1.25 jämfört med 1.50 respektive 1.52) stöder uppfattningen att Köpenhamnsregnet i juli 2011 var ett effektivt regnväder med mycket gynnsamma förutsättningar i tillgänglig fuktighet. Enligt resultatet skiljer endast ca 30 mm mellan PMP och juliregnet 2011.

För varaktigheterna 30 minuter och 1 timme är förstärkningsfaktorn högre än för 3 timmars varaktighet. Beräknade PMP-värden för dessa varaktigheter (92.9 mm respektive 139.2 mm) ligger mycket nära motsvarande beräknade PMP-värden för Daglösen; 91.7 mm respektive 139.0 mm.

Osäkerheterna i beräknade PMP-värden är dock stora och beror på bland annat begränsat dataunderlag och osäkerheter i fördelningsfunktioner vid beräkning av 100-årsvärden.

Referenser

WMO. (2009). Manual on Estimation of Probable Maximum Precipitation (PMP). WMO-No.1045.