

Statistisk analys av skyfallsegenskaper i tid och rum

I denna bilaga redovisas metodik i och resultat från två detaljstudier av skyfallens egenskaper i tid och rum. I den första studien undersöks när under ett skyfall som den högsta intensiteten inträffar. Detta är av intresse för t.ex. dimensioneringsberäkningar, som normalt antar att den högsta intensiteten inträffar i mitten av regnet. I den andra studien undersöks skyfallens rumsliga korrelation, vilken avspeglar deras typiska storlek. Denna information har betydelse t.ex. för den stationsårsmetod som använts vid framtagandet av regional statistisk inom detta uppdrag.

BILAGA V.1 Klusteranalys för regnhändelsers typform

Nederbördshändelser extraherades från kommundata (avsnitt 2.2) enligt ett antal kriterier. Nederbördshändelserna hämtades enligt följande rutin

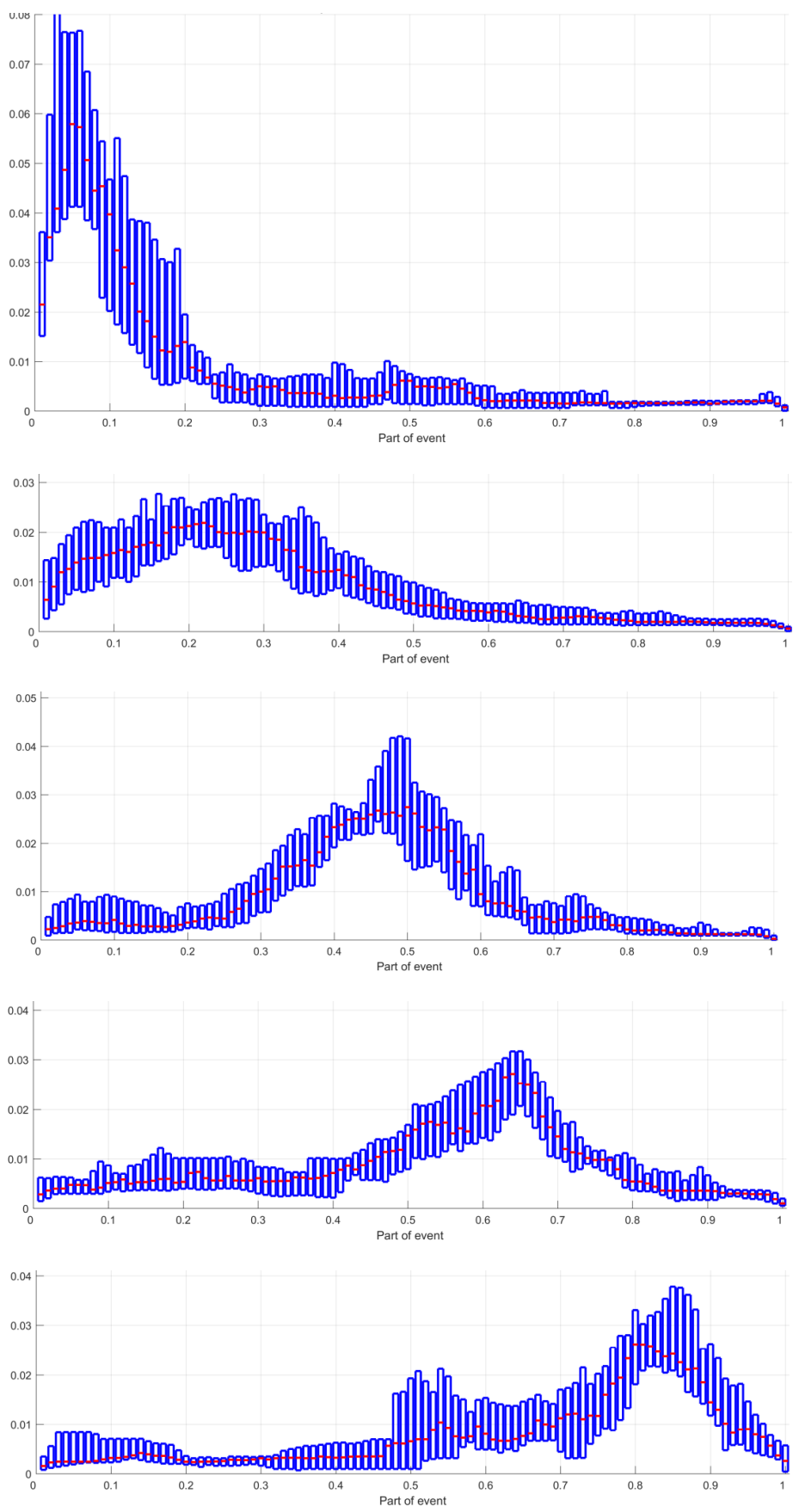
1. Först identifierades alla nederbördsmätningar med > 1 timme mellan sig. Dessa ansågs som brytpunkter mellan händelser.
2. Tidsserien delades upp i händelser enligt brytpunkterna beräknade i punkten ovan.
3. Varje händelse delades upp i block om 1 min, så att man har varje händelse som en tidsserie med minutvärden.
4. Första och sista tidssteg som har minst medelintensitet på $1/60$ mm/min identifierades. Dessa ansågs vara start- och slutpunkt för händelsen.
5. Medelintensiteten för händelsen beräknades. Om medelintensiteten < 0.1 mm / min så förkastades händelsen, då den ansågs ha för låg intensiteten för att vara av intresse.
6. Om händelsen klarade av testet ovan så ansågs den vara en relevant händelse. För alla de händelser som klarar sig fram till denna punkt så flaggas händelsen som en "extrem händelse", och dess minutvärden sparas undan.

