



**AALBORG UNIVERSITY**  
DENMARK

**Aalborg Universitet**

## **Crowdsourcing af regndata fra privatejede Netatmo-regnmålere**

Røn, Sofie; Nielsen, Mads B; Andersen, Christoffer Bang; Nielsen, Jesper Ellerbæk; Thorndahl, Søren Liedtke

*Published in:*

EVA : Erfaringsudveksling i vandmiljøteknikken

*Creative Commons License*  
Ikke-specificeret

*Publication date:*  
2021

*Document Version*  
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

*Citation for published version (APA):*

Røn, S., Nielsen, M. B., Andersen, C. B., Nielsen, J. E., & Thorndahl, S. L. (2021). Crowdsourcing af regndata fra privatejede Netatmo-regnmålere. *EVA : Erfaringsudveksling i vandmiljøteknikken*, 2(34), 30-36.  
[http://www.evanel.dk/wp-content/uploads/2021/05/2021\\_02\\_EVA\\_blad.pdf](http://www.evanel.dk/wp-content/uploads/2021/05/2021_02_EVA_blad.pdf)

### **General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

### **Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us at [vbn@aub.aau.dk](mailto:vbn@aub.aau.dk) providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

# Crowdsourcing af regndata fra privatejede Netatmo-regnmålere



Af: Sofie S. Røn  
Horsens Kommune,  
Tidl. studerende  
Aalborg Universitet  
rs.sofie@gmail.com



Af: Mads B. Nielsen  
Brønderslev Forsyning,  
Tidl. studerende  
Aalborg Universitet  
mbn@bronderslev-  
forsyning.dk



Af: Christoffer B. Andersen  
Aalborg Universitet,  
Institut for By,  
Byggeri og Miljø  
cband@build.aau.dk



Af: Jesper E. Nielsen  
Aalborg Universitet,  
Institut for By,  
Byggeri og Miljø  
jen@build.aau.dk



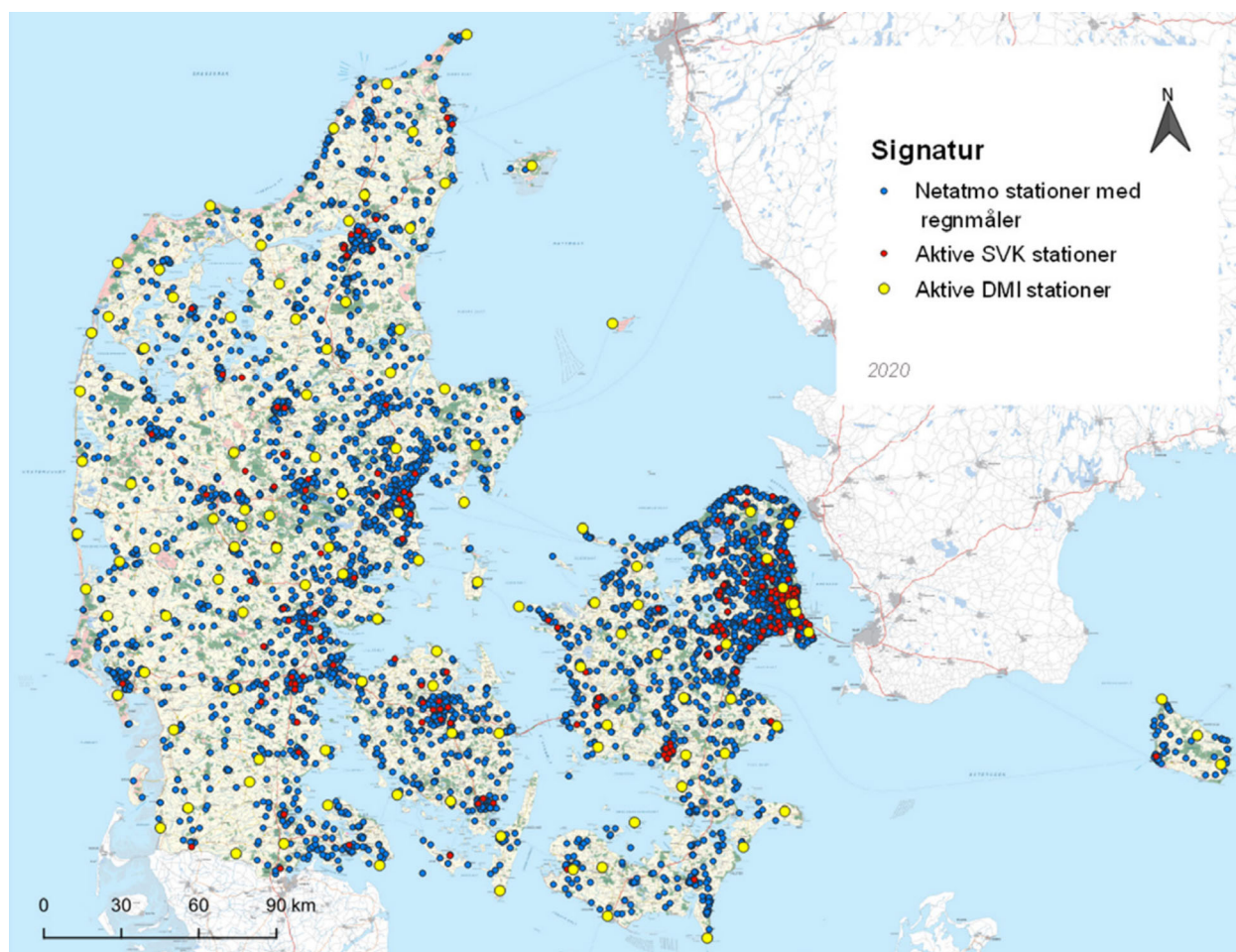
Af: Søren Thorndahl  
Aalborg Universitet,  
Institut for By,  
Byggeri og Miljø  
st@build.aau.dk

