

Privata regnmätare för professionell användning – Test av Netatmo regnsensor i Trelleborg och Svedala

Private weather stations for professional use – Test of Netatmo rain sensors in Trelleborg and Svedala



Tomas Wolf, Kretslopp & vatten, Trelleborgs kommun, tomas.wolf@trelleborg.se

Rolf Larsson, Teknisk Vattenresurslära, LTH/Lunds universitet, rolf.larsson@tvrl.lth.se

Sammanfattning

Privata väderstationer med regnsensor kan potentiellt utnyttjas som ett komplement till regndata från det professionella nätet av regnmätare, vilket i Sverige består av SMHI:s mätare tillsammans med regnmätare som hanteras av de kommunala VA-organisationerna. En grundläggande förutsättning för att ett sådant komplement ska vara användbart är att regnmätarna är pålitliga och ger rimligt noggranna värden. I denna artikel redovisas flera mätexperiment där regnmätare av typ Netatmo jämförts med professionella regnmätare. De senare mätarna var dels vipp-mätare av fabrikat Adcon och Unidata, dels en regnmätare av traditionell SMHI-typ. Samtliga mätserier visar på små skillnader i totalt uppmätta regnvolymer (minus 3-6 %) mellan Netatmo och de professionella mätarna. Även en jämförelse mellan enskilda dygnsvärden visar på god överensstämmelse. Potentiella problem för användning av data från Netatmo som noterats är: risk för felhantering på grund av förenklad installationsanvisning; begränsad tidsupplösning till 5 minuter; problem att registrera extremt höga regnintensiteter.

Abstract

Private weather stations with rain sensors can potentially be used as a complement to rainfall data from the professional network of rain gauges, which in Sweden consists of SMHI's gauges along with rain gauges managed by municipal water and sewage utilities. A fundamental requirement for such a complement to be useful is that the rain gauges are reliable and provide reasonably accurate values. This article presents several measurement experiments where rain gauges of the Netatmo type were compared with professional rain gauges. The latter included tipping-bucket gauges of the Adcon and Unidata brands, as well as a traditional SMHI-type rain gauge. All the measurement series show small differences in the total measured rain volumes (minus 3-6%) between Netatmo and the professional gauges. A comparison of individual daily values also shows good agreement. Potential issues for the use of data from Netatmo that have been noted include: the risk of mishandling due to simplified installation instructions; limited time resolution to 5 minutes; and problems registering extremely high rainfall intensities.

Key words: Private weather station, precipitation measurement, comparison, evaluation.

Inledning

Urbana översvämningar är naturrelaterade händelser som kan orsaka stora skador. I Sverige finns över den senaste tio årsperioden en lång rad städer som varit utsatta för översvämningar med åtföljande stora skador. Några exempel är Malmö (2014), Bjuv (2016), Hallsberg (2015), Gävle 2022 och Sala (2023).

Översvämningar kategoriseras oftast som antingen pluviala, fluviala eller kustrelaterade. I denna artikel fokuserar vi på pluviala översvämningar, vilka karakteriseras av snabba förlopp som har relativt liten geografisk utbredning. Kraftiga regn är den faktor som startar ett förlopp som i olyckliga fall leder till översvämning. Andra faktorer spelar också in, såsom t.ex. lokalisering av byggnader och infrastruktur, bristande förebyggande åtgärder och låg förmåga vad gäller varningssystem eller till synes triviala företeelser som dåligt skötta gatubrunnar.

Oavsett alla andra faktorer, så är det egenskaperna i regnet som är avgörande. Det handlar både om intensitet och varaktighet, men kan även innefatta hur regncellerna rör sig över avrinningsområdet och eventuella inslag av hagel. Även för fluviala översvämningar, vilka har ett långsammare förlopp och som sker över större geografiska områden, så är regn-karakteristika viktiga, men i denna artikel fokuserar vi alltså på pluviala (urbana) översvämningar och associerade regn.

För att hantera urbana översvämningar på ett bra sätt behövs bra information om regn. Det gäller dels i den förebyggande fasen när den urbana miljön, inklusive dagvattensystemen, ska utformas och dels i den operativa fasen i direkt anslutning till den extrema händelsen/översvämningen. Typen av regn-information som erfordras varierar beroende på fas. När systemen ska utformas behövs det statistiskt användbara data och information om regn vid historiska händelser såsom ovannämnda översvämningar i svenska städer. I den operativa fasen är man mer betjänt av korttidsprognoser, eller snarare s.k. "near real-time" uppskattningar av regn med ledtider på timmar, eller mindre.