När rutinen ovan är framkörd så har vi ett antal händelser från kommunmätarna, i vår analys totalt 2015 händelser. Alla dessa händelser delades upp i tre klasser beroende på händelsens varaktighet: 0 till 60 min, 60 till 90 min, 90+ min.

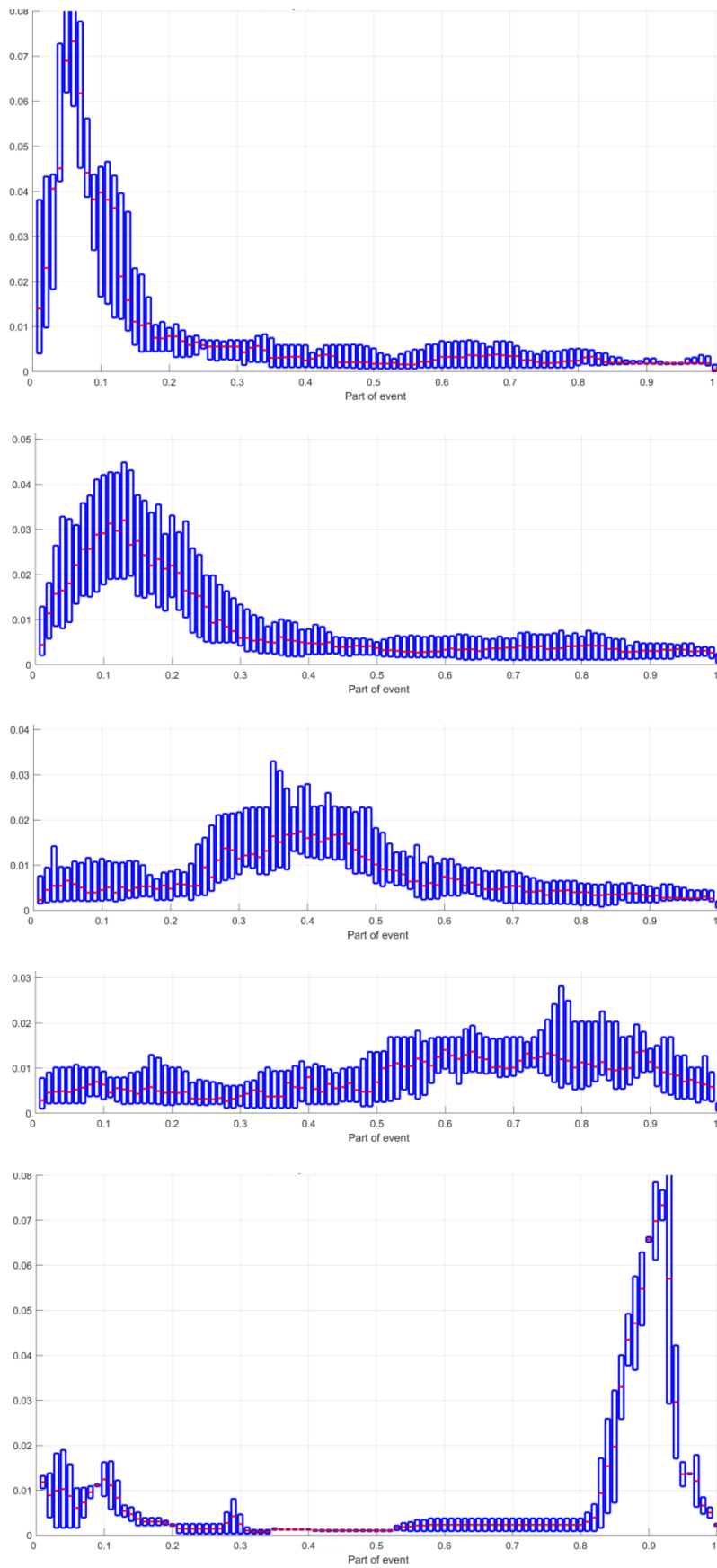
För var och en av dessa grupper utfördes följande operationer på alla händelser i gruppen:

1. Först hämtas alla händelser som faller inom denna tidsgrupp
2. För alla händelser så normerades händelsens varaktighet, så att händelsen går från tid 0 till 1.
3. Volymen normerades också, så att total volym för händelsen är 1.
4. Händelsens tidsserie samplades i 100 punkter längs tidsdimensionen.

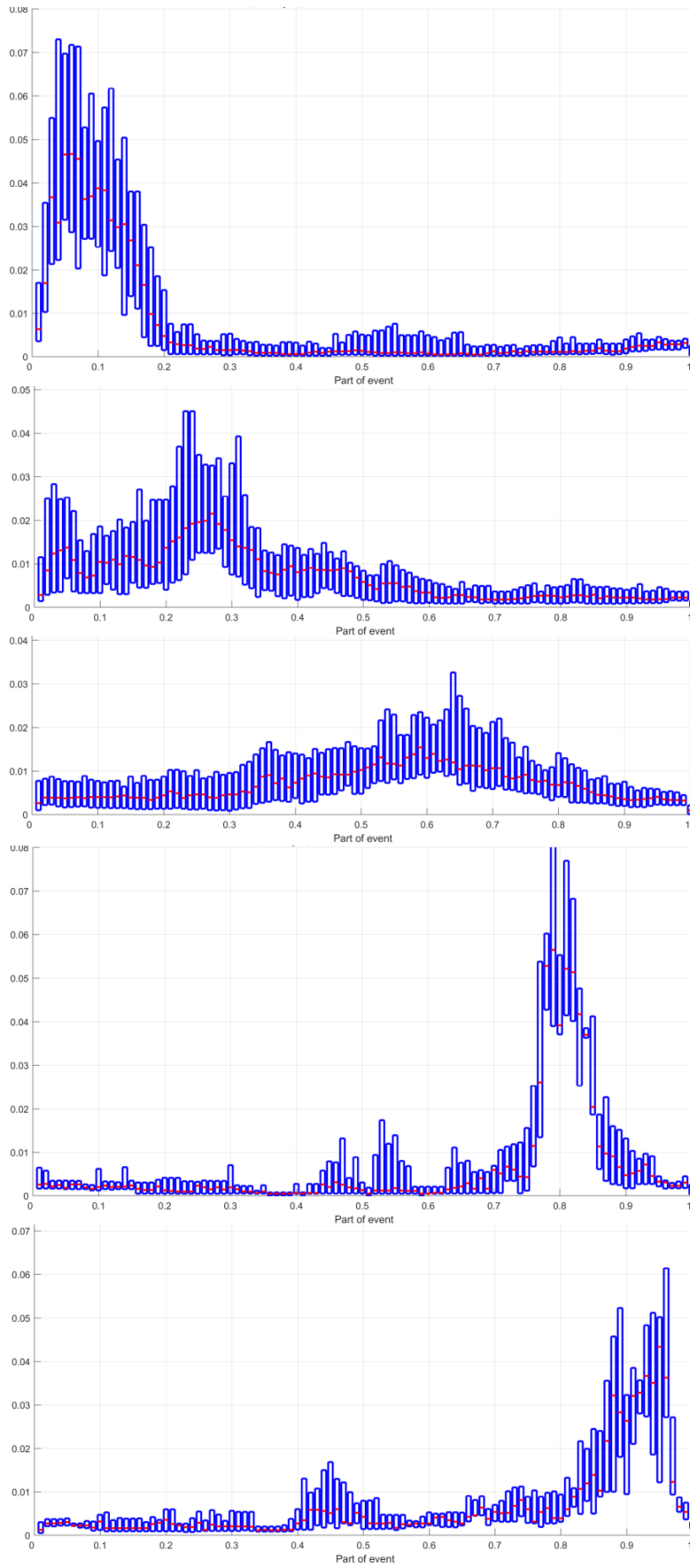
Nu grupperades händelserna i fem delgrupper ("typformer") med k-means-klustring (MacKay, 2003). Tanken var att grupper med liknande värden i den här 100-värdestidsserien kommer att hamna i samma grupp, och därmed vara av samma nederbördshändelsetyp. Notera att eftersom vi har normerat både varaktighet och volym så anses två händelser "likna varandra" om deras fördelning för när i tiden regnet faller liknar varandra. Resultaten av denna klusteranalys presenteras i Figur 1-3. X-axeln har 100 ticks, för de 100 tidssteg som varje händelse delats upp i. Spridningen i Y-led, blå boxar, är spridningen i Y-värdena för händelserna inom klustren. Röda linjerna är medelvärdet för respektive X-värde över klustrets alla medlemmar.