I dag (2019) består de danske regnmålnetværk af omkring 275 regnmålerstationer fordelt på 174 af spildevandskomiteens (SVK) Rimco-regnmålere og 101 af DMIs Pluvio- og Synopmålestationer. SVK-regnmålerne er primært placeret i og omkring de større byer, hvorimod DMIs regnmålere er placeret mere jævnt fordelt over landet.

Traditionelt, er SVK-netværket anvendt inden for den urbane hydrologi. I nogle anvendelser kan SVK-netværkets stedlige inhomogenitet være en udfordring, og der kan nævnes eksempler på anvendelser, hvor den stedlige opløsning ønskes højere, fx i dimensionering af afløbssystemer, i styring og regulering af afløbssystemer og renseanlæg i realtid, i re-analyse af skadesvoldende regnhændelser, i forbindelse med borgerhenvendelser, samt i justering og validering af vejrradarobservationer.

At øge den spatiale opløsning af regndata ved etablering af flere regnmålerstationer vil dog både være omkostningstungt, men også tidskrævende i drift og vedligehold for stationsejerne. Crowdsourcing af regndata kan derfor være en alternativ måde at få adgang til en større datamængde for færre ressourcer. Denne artikel præsenterer resultater fra et civilingeniørspéciale fra Aalborg Universitet, hvor crowdsourcing af regndata er undersøgt med udgangspunkt i fabrikanten Netatmos regnmålersystem (<https://www.netatmo.com/da-dk/weather/weatherstation/raingauge>).

På landsplan var der i oktober 2019 omkring 4300 Netatmo regnmålere. Netatmo udbyder vejrnsensorer, hvor en af disse er en regnmåler. Placeringen af Netatmo



**Figur 1**  
Placering af Netatmo stationer med tilsluttet regnmåler, SVK stationer og DMI nedbørsstationer (2019).

regnmålerne i sammenligning med placeringen af SVK stationer og DMI nedbørsstationer er angivet på Figur 1. Densiteten af SVK stationer og DMI nedbørsstationer er henholdsvis 0,4 og 0,6 stationer pr 100 km<sup>2</sup>, hvor densiteten af Netatmo stationer er 10,1 stationer pr 100 km<sup>2</sup>, hvilket i sammenligning med målerdensiteten i det nationale regnmålersystem er væsentligt højere.