Vad gäller den förebyggande fasen vill vi speciellt peka på betydelsen av bra regn-information för att det ska vara möjligt att kalibrera de skyfallsmodeller som numera används på ett rutinmässigt sätt i

många städer i Sverige, MSB (2023). Det nationella ansvaret för regnmätningar ligger hos SMHI. Traditionellt mättes endast dygnsnederbörd, men sedan ca 30 år (från 1995) så har SMHI stationer som mäter med betydligt större tidsupplösning (15 minuter). Sedan 2022 samlas även nederbörd för varje minut in från SMHI:s egna automatstationer. Det innebär att förutom 1-minutsnederbörd kan även nederbörden under ett godtyckligt tidsintervall beräknas. Dessutom mäter de kommunala VA-organisationerna regn med hög upplösning i alla större städer och även i mindre, urbana områden. Trots förekomsten av såväl ett nationellt nätverk som kommunala mätare så är täckningen geografiskt sett rätt låg. Vad som är "låg" täckning kan diskuteras, men det är tydligt att speciellt intensiva, konvektiva regn kan variera kraftigt på en skala av km. Ett exempel, Båstad 18:e augusti 2022 är beskrivet av Bengtsson (2023). Ett annat exempel gäller Trelleborg 11 augusti, 2018, och finns beskrivet i South et al (2019). Att det inte är så lätt att hitta vetenskapligt underbyggda exempel beror på det faktum att just nätverken av regnstationer är glesa. I det förra fallet (Båstad) använde Bengtsson delvis privata mätare för att påvisa variationerna, i det senare fallet (Trelleborg) användes X-band radar som bevisning.

Det finns olika tekniker som kan användas för att komplettera regndata från de etablerade nätverken av regnmätare. Det kan t.ex. handla om X-band radar, som sedan ett antal år (från 2020), finns på två ställen i Skåne, Hosseini et al (2022). En annan möjlig teknik är så kallad "mikrovågslänk" som är testad i Sverige, Andersson et al (2022). Den alternativa metod för att komplettera konventionella regndata som behandlas i denna artikel är användande av data från privata regnmätare. Den forskning som utgör bakgrunden till artikeln har utförts inom ramen för det FORMAS-finansierade projektet SPARC, Nyberg et al (2022).

Privata väderstationer finns på marknaden till relativt låga kostnader och är väl spridda i Sverige. Många, inte alla dock, av dessa stationer är utrustade med regnmätare. Ett av de märken av väderstationer som förekommer i Sverige och internationellt är Netatmo. Av olika anledningar, främst den höga geografiska täckningen, har Netatmo valts inom SPARC för att studera möjligheten att använda privata regnmätare

för att förbättra informationen om regn i Sverige.

Privata väderstationer har varit av professionellt intresse sedan ett antal år i flera länder som t.ex. Norge och Finland. De har också varit föremål för vetenskapliga studier, Bardossy, Seidel and El Hachem (2021), de Vos et al (2019, Mapiam et al (2022). Det har dock inom SPARC ansetts nödvändigt att göra en systematisk utvärdering av hur data från Netatmo-mätare i Sverige på ett kvalitetssäkrat sätt kan användas för att förbättra dataunderlag för hantering av urbana översvämningar. Ett första led i en sådan utvärdering är en koll av själva mätaren som sådan.

Syftet med de undersökningar som redovisas i denna artikel är just att kolla kvalitén på mätdata från regnmätare av fabrikat Netatmo. Mer specifikt söktes svar på följande frågor:

1. Vad är noggrannheten för regndata från Netatmo regnmätare?
2. Vilka faktorer påverkar noggrannheten och hur kan noggrannheten förbättras?
3. Vilka praktiska problem uppstår vid installation, drift och hantering av Netatmo regnmätare?