Figur 1. Typformer för varaktighetsklass 0-60 min.



Figur 2. Typformer för varaktighetsklass 60-90 min.



Figur 3. Typformer för varaktighetsklass 90+ min.

Bilaga V.2 Rumslig korrelation av extrem korttidsnederbörd

För att studera rumslig korrelation av extrem korttidsnederbörd gjordes en analys baserad på den s.k. phi-coefficienten, som används för att korrelera binära serier. Analysen innehöll följande moment:

- Ta för olika stationer (eller platser) fram regntidsserier med olika tidssteg (eller tidsupplösning)
- Ansätt ett tröskelvärde för intensiteten ovan vilket regnet anses vara extremt
- Gör om tidsserierna till binära serier med 1 för tidssteg då tröskelintensiteten överskrids och 0 för tidssteg då den underskrids
- För varje stationspar, beräkna phi-coefficienten som ett mått på extremregnets korrelation de båda stationerna
- Rita upp phi-koefficienten som funktion av avståndet mellan stationerna i ett diagram
- Ansätt ett tröskelvärde på phi-koefficienten under vilken korrelationen anses vara obetydlig
- Det avstånd som motsvarar detta tröskelvärde är ett mått på extremregnets korrelationslängd, över vilken de blir statistiskt oberoende

Figur 1 visar resultatet från denna analys utförd på stationsdata från Skåne (VA Syd) under perioden maj-september 2000-2014. Som tröskelvärde för extrem intensitet användes percentil 95 av alla icke-noll intensiteter i serierna. För tidssteget 15 min (Figur 4a) finns för korta avstånd mellan stationerna en korrelation på ~ 0.4 vilken dock snabbt minskar med avståndet och är under 0.1 från ~ 20 km och uppåt. För tidssteget 6 tim är korrelationen ~ 0.7 för korta avstånd och ~ 0.2 vid 35 km (Figur 4b), vilket var det längsta avståndet som kunde studeras med dessa data. Det finns således en tydlig trend mot högre värden på phi-koefficienten (d.v.s. korrelationen) med ökad varaktighet på regnet. Detta avspeglar att kortvariga extremer ofta skapas av regnområden med liten rumslig utbredning, och därmed snabbt avklingande korrelation, medan långvarigare extremer skapas av större regnområden.

