

Handläggare
Magnus Sannebro
Telefon: 08-508 28 184

Till
Miljö- och hälsoskyddsnamnden
2018-10-16, p. 16

Klimatindikatorer för nederbörd i Stockholm

Underlag till Miljöförvaltningens övervakning av
klimatförändringar och dess effekter

Förvaltningens förslag till beslut

- 1 Godkänna anmälan av rapporten ”Klimatindikatorer för nederbörd i Stockholm”.
- 2 Översända rapporten till kommunstyrelsen för kännedom.

Gunnar Söderholm
Förvaltningsdirektör

Maria Svanholm
Avdelningschef

Sammanfattning

Miljöförvaltningen ansvarar för övervakning av klimatförändringar och dess effekter på lokal nivå i Stockholm, vilket utgör en del av den samlade miljöövervakningen i staden. Genom ökad kunskap om dagens klimat kan prognoser om framtida klimatförändringar sättas in i ett sammanhang. Framtagande av klimatindikatorer gör att förändringarna kan följas och presenteras på ett pedagogiskt sätt på webbplatsen Miljöbarometern. Övervakningen utgör också ett stöd för stadens arbete med klimatanpassning. SLB-analys har på uppdrag av avdelningen för Miljöanalys sammanställt och analyserat tillgängliga nederbördsdata för Stockholms stad, där den längsta tidsserien sträcker sig till 1961. Syftet har varit att utöka antalet nederbördsindikatorer samt att få en större geografisk spridning av mätdata. Särskilt förekomsten av extrema väderhändelser är intressant att analysera, såsom kraftig nederbörd och skyfall. Analysen omfattar mätstationer från SMHI, SLB-analys samt Stockholm Vatten och Avfall.

Miljöförvaltningen
Miljöanalys

Fleminggatan 4
Box 8136
104 20 Stockholm
Telefon 08-508 28 184
Växel 08-508 28 800
magnus.sannebro@stockholm.se
stockholm.se

Nederbördsindikatorerna visar genomgående på tydliga variationer mellan olika år, som får anses vara naturliga. När man har tillgång till sammanhängande tidsserier kan trendanalyser göras som visar

utvecklingen över tiden. Resultaten från analysen visar kortfattat att årsnederbörden i Stockholm under perioden 1961-2017 har ökat något (+6 %), samtidigt som antalet nederbördsdagar har minskat. Det innebär att mängden nederbörd som faller vid varje tillfälle i genomsnitt har ökat. Detta visar sig bland annat genom att den årliga maximala dygnsnederbörden vid Observatorielunden ökat med ca 10 % sedan mätseriens start. Den högsta uppmätta dygnsnederbörden i Stockholm är 89 mm. En ökning noteras även för antal tillfällen med kraftig dygnsnederbörd (mer än 10 mm per dygn) efter millennieskiftet. När det gäller torka och torrperioder så är förändringarna små, medelvärde för årets längsta period utan nederbörd uppgår till 17 dygn utan nederbörd som oftast infaller på våren. Beträffande förekomst av snö så har årets maximala snödjup minskat sett över hela perioden 1904-2017, men från mitten av 1990-talet har snödjupet börjat öka igen. Samtidigt kan man se en trend att antal dagar med snötäcke har minskat.

Frågan om hur prognoser om framtida förändringar av nederbörden ska bedömas är komplicerad. SMHI identifierar följande osäkerheter som ingår i klimatscenerierna: klimatets naturliga variationer, val av klimatmodell och framtida utsläpp av växthusgaser. SMHIs bedömning i den regionala klimatanalysen för Stockholms län är att det verkar sannolikt med en ökning av årsnederbörden med ca 20-30 % till år 2100, beroende på utsläppsscenario. Även den maximala dygnsnederbörden kan komma att öka med 20-30 % i länet till år 2100 enligt SMHI. En slutsats från miljöförvaltningens analys av nederbördsdata för perioden 1961-2017 i Stockholms stad är att de hittills konstaterade förändringarna överensstämmer med SMHIs prognoser för nederbördens utveckling i länet.

Bakgrund

Att övervaka klimatförändringar innebär att observera väder under lång tid, oftast flera decennier. När man har tillgång till sammanhängande tidsserier kan trendanalyser göras som visar utvecklingen över tiden. Det ger också kunskap om den naturliga variationen i dagens klimat, där det kan vara stora skillnader mellan olika år. Genom ökad kunskap om dagens klimat kan prognoser om framtida klimatförändringar sättas in i ett sammanhang.