Kontroll och analys av Netatmo-mätare har gjorts genom att analysera data från några enskilda mätare som satts upp specifikt för detta ändamål. I huvudsak har data från Netatmo-mätare jämförts med mätare av professionell standard som stått bredvid Netatmo. Dessutom har jämförelser gjorts med andra (privatägda) Netatmo-mätare och med SMHI-regnmätare. Samtliga mätningar har utförts av Tomas Wolf, Kretslopp och vatten, Trelleborg, som har mycket lång erfarenhet av denna typ av mätningar. Det ska också påpekas att ytterligare mätningar av samma karaktär görs inom ramen för SPARC både av SMHI och Göteborg Kretslopp och Vatten. Dessa mätningar kommer att redovisas/publiceras senare.

Om Netatmo

Här följer en generell beskrivning av Netatmo väderstation med regnsensor (Smart Home Weather Station), nedan förkortad som NVR. Regnsensorn i NVR är av typ vippmätare (tipping bucket) och har funnits sedan 2014.

Denna väderstation mäter ytter- och inner-

temperatur, luftkvalitet (CO₂), ljudnivå inomhus, atmosfäriskt tryck, luftfuktighet och regnvolym. Alla värden samlas in med jämna tidsintervall på fem minuter. NVR förmedlar även väderprognoser från den norska väderappen Yr.

NVR fungerar som en internetansluten väderstation och används tillsammans med mobil, surfplatta eller dator. Den som äger stationen kan välja att dela med sig av sina väderdata till Netatmos publika väderkarta, till Yr eller via sociala medier.

NVR kommunicerar med Internet via Wi-Fi nätverk 2,4 GHz band. Det ska noteras att vissa typer av Wi-Fi-nätverk inte är kompatibla med Netatmos väderstation. Exempelvis gäller detta för:

- Offentliga organisationers och företags Wi-Fi-nätverk (bekräftat inom flera VA-organisationer);
- Nät som endast arbetar i 5 GHz-frekvensbandet;
- Nätverk som använder låsta anslutningsportar;
- Vissa nätverk som använder Wi-Fi-signalrepeater.

Väderstationens huvudenhet skickar ca 15 MB per månad och varje extra modul skickar 2MB per månad utöver det. NVR är avsedd för privatbruk och privata användare. Många IT-avdelningar fasar ut det äldre 2,4 GHz Wi-Fi nätverket samtidigt som Netatmo väderstation blockerar trafik när den upptäcker att man försöker koppla den till ett företagsägt Wi-Fi nätverk. Netatmo fungerar bra med en router som använder mobilt bredband och skapar 2,4 GHz Wi-Fi i sin närhet.

Vad beträffar data-format och intervall så gäller följande: All data som genereras av NVR kan laddas ner från det personliga online kontot i XLS- eller CSV-format. Tätast mätintervall för rådata är 5 minuter.

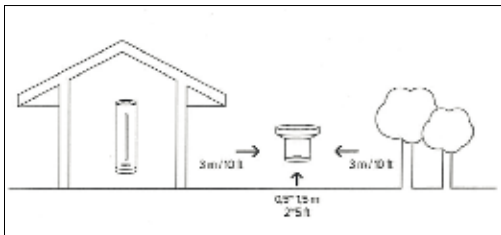
Vad gäller kalibrering av Netatmos sensorer, speciellt sensor för regnmätning gäller detta: Det är generellt möjligt att kalibrera sensorer med hjälp av instruktioner och funktioner på webben. Man kan speciellt kalibrera regnsensorn genom att hälla på 100 ml vatten och räkna antal vippningar. Sedan ändras vippans nominella volym utifrån kontrollmätningen. Upplösning och vippans volym motsvarar 0,1 mm regn om testet med 100 ml vatten gett 80 vippningar. Då blir vippans volym $100/80=1,25$ ml. Detta värde kan man ändra i webbtjänsten och på så

sätt finkalibrera regnmätaren. Efter en sådan kalibrering ändras volymerna i hela perioden per automatik via Netatmos app. Det går inte att variera kalibreringen (dvs att nominellt ändra vippans volym) för olika perioder. Däremot kan man själv korrigera mätningarna off-line genom att exportera data från systemet och sedan konvertera data baserat på varierande kalibrering över tid.

Av särskilt intresse för tillförlitligheten hos NVR-genererade väderdata är de instruktioner för installation av Netatmos regnsensor som medföljer vid köp av väderstation.