Nogle af de udfordringer, der er ved at anvende regndata fra Netatmo-regnmålerne, i sammenligning med at anvende regndata fra de nationale regnmålersystemer, er at der ikke er det samme kendskab til målernes placering og beskaffenhed. Der er altså som udgangspunkt ikke det samme kendskab til vind- og læforhold eller til vedligehold og kalibrering af Netatmo regnmålerne. Derudover er selve regnmålerkonstruktionen ikke af samme kvalitet og standard som regnmålerne i de nationale regnmålernetværk (se Figur 2, næste side). Derfor har formålet med civilingeniørspicalet, som danner grundlaget for denne artikel, været at undersøge potentialet for at anvende crowdsourcet regndata fra Netatmo-stationer, samt at vurdere kvaliteten af Netatmo-regndata ved at sammenligne med data fra de officielle regnmålersystemer (Røn og Nielsen, 2020). Derudover er der foretaget laboratorieforsøg under kontrollerede forhold for at undersøge potentielle usikkerheder ved Netatmo-regnmålerne på stationsbasis.

**Figur 2**  
Indendørsmodul (venstre),  
regnmåler (midt)  
og udendørsmodul (højre).



**Tabel 1**  
Gennemsnitlig  
regndybde der  
forårsager vip  
bestemt ud fra  
laboratorieforsøg.

Målnr.	Ukalibreret		Kalibreret efter fabrikantens anvisning	
	Dybde pr vip (mm/vip)	Afvigelse fra standard, 0,101 mm/vip (%)	Dybde pr vip (mm/vip)	Afvigelse fra standard, 0,101 mm/vip (%)
1	0,069	- 32	0,086	- 19,8
2	0,078	- 22	0,092	- 15,2