Mätningar i Europa sedan 1960 visar att årsnederbörden ökat i den norra delen och minskat i den södra, enligt European Environment Agency (EEA). Klimatmodeller visar enligt EEA en förväntad

ökning på upp till 30 % i norra Europa till år 2100 för det högsta utsläppsscenariet. SMHI har tagit fram klimatscenarier för Sverige, uppdelat länsvis. Rapporten "Framtidsklimat i Stockholms län" (2015) beskriver dagens och framtidens klimat i Stockholms län baserat på observationer och beräkningar utifrån två olika utsläppsscenarier, "begränsade utsläpp" (RCP4.5) respektive "höga utsläpp" (RCP8.5). Enligt SMHIs analys beräknas årsnederbörden i länet öka med ca 20-30 % till slutet av seklet, beroende på utsläppsscenario. Förändringen beräknas som skillnaden mellan medelvärdena för referensperioden 1961-1990 och perioden 2069-2098, uttryckt i procent. Nederbörden bedöms öka mest under vinter och vår, upp till 40 %. Den kraftiga nederbörden förväntas också öka, maximal dygnsnederbörd kan komma att öka med 20-30 % enligt SMHIs beräkningar.

Miljöförvaltningen ansvarar för övervakning av klimatförändringar och dess effekter på lokal nivå i Stockholm, vilket utgör en del av den samlade miljöövervakningen i staden. Framtagande av klimatindikatorer gör att förändringarna kan följas och presenteras på ett pedagogiskt sätt. En förutsättning för klimatindikatorerna är tillgången och kvaliteten på data, liksom att tidsserierna är sammanhängande. Övervakningen utgör också ett stöd för stadens arbete med klimatanpassning. Särskilt förekomsten av extrema väderhändelser och dess effekter är intressant att analysera, såsom kraftig nederbörd och skyfall.

Vid SMHIs mätstation i Observatorielunden i centrala Stockholm har en lång tidsserie för nederbörd med startår 1961 funnits att tillgå för analys. Detta har gett möjlighet att studera trender och årsvariationer under en längre tidsperiod. För övriga mätstationer som använts i analysen finns data från som längst 1984.

I rapporten presenteras nya klimatindikatorer för nederbörd i Stockholms stad. Indikatorerna redovisas på webbplatsen Stockholms miljöbarometer (miljobarometern.stockholm.se/klimat), och kommer att uppdateras årligen. Vid analysen av nederbördsdata har SMHIs definition av nederbörd använts, vilket innebär att det på ett dygn har fallit minst 0,1 mm regn eller snö (i smält form). SMHIs definition av skyfall är minst 50 mm på en timme eller minst 1 mm på en minut.

Samtliga tio nederbördsindikatorer innefattar data från SMHIs mätstation Observatorielunden. Dessa data laddas ner gratis från SMHIs *Öppna data*. Två indikatorer baseras även på data från Östra Sveriges Luftvårdsförbund (stationer som driftas av SLB-analys)

och en indikator, maximal dygnsnederbörd, innefattar data från mätstationer från såväl SMHI, SLB samt Stockholm Vatten och Avfall AB (SVOA).

Ärendet

Avrapportering av utredningen ”Klimatindikatorer för nederbörd i Stockholm - Underlag till Miljöförvaltningens övervakning av klimatförändringar och dess effekter”.

Ärendets beredning

Utredningen är genomförd av SLB-analys på uppdrag av avdelningen för Miljöanalys. Ärendet har beretts av Miljöanalys.

Rapportens resultat i korthet

I rapporten görs en genomgång av utvecklingen för de tio nederbördsindikatorer som nu finns framtagna. I ett avslutande avsnitt redovisas de viktigaste resultaten från SMHIs regionala klimatanalys för Stockholms län till år 2100 avseende nederbördens förändringar (se ovan).