Instruktionerna för installation av regnmätaren är något förenklade, men det viktiga framgår tydligt, se Fig. 1. Det uppmanas till att regnmätaren skall hålla ett avstånd från närliggande objekt och väggar på minst tre meter och att avstånd från marknivå skall ligga i intervallet 0,5 – 1,5 meter. Vad som däremot saknas är följande uppmaningar:

- att sätta regnsensorn i våg i alla riktningar, speciellt i riktningen där den mekaniska dubbelvippan finns installerad;
- att lämna minst 45 graders vinkel fritt läge från närliggande höga objekt;
- att se till att kastvindar eller vibrationer inte förekommer.



Figur 1. Sidan 4 från installationsinstruktioner till Netatmo regnsensor.

Inställning i vågrät riktning kan ses som en självklarhet men borde ändå tas upp och poängteras i instruktionerna, se Fig. 2. Detta skulle minska risken att denna viktiga del av installationen inte görs på ett tillfredsställande sätt. Om det inte sköts försämrars kvaliteten i mätningarna avsevärt.

Det finns, som beskrivits tidigare, en möjlighet att kalibrera regnmätaren genom att testa sig fram till den aktuella stationens vippvolym och på så sätt



Figur 2. Installation av regnsensor Netatmo på ARV Trelleborg – vågrätt i axel med vippan.

korrigera avläsning i mm i vald period. Men på grund av ovannämnda potentiella brister vid montering/ installation så kan antalet vippningar bli fel och då blir korrigeringen otillräcklig eller felaktig.

Så fort man ändrat eller justerat den fysiska installationen, bör man kalibrera regnsensorn igen. Eftersom man redan dragit ner på kvaliteten på själva regnmätarens fysiska konstruktion och även på upplösningen av uppmätta data (5 minuter), så kan resultaten inte förväntas vara i paritet med mätdata från professionella regnmätare. Dessutom riskerar den fysiska installationen på plats att bli bristfällig. Detta gäller särskilt eftersom den är helt beroende på användarens ambitionsnivå.

Man kan spekulera om varför man förenklat instruktionerna för montering och installation av NVS. En trolig förklaring är att det ska vara enkelt att installera regnsensorn eftersom man då räknar med att det blir enklare att marknadsföra produkten. Detta kan också sägas vara en positiv faktor vad gäller användning av NVS data för att komplettera de konventionella stationsnäten, eftersom fler mätare ökar densiteten i näten. I slutänden är det en avvägning mellan kvalitet på mätdata å ena sidan och kvantitet (stationsdensitet) å den andra sidan.

Jämförande mätningar – metod och resultat

Några olika typer av jämförande studier har gjorts. I detta avsnitt redogörs både för metod och för resultat. I princip handlar det om att en Netatmo väderstation med regnsensor har installerats på en viss lokal. Jämförande mätningar har sedan gjorts med andra typer av mätare som jämförelseobjekt. Som dataförlust i

mätningen av dygnssumma betraktades ett kommunikationsavbrott då Netatmo av någon anledning inte kunde skicka sina data från regnsensorn eller att hela väderstationen saknade kommunikation. Så fort någon av de testade enheterna, antingen Netatmo, Adcon, Unidata eller SMHI:s regnmätare inte kunde leverera data eller data inte blev avlästa manuellt, exkluderades hela dygnet från jämförelsen.

I huvudsak har totalt uppmätta regnvolymer över längre tidsperioder jämförts, men även en del jämförelser med högre tidsupplösning. Följande försök har gjorts, vilka sedan presenteras en efter en:

Jämförelse av en Netatmo regnmätare med:

1. andra närliggande Netatmo regnmätare;
2. en professionell regnmätare av typ Adcon;
3. en regnmätare av SMHI-typ
4. en professionell regnmätare av typ Unidata.

En Netatmo väderstation med regnsensor (NVR) köptes in och placerades i direkt anslutning till avloppsreningsverket (ARV) i Trelleborg, geografiskt läge enligt Fig.3. En annan NVR placerades i förste-författarens trädgård i Svedala. Dessa båda stationer användes i de jämförande delstudierna.

Jämförelse av en Netatmo regnmätare med andra närliggande Netatmo regnmätare

För den enskilde Netatmo-användaren finns det möjlighet att se vad närliggande Netatmo väderstation

med regnsensor (NVR) visade under samma dygn. Det var inte möjligt att ladda ner dessa data när denna jämförelse gjorts, men man kunde manuellt anteckna dygnssummor från dessa stationer.