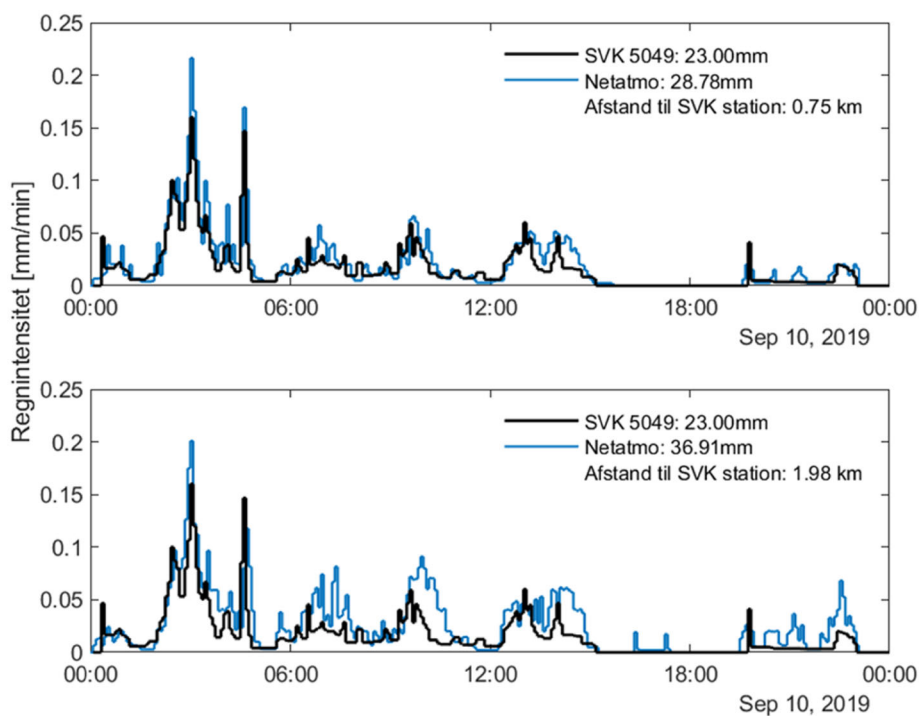
### Netatmo stationen

Netatmo-stationen består som standard af et indendørs- og udendørsmodul, hvor regnmåleren er et tilkøb, der kan foretages (se Figur 2). Indendørsmodulet registrerer indeklimaparametre, mens udendørsmodulet registrerer temperatur, luftfugtighed samt lufttryk udendørs. Den samlede pris for indendørs- og udendørsmodulet og regnmåleren er omkring 1.500 kr.

Netatmo-regnmåleren registrerer nedbør ved hjælp af et vippekarsystem, der fra fabrikantens side er angivet til at have en størrelse på 0,101 mm/vip. Fra indendørsmodulet uploades regndata til Netatmos servere. Regnmåleren er trådløs (WIFI) og batteridrevet og dermed er registreringen af regndata afhængig af, at ejerne er opmærksomme på batteriniveau. En periodevis mangel på internetforbindelse vil ikke nødvendigvis give anledning til manglende data, da Netatmo-stationen har en intern hukommelse, hvorfra regndata vil uploades til serverne, når internetforbindelsen igen bliver tilgængelig. Det er muligt at downloade regndata fra Netatmo stationer, hvor ejeren af stationen har givet samtykke til at dele sine data. Det er derfor sandsynligt, at antallet af Netatmo regnmålere på landsplan reelt set er højere, end dokumenteret i Røn og Nielsen (2020). Det er gratis at downloade regndata fra Netatmo serverne ved hjælp af Netatmos API. Der skal blot oprettes en Netatmo-bruger samt specificeres det eller de områder, der ønskes regndata fra.

### Forsøg

Udførelsen af laboratorieforsøg har til formål at bestemme stationsspecifikke forhold, der kan give anledning til usikkerheder. Der er udført forsøg for at bestemme den regndybde, som forårsager vip for at sammenligne denne med fabrikantens angivelser. Forsøgene er foretaget ved at veje udløbet fra regnmålerne, som belastes med varierende mængder vand. Der er foretaget forsøg med to Netatmo-regnmålere, og resultaterne er angivet som gennemsnitsværdier for den enkelte regnmåler. Det fremgår af Tabel 1, at den regndybde, som reelt giver anledning til vip, generelt er mindre end den, som er angivet som standard (0,101 mm/vip). Netatmo-stationer, som anvender den fabriksangivende regndybde per vip, vil derfor sandsynligvis overestimere regnmængder, da det reelt er en mindre regndybde, som giver anledning til vip.

**Figur 3**

Sammenligning af Netatmo og SVK regnprodukter på intensitetsniveau fra d. 10 september 2019, hvor afstanden imellem Netatmo og SVK stationen er forskellig.

Netatmo anbefaler at foretage en kalibrering af hver enkelt regnmåler, og denne er i projektet foretaget efter fabrikantens anvisninger. Det fremgår af Tabel 1, at den kalibrerede værdi ligeledes er større end den regndybde, som reelt giver anledning til vip for de pågældende regnmålere. Overestimeringen af regnhændelser vil dog være væsentligt reduceret i sammenligning med at anvende den fabriksangivende regndybde, som forårsager vip. En kalibrering kan dermed forbedre data indsamlet med Netatmo regnmålerne væsentligt. På landsplan er kun 12 % af Netatmo regnmålerne kalibreret.

Yderligere er der ved laboratorieforsøg foretaget en undersøgelse af, hvordan vip registreres i tid og hvorvidt målerne er intensitetsafhængige. Resultaterne heraf kan læses i Røn og Nielsen (2020), hvori der også er præsenteret en kvalitetssikringsprocedure, som kan identificere fejlagtige regn- estimater.

### Sammenligning af regnprodukter

I projektet er der udviklet kvalitetssikringsprocedurer som benytter sæsonafhængig korrelation (baseret på semi-variogrammer) mellem stationer til at frasortere regndata der afviger fra andet regndata. Procedurerne er implementeret i realtid på intensitetsniveau samt på historiske døgnværdier. Yderligere detaljer kan findes i Røn og Nielsen (2020).

Regndata fra validerede Netatmo-stationer er sammenlignet med regnserier fra SVK-stationer for at Netatmos potentiale. Overordnet set er der god overensstemmelse mellem Netatmo-regndata og regnserier fra SVK-stationerne, hvilket fremgår af eksemplet i Figur 3. Forskellen mellem Netatmo- og SVK-regnproduktet vurderes primært at skyldes den spatiale variabilitet, altså afstanden imellem stationerne, samt forskellen i vippekar-størrelserne for de to typer regnmålere. På Figur 3 fremgår det, at forskellen bliver mere udpræget selv ved mindre forøgelse af distancen.

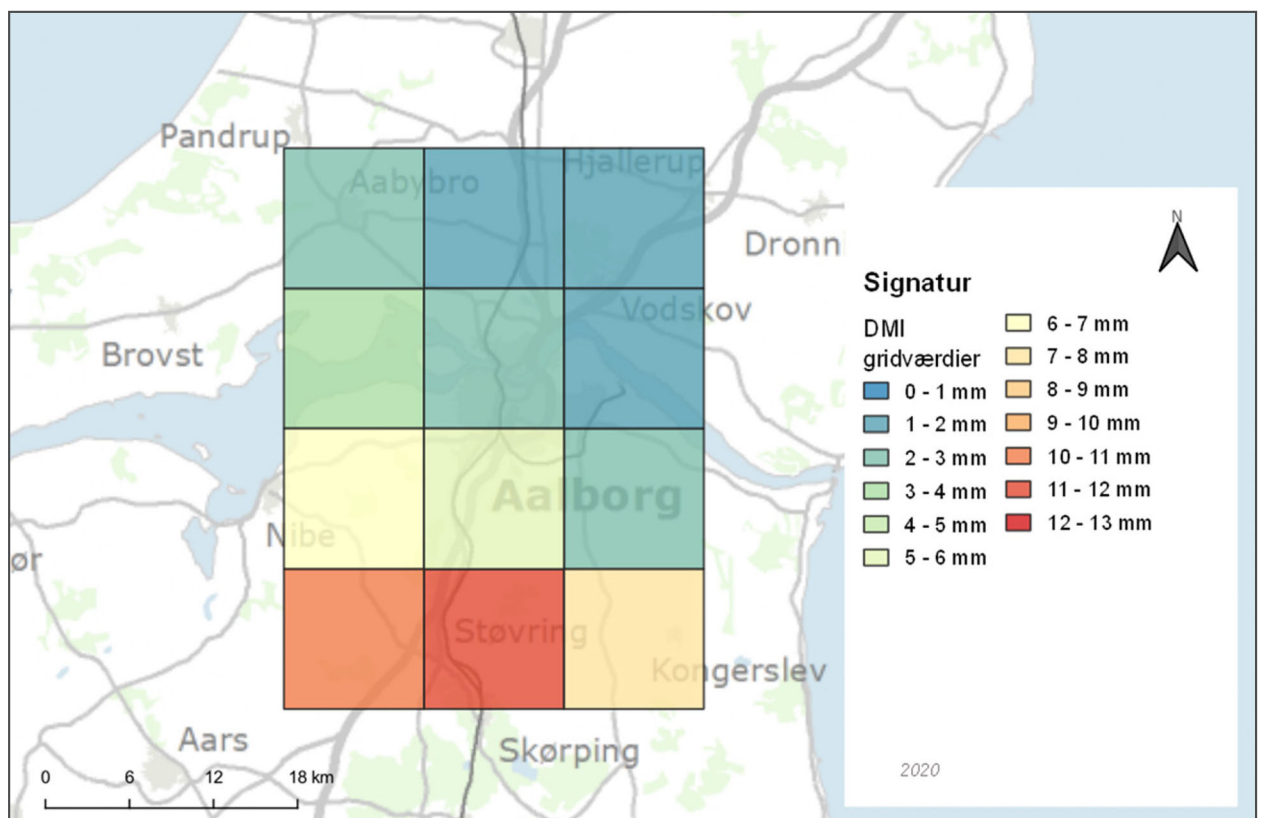
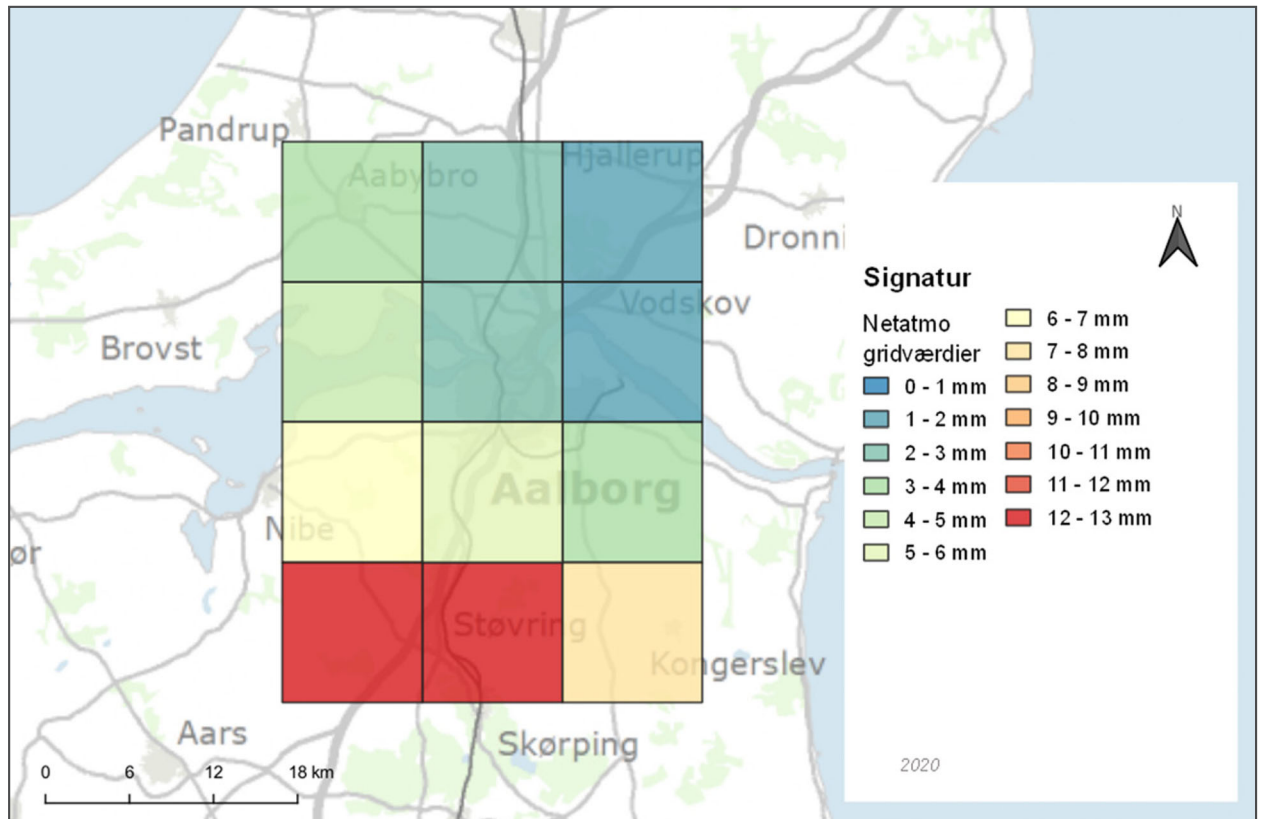
Figur 4 (næste side) viser et eksempel på et i projektet interpoleret regnprodukt baseret på Netatmo-stationerne. Her sammenlignes døgnnedbør med DMIs 10x10 km klimagrid i 12 gridceller omkring Aalborg. Sammenligninger for hele 2019 er vist i Figur 5 som scatterplots for døgnnedbør. Generelt er der rigtig god overensstemmelse mellem de to regnprodukter.