Analysen av nederbördsindikatorerna visar genomgående på tydliga variationer mellan olika år, som får anses vara naturliga. När man har tillgång till sammanhängande tidsserier kan trendanalyser göras som visar utvecklingen över tiden. Den årliga medelnederbörden för mätstationen i Observatorielunden är 539 mm, beräknad för referensperioden 1961-1990. *Årsnederbörden* uppvisar en något ökande trend, +6 % för perioden 1961-2017, samtidigt som *antalet nederbördsdagar* per år har minskat något. Detta innebär att mängden nederbörd som faller vid varje tillfälle i genomsnitt har ökat. För landet som helhet visar SMHIs statistik att årsmedelnederbörden har ökat de senaste hundra åren, men med betydande regionala variationer. Enligt SMHIs regionala klimatanalys för Stockholms län beräknas årsnederbörden öka med 20-30 %, beroende på utsläppsscenario (RCP4.5 resp. RCP8.5). Den hittills uppmätta ökningen översenstämmer med de modellerade värdena för denna tidsperiod.

En uppdelning har gjorts i *säsongsnederbörd*, som visar att det faller mest nederbörd under sommaren (juni-aug) och minst under våren (mars-maj). Långtidsmedelvärdet visar en ökning de senaste tio åren under hösten. SMHIs beräkningar visar att nederbörden förväntas öka i länet under alla årstider, störst ökning förväntas under vinter och vår, upp till 40 % enligt den regionala klimatanalysen.

Den *maximala dygnsnederbörden* vid Observatorielunden har ökat med ca 10 % sedan mätseriens start 1961. Medelvärdet för hela perioden 1961-2017 uppgår till 32 mm i årlig maximal dygnsnederbörd. Årets största nederbördstillfälle infaller oftast under sommaren, främst i juli och augusti. Vid en analys av samtliga mätstationer ser man att det finns tydliga årsvariationer men även en relativt stor spridning mellan de olika stationerna under samma år. Den högsta uppmätta dygnsnederbörden i Stockholm är 89 mm, vilket registrerades den 22 juli 2005 i Skärholmen. Då uppmättes också den högsta noteringen för nederbördsintensitet, 36 mm på en timme. Detta uppfyller inte SMHIs definition av skyfall, se ovan. Man kan dock inte utesluta att det faktiskt har inträffat ett skyfall någonstans i Stockholm, men det finns inte uppmätt vid någon mätstation. Den maximala dygnsnederbörden beräknas enligt SMHI öka med 20-30 % fram till år 2100 enligt den regionala klimatanalysen. Den hittills uppmätta ökningen överensstämmer väl med den prognosen.

Indikatorn *kraftig dygnsnederbörd* (mer än 10 mm under ett dygn) uppmätt vid Observatorielunden uppvisar en trend där antalet tillfällen har ökat sedan millennieskiftet. Det är i linje med analysen att mängden nederbörd som faller vid varje tillfälle har ökat. Medelvärdet för perioden 1961-2017 var 11 dagar per år med mer än 10 mm nederbörd. Enligt SMHI väntas antalet tillfällen ha ökat i Stockholms län med 5-8 tillfällen per år vid slutet av seklet, beroende på utsläppsscenario. Vid databearbetningen har även antal dygn med mer än 40 mm nederbörd analyserats. Resultatet visar att detta endast inträffat tio gånger sedan 1961.

Även maximal nederbörd uppmätt under en *sammanhängande period om sju dygn* har analyserats. Under referensperioden 1961-1990 var medelvärdet för den maximala 7-dygnsnederbörden 61 mm, jämfört med 66 mm under perioden 1991-2017, en ökning med 8 %. De senaste tio åren har dock trenden skiftat och minskat med nästan 20 %. Enligt SMHIs klimatanalys för Stockholms län beräknas 7-dygnsnederbörden öka med ca 25 % till slutet av seklet.

Analysen omfattar även två indikatorer för torka (mindre än 0,1 mm nederbörd): *torra dygn* samt *torrperiod*. Medelvärdet för referensperioden 1961-1990 var 192 torra dygn per år. Detta har ökat något för perioden 1991-2017 (+ 4 %). Den längsta torrperioden per år omfattar vanligen 10-25 dygn, men variationen mellan åren är relativt stor. Medelvärdet uppgår till 17 dygn utan nederbörd. Torrperioder över 25 dygn är ovanliga (5 % av åren), och endast två år har torrperioden varit längre än 30 dygn (2018

ingår inte i analysen). Vid uppdelning månadsvis ses att den längsta torrperioden under året oftast infaller under våren (mars-maj) medan det är ovanligt att det är torrt länge under november till januari.

Indikatorn *snödjup*, uppmätt vid Observatorielunden, omfattar data för perioden 1904-2017, således mer än hundra år. Medelvärdet för hela tidsperioden är 28 cm i årligt maximalt snödjup. Det största snödjupet inträffade vintern 1908/09, då det var 76 cm. Indikatorn uppvisar en trend med minskat snödjup fram till början av 1990-talet. Därefter sker ett skifte och snödjupet börjar istället öka. Perioden 1995-2017 har det maximala snödjupet ökat med över 30 % sett till glidande 10-års medelvärde. Variationerna mellan enskilda år är dock stora.

Indikatorn *snötäcke* visar antal dygn med minst 1 cm snödjup, uppmätt vid Observatorielunden. Som mest rapporterades 150 dygn med snötäcke vintern 1969/70, och som minst endast 11 dygn 1972/73. Man kan se en trend mot att antalet dagar med snötäcke minskar. Medelvärdet för perioden 1961-1990 var 83 dagar med snötäcke, jämfört med perioden 1991-2017 då det var 69 dagar. Detta utgör en minskning med 17 %.

Frågan om hur prognoser om framtida förändringar av nederbörden ska bedömas är komplicerad. SMHI identifierar följande osäkerheter som ingår i klimatscenerierna: klimatets naturliga variationer, val av klimatmodell och framtida utsläpp av växthusgaser. SMHI betonar att framtida nederbördsförändringar beror på utvecklingen av växthusgasutsläppen och att det i nuläget inte går att avgöra vilket utsläppsscenario som är mest sannolikt. Det förekommer också relativt stora skillnader mellan olika klimatmodeller, varför man gör en sammanvägning av samtliga modellresultat. SMHIs bedömning i den regionala klimatanalysen för Stockholms län är att det verkar sannolikt med en ökning av årsnederbörden med ca 20-30 % till år 2100, beroende på utsläppsscenario. Även den maximala dygnsnederbörden kan komma att öka med 20-30 % i länet till år 2100 enligt SMHI. En slutsats från miljöförvaltningens analys av nederbördsdata för perioden 1961-2017 i Stockholms stad är att de hittills konstaterade förändringarna överensstämmer med SMHIs prognoser för nederbördens utveckling i länet.

Förvaltningens synpunkter och förslag

I rapporten görs en sammanställning av alla mätstationer, dataseriernas tidstäckning, kända driftstopp och år där data saknas eller bedöms som osäkra. En genomgång görs också av vilka olika metoder för nederbördsräkning som används, och vilka felkällor som generellt kan förekomma vid mätning av nederbörd. För att analyserna av data ska bli korrekta är det självklart viktigt att data är tillförlitliga. En förutsättning är då att kontinuerlig kvalitetssäkring genomförs av nedladdade data, för att upptäcka felaktigheter.

SMHIs och SLBs meteorologiska stationer har en mätprocess som säkerställer skillnaden mellan nollvärden på grund av utebliven nederbörd och nollvärden på grund av andra orsaker, vilket saknas för Stockholm Vatten och Avfalls (SVOA) nederbördsräknare. Under arbetets gång har SVOA därför genomfört kompletterande analyser av historiska data, och då upptäckt ett antal felaktigheter hos de olika mätstationerna. Det kan vara upprepade driftstopp, eller att nederbördsräknaren konstaterats visa felaktig regnmängd. Det är därför angeläget att SVOA utvecklar rutiner för löpande kontroll av nederbördsräknarnas funktion, och kvalitetssäkring av datahanteringen. Därigenom kan SVOA bidra till att ytterligare utveckla klimatstatistiken för Stockholms stad.

Uppdatering av indikatorerna på Miljöbarometern sker en gång per år, tidpunkten avgörs av när SMHI publicerar data på webbplatsen *Öppna data*. För vissa av indikatorerna gör SMHI själva bearbetning av tidsserier och presenterar årsvärden på webben, t ex årsnederbörd och antal nederbördsdagar. För andra indikatorer krävs bearbetning av data för att skapa indikatorer, såsom 7-dygnsnederbörd och torrperiod. Detta arbete kommer att utföras av SLB-analys på miljöförvaltningen, på uppdrag av avdelningen för Miljöanalys. Indikatorn ”maximal dygnsnederbörd” bygger på data från SMHI, SLB och SVOA. Här kommer krävas att SVOA årligen gör en sammanställning av data från alla sina mätstationer, och redovisar årsmax för respektive mätstation.

Bilagor

1. Rapporten ”Klimatindikatorer för nederbörd i Stockholm”.