I ett första, förberedande försök, jämfördes uppmätt nederbörd i en särskilt inköpt NVR med två privata stationer i Trelleborg. Med hjälp av SMHI hämtades regndata in från alla NVR placerade i Trelleborg för perioden 2022-07-22 – 2022-08-23 (32 dygn) I Trelleborgs tätort fanns det under sommaren 2022 totalt 11 Netatmo väderstationer som var utrustade med regnsensor, se Fig. 3.

För jämförelse med den NVR som hanterades av Trelleborgs Kretslopp och vatten (Tomas Wolf) användes närmast liggande privata Netatmo väderstationer. Närmast västerut i förhållande till mätaren vid ARV Trelleborg, på avståndet 2,1 km låg den privata NVR som benämns "Kurland" och närmast österut på avståndet 1,3 km låg "Kruthusgatan". Under mätperioden observerades regn under 12 dygn medan 20 dygn var torra. Resultatet från de jämförande mätningarna, se Tabell 1, visade total nederbörd under mätperioden på 43,0 mm för NVR vid ARV Trelleborg, medan de två privata, närliggande NVR i medeltal uppmätte 37,8 mm. Detta betyder alltså att Netatmo-mätaren placerad på ARV Trelleborg uppmätte som medel 0,4 mm mer per dygn jämfört med närliggande regnmätare räknat per dygn med nederbörd.



Figur 3. Privata Netatmo regnmätare i Trelleborgs tätort visas som gråa droppar med blå ring, röda symboler är kommunens regnmätare, blåa symboler privata regnmätare som användes vid jämförelse.

Senare upptäcktes det att monteringen av mätaren ARV Trelleborg gjorde att det förekom extra vippningar på grund av vibrationer på taket där Netatmo var placerad under denna period. Mer om detta längre ner.

Tabell 1. Jämförelse Netatmo station (ARV, Trelleborg) med två privata NVR. Geografiskt läge, se Fig. 3.

Mätperiod	2022-07-22 – 2022-08-23 (32 dygn)
Dataförlust	0 dagar
Torrväder / nederbörd	20 dagar / 12 dagar
Totalt uppmätt nederbörd	ARV Trelleborg: 43,0 mm
Totalt uppmätt nederbörd	Medel två privata NVR:37,8 mm
Avvikelse	+5,2 mm (+14%)

Jämförelse av en Netatmo regnmätare med en professionell regnmätare, Adcon

I ett andra försök jämfördes regndata från en Netatmo-mätare med en professionell regnmätare av märket Adcon WMO 0,2 mm. Båda mätarna var placerade vid ARV Trelleborg och hanterades av tränad, erfaren personal (Tomas Wolf).

Netatmo 1 meter från Adcon ARV Trelleborg, takinstallation 24/6 2022 – 11/8 2022

Under mätperioden observerades regn under 20 dygn medan 30 dygn var torra. Resultatet från de jämförande mätningarna, se Tabell 2, visade total nederbörd för Netatmo under mätperioden på 44,8 mm, medan Adcon uppmätte 36,8 mm. Detta betyder alltså att Netatmo-mätaren uppmätte i medel 0,4 mm mer per dygn jämfört med Adcon, räknat per dygn med nederbörd.

Senare upptäcktes det att monteringen av mätaren ARV Trelleborg gjorde att det förekom extra vippningar på grund av vibrationer på taket där Netatmo var

Tabell 2. Jämförelse Netatmo station (ARV, Trelleborg) med en professionell regnmätare av märket Adcon. Båda placerade vid ARV Trelleborg. Geografiskt läge, se Fig. 3.

Mätperiod	2022-06-24 – 2022-08-11 (50 dygn)
Dataförlust	0 dagar
Torrväder / nederbörd	30 dagar / 20 dagar
Totalt uppmätt nederbörd	Netatmo: 44,8 mm
Totalt uppmätt nederbörd	Adcon:36,8 mm
Avvikelse	+8,0 mm (+22%)



Figur 4. Netatmo regnmätare placerad på ARV Trelleborg 10 m från regnmätare typ SMHI.

placerad under denna period. Mer om detta längre ner.