Figur 4

Interpoleret døgnnedbør omkring Aalborg den 1.8.2019.

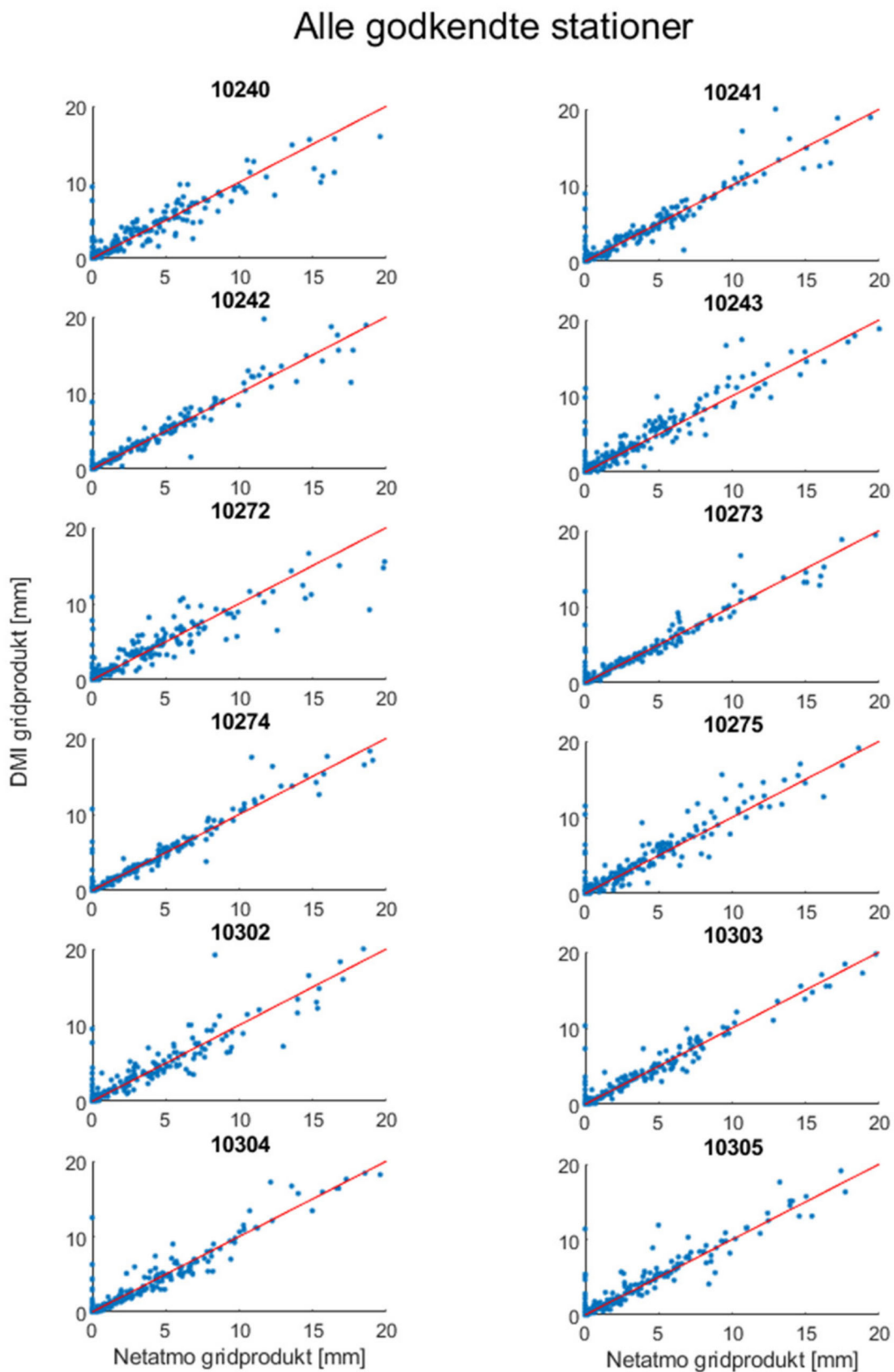
Øverst: kvalitetssikret Netatmo-data.

Nederst: DMI Klimagrid i 10 x 10 km.



Figur 5

Sammenligning af interpoleret Netatmo-døgnnedbør med DMIs klimagrid i 10 x 10 km opløsning for 12 celler omkring Aalborg. Data fra hele 2019.



## Diskussion og anbefalinger

Valideret regndata fra netværket af Netatmo-stationer giver en overordnet god beskrivelse af regnhændelser, dog med en større usikkerhed på data sammenlignet med de nationale regnmålersystemer. Netværket består af væsentligt flere stationer end de nationale regnmålersystemer, og har derfor en væsentligt bedre spatial opløsning. Netatmo-regndata kan derfor med fordel anvendes til opgaver, hvor der er brug for regndata med større spatial opløsning, og hvor større datausikkerhed kan accepteres. Disse opgaver kunne eksempelvis være besvarelse af borgerhenvendelser, radarkalibrering eller re-analyse af skadesvoldende regnhændelser i områder uden SVK eller DMI-regnmålere.

Det er i projektet vist at en kalibrering kan være fordelagtig for at få den regndybde, som anvendes af den pågældende regnmåler til at tilnærme sig den regndybde, som reelt giver anledning til vip. 12 % af Netatmo-regnmålerne på landsplan er kalibrerede, og der er derfor stort potentiale for, at regndata kan forbedres væsentligt ved at sørge for, at Netatmo regnmålerne er kalibreret, inden de tages i brug.

Usikkerhederne ved Netatmo-regnmåleren kan være betydelige afhængigt af opsætning og vedligehold af den enkelte station, hvilket også er vist i et tilsvarende Hollandsk studie (de Vos et al. 2017). Kvalitetssikring er derfor vigtig og en høj stationsdensitet gør identificering og frasortering af afvigende stationer eller dataperioder relativt enkelt.

Netværket af Netatmo stationer er på nuværende tidspunkt en uudnyttet ressource, som har et stort potentiale for, at kunne anvendes inden for den urbane hydrologi. Ligesom det er nødvendigt at undersøge usikkerhederne nærmere, er det dog ligeledes nødvendigt at undersøge, hvad resultatet bliver af at anvende Netatmo regndata som supplement til eksempelvis SVK-regndata i forskellige anvendelser.

Det er som nævnt tidligere på baggrund af arbejdet i forbindelse med rapporten, som danner grundlaget for denne artikel vurderet, at der er et stort potentiale i Netatmo regndata, som med fordel kan undersøges nærmere.

## Referencer

De Vos, L., Leijnse, H., Overeem, A. and Uijlenhoet, R.: The potential of urban rainfall monitoring with crowdsourced automatic weather stations in Amsterdam, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, doi:10.5194/hess-21-765-2017, 2017.

Røn, Sofie Søndergaard, Nielsen, Mads Bjørndal (2020). Crowdsourcing af fra private regnmålere. Civilingeniørspciale: Aalborg Universitet, Vand og Miljø.  
[https://projekter.aau.dk/projekter/da/studentthesis/crowdsourcing-af-regndata-fra-private-regnmaalere\(4f0a6899-1a67-4c2e-9111-364cd7598325\).html](https://projekter.aau.dk/projekter/da/studentthesis/crowdsourcing-af-regndata-fra-private-regnmaalere(4f0a6899-1a67-4c2e-9111-364cd7598325).html).