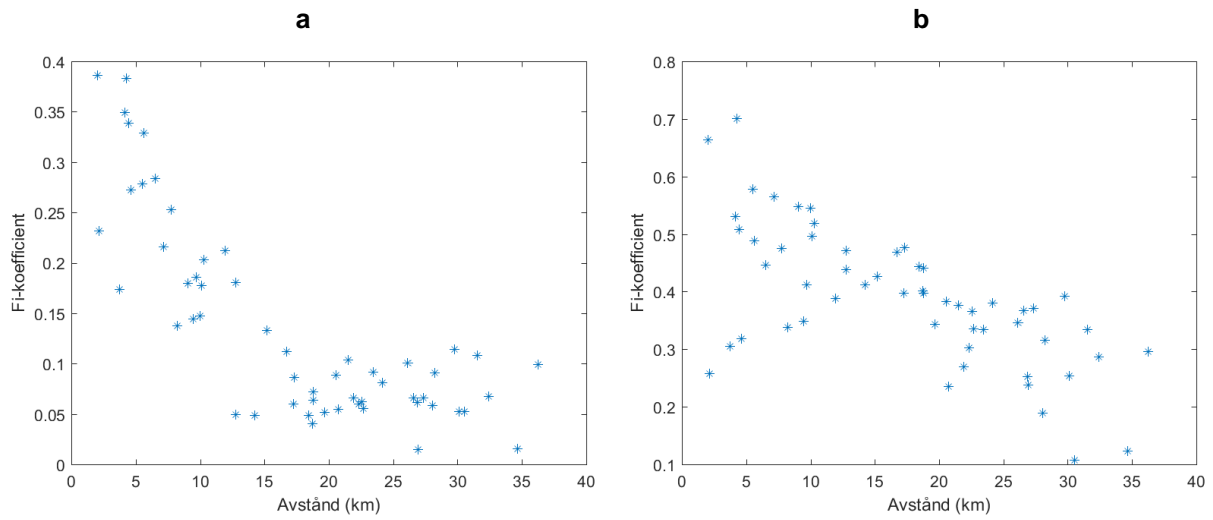
I Figur 5 visas resultatet från samma analys utförd på radarnederbörd (HIPRAD; avsnitt 2.4 i huvudrapporten) i ett 250×250 km² stort område i mellersta Sverige. HIPRAD har en upplösning på 2×2 km² och beräkningen gjordes för samtliga par av gridceller. Därefter medelvärdesbildades resultatet för olika avståndsintervall, därav de jämna kurvorna i *Figur*. Överlag avspeglar resultatet väl resultatet från stationsanalysen, d.v.s. entydligt ökande korrelation med ökat tidssteg. Även värdena på phi-koefficienten överensstämmer tämligen väl.

Statistiska tumregler anger ofta ~ 0.2 som en tröskel under vilken korrelation kan anses mycket svag eller försumbar (t.ex. Evans, 1996). I vårt fall innebär detta att extremer med 15 min (6 tim) varaktighet kan ses som okorrelerade på avstånd över ~ 10 km (~ 30 km). Madsen m.fl. (2002) använde en annan metodik men fann ett överlag likartat resultat för data från Danmark. Eftersom medelavståndet mellan två av SMHIs automatstationer är ~ 60 km kan vi anse att korttidsextremerna från dessa stationer är statistiskt oberoende och att stationsårsmetoden kan användas.

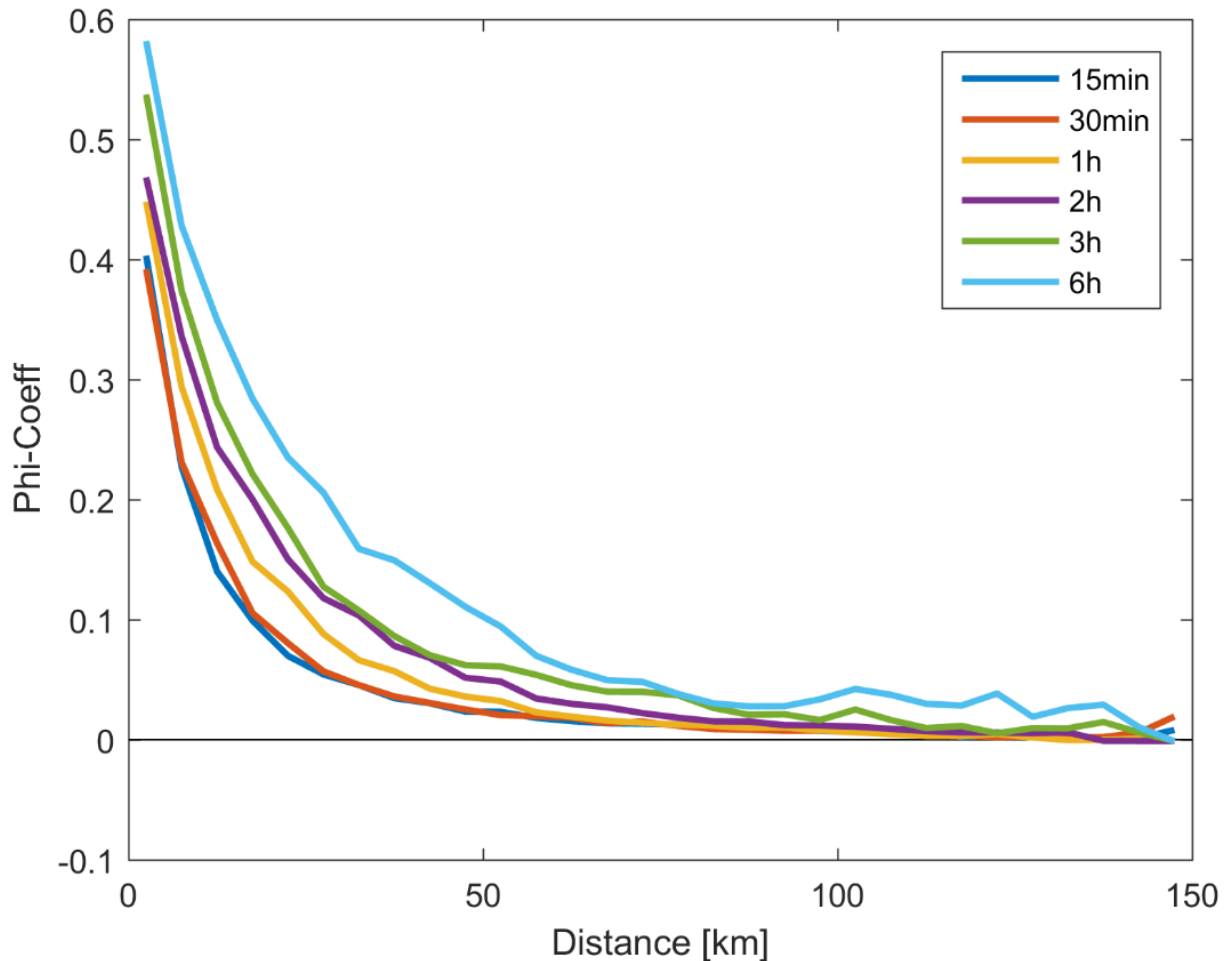
Referenser

Evans, J. D. (1996). *Straightforward statistics for the behavioral sciences*. Pacific Grove, CA: Brooks/Cole Publishing.

Madsen, H., P. S. Mikkelsen, D. Rosbjerg, and P. Harremoës (2002), Regional estimation of rainfall intensity-duration-frequency curves using generalized least squares regression of partial duration series statistics, *Water Resour. Res.*, 38(11), 1239, doi:10.1029/2001WR001125.



Figur 4. Phi-koefficient som funktion av avstånd mellan VASYDs regnmätare.



Figur 5. Phi-koefficient som funktion av avstånd mellan HIPRAD gridceller.