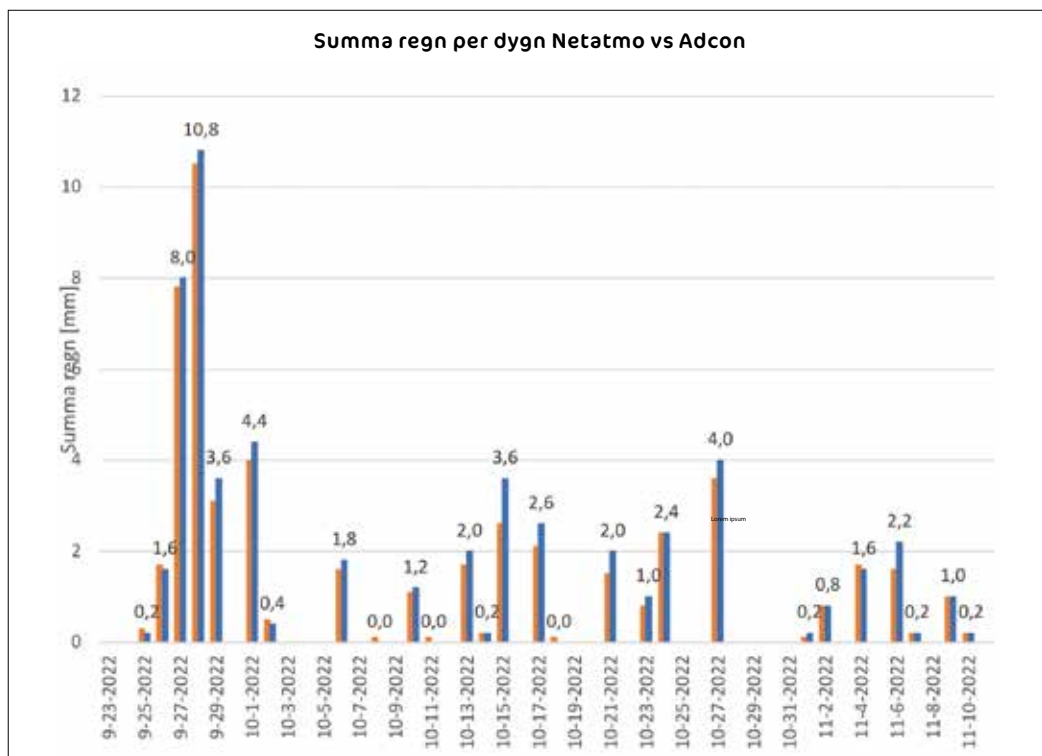
På grund av problemen med vibrationer flyttades Netatmo till en ny position ca 40 m söderut från den kommunala Adcon regnmätaren den 30:e augusti 2022, se Fig. 4. Det blev en markinstallation på ett stålrör i höjd ca 1,5 m från marknivå. Netatmos temperatur- och fuktighetsgivare installerades intill regnsensorn skyddat från direkt solljus, vind och regn med ett litet tak och en informationstavla bredvid.

Netatmo 40 meter från Adcon ARV Trelleborg, markinstallation 31/8 2022 – 31/8 2023

Under mätperioden observerades regn under 176 dygn medan 184 dygn var torra. Resultatet från de jämförande mätningarna, se Tabell 3, visade total nederbörd för Netatmo under mätperioden på 632,2 mm, medan Adcon uppmätte 669,2 mm. Detta betyder alltså att Netatmo-mätaren uppmätte i medel 0,1 mm mindre per dygn jämfört med Adcon, räknat per dygn med nederbörd. Eftersom Netatmo-vippans volym motsvarade 0,1 mm regn motsvarar skillnaden i snitt enbart en saknad vippning per dygn med nederbörd.

Tabell 3. Jämförelse Netatmo station (ARV, Trelleborg) med en professionell regnmätare av märket Adcon. Båda placerade vid ARV Trelleborg. Geografiskt läge, se Fig. 3.

Mätperiod	2022-08-31 – 2023-08-31 (366 dygn)
Dataförlust	6 dagar
Torrväder / nederbörd	184 dagar / 176 dagar
Totalt uppmätt nederbörd	Netatmo: 632,2 mm
Totalt uppmätt nederbörd	Adcon:669,2 mm
Avvikelse	-37,0 mm (-6 %)



Figur 5. Jämförelse av dygnssummor från Netatmo regnmätare ARV Trelleborg och den professionella regnmätaren Adcon ARV Trelleborg. Period mellan 2022-09-23 och 2022-10-14.

Som komplettering till analys av totalt uppmätt regnvolyms visas i Fig. 5 även dygnsvärden för både Netatmo och Adcon för en period av 22 dygn. Dessa dygnsvärden illustrerar hur väl de båda mätarna samvarierar och samtidigt hur Netatmo-mätaren redovisar aningen lägre dygnsvärden än den professionella mätaren. En analys av dygnsvärdena (perioden 27/9 2022 – 26/9 2023) visar att medelvärdet av absolutvärdet av skillnaden i dygnsvärde mellan Netatmo och Adcon för 150 regndagar är 0,43 mm.

Jämförelse av Netatmo regnmätare med regnmätare av SMHI-typ, 31/8 2022 – 31/8 2023

I ett tredje försök jämfördes regndata från en Netatmo-mätare med en SMHI-regnmätare av traditionell modell, se Fig. 6. Båda mätarna var uppställda vid Avloppsreningsverket i Trelleborg. Den förra mätaren monterades på ett stålrör i höjd ca 1,5 m från marknivå, som beskrivits ovan för andra försöket, se Fig. 4. SMHI:s regnmätare avlästes dagligen kl.

8 på morgonen genom att mäta uppsamlad volym. Motsvarande avläsningar av summa nederbörd mellan kl. 8 föregående dygn och kl. 8 på morgonen gjordes för NVR placerad ca 10 m norrut. Vissa dygn överensstämde resultaten helt medan det för andra dygn blev mindre avvikelser.

Under mätperioden observerades regn under 177 dygn medan 183 dygn var torra. Resultatet från de jämförande mätningarna, se Tabell 4, visade total nederbörd för Netatmo under mätperioden på 633,6

Tabell 4. Jämförelse av Netatmo regnmätare med regnmätare av SMHI-typ. Båda placerade vid ARV Trelleborg. Geografiskt läge, se Fig. 3.

Mätperiod	2022-08-31–2023-08-31 (367 dygn)
Dataförlust	7 dagar
Torrväder / nederbörd	183 dagar / 177 dagar
Totalt uppmätt nederbörd	Netatmo: 633,6 mm
Totalt uppmätt nederbörd	SMHI:635,2 mm
Avvikelse	-1,6 mm (-0,2 %)



Figur 6. Regnmätare typ SMHI, placerad på ARV Trelleborg.

mm, medan för SMHI-mätaren uppmättes 635,2 mm. Detta betyder alltså att Netatmo-mätaren uppmätte i medel <0,01 mm mindre per dygn jämfört med SMHI, räknat per dygn med nederbörd.

Jämförelse av en Netatmo regnmätare med en professionell regnmätare Unidata, 25/6 2022 – 30/10 2022

I ett fjärde försök jämfördes regndata från en Netatmo-mätare med en professionell regnmätare av fabrikkatet Unidata 6506A med 0,5mm vippa. Båda mätarna var uppställda i trädgården som tillhör fastigheten Aserngatan 26, Svedala. Avståndet mellan mätarna



Figur 7. Netatmo och Unidata regnmätare på tomten Aserngatan 26, Svedala.

var tre meter, se Fig.7.

Under mätperioden observerades regn under 57 dygn medan 59 dygn var torra. Resultatet från de jämförande mätningarna, se Tabell 5, visade total nederbörd för Netatmo under mätperioden på 195,8 mm, medan för Unidata-mätaren uppmättes 203,5 mm. Detta betyder alltså att Netatmo-mätaren uppmätte i medel 0,1 mm mindre per dygn jämfört med Unidata, räknat per dygn med nederbörd.

Eftersom Netatmo vippans volym motsvarade 0,1 mm regn blev det som medel bara en saknad vippning per dygn med nederbörd. Den professionella regnmätaren hade däremot vippvolym motsvarande 0,5 mm regn och därav blev det lätt högre totalsumma i perioden då en enda extra vippning från Unidata kunde höja dygnssumman med hela 0,5 mm.

Tabell 5. Jämförelse av Netatmo regnmätare med professionell regnmätare av märket Unidata. Båda placerade inom fastigheten Aserngatan 26, Svedala.

Mätperiod	2022-06-25–2022-10-30 (128 dygn)
Dataförlust	12 dagar
Torrväder / nederbörd	59 dagar / 57 dagar
Totalt uppmätt nederbörd	Netatmo: 195,8 mm
Totalt uppmätt nederbörd	Unidata: 203,5 mm
Avvikelse	-7,7 mm (-4,0 %)

Diskussion

Allmänt sett är hanteringen av Netatmos väderstation med regnsensor (NVR) enkel. Dock är bruksanvisningen knäpphändig och oerfarna och mindre praktiskt lagda privatpersoner kan tänkas slarva med att montera regnmätaren i vågrät position. Samtidigt är de som valt köpa och installera regnmätare uppenbarligen intresserade av att mäta regn på sin tomt så dessa personer är motiverade till att göra rätt.

Den NVR som köpts och installerats i Svedala, Aserngatan, speciellt för denna undersökning har kopplats till Internet enligt de instruktioner som medföljer. Utöver det skickas regndata automatiskt från Netatmo server till den brittiska tjänsten Met Office WOW (wow.metoffice.gov.uk/) med hjälp av ett konto hos MeteWare Plus.

De jämförande mätningarna visar att Netatmo-mätaren, om den hanteras korrekt, ger bra nog-

grannhet vad gäller totala regnvolymer. Detta understöds av jämförelser både med traditionell SMHI-mätare och två fabrikat av nederbördsräknare med vippa av professionell standard (Adcon och Unidata).

Under försöken med NVR installerad på taket till en byggnad på Avloppsreningsverket i Trelleborg visade det sig att det uppstod problem med mätningarna. Både Adcon och Netatmo regnmätare var installerade på taket och/eller konstruktion som hade koppling med taket och då förekom det extra vippningar på grund av vibrationer. En kort video visar hur Netatmo skakar rejält redan vid torrväder och vindstilla. Fenomenet ökar säkert vid skyfall eller blåsväder. När vippan är nästan full med regnvatten kan den tippa i förtid på grund av vibrationer. Det kan förklara högre summa regn som uppmättes både vid varje regntillfälle och totalt under mätperioden. Denna analys stöddes också av mätdata från två andra kommunala Adcon regnmätare i Trelleborgs tätort.

Som en konsekvens av de observerade problemen med extra vippningar flyttades NVR:n vid Trelleborgs ARV till en ny position ca 40 m söderut från den professionella Adcon regnmätaren den 30:e augusti 2022.

Under den tid som de jämförande regnmätningarna gjordes vid ARV Trelleborg visade det sig att även den professionella regnmätaren av typ Adcon hade problem med extra vippningar orsakade av vibrationer. Denna mätare uppmätte en total nederbörd på 670,6 mm medan den andra professionella regnmätaren Adcon i centrala Trelleborg visade 652,6 mm i samma period. Det har därför beslutats att ersätta Adcon-mätaren vid ARV Trelleborg med en ny nederbördsräknare av typ Casella som markinstallation.

På grund av de problem som redovisats med vibrationer och extra vippningar är den del av Försök 2 som gjordes med NVR installerad på tak inte ”rättvis”. Dessa mätningar har dock inkluderats här för fullständighetens sak. När Netatmo var korrekt installerad blev avvikelse mellan NVR och mätare av professionell standard minus 3–6 % både i Trelleborg och Svedala.

Maximalt möjlig mätbar regnintensitet

Det finns en begränsning gällande den maximala

regnintensiteten som Netatmo regnsensor kan mäta. Om man håller i vatten i Netatmos regnsensor för snabbt vid kalibreringsprocessen, registreras inte alla vippningar av regnsensorn. Det fungerar bra att höra och räkna dessa vippningar och använda vid kalibreringen – framtagandet av kalibreringsvolym, men man skall vara medveten om att summa regn som sparas från kalibreringen i filen blir fel. Det är antal vippningar som man hört och antecknat som gäller. Efter en genomförd kalibreringsprocess får man i alla fall bortse från dessa data och radera dem i webbtjänsten så att summa regn i databasen stämmer med verkliga väderdata.

För Netatmos regnsensor bör inte tidsupplösning 5 minuter i registrering av pulser vara något problem då regnpulser räknas och summeras i regnsensorn och sedan rapporteras var 5:e minut till väderstationen. Att Netatmo missar registrera pulser vid hög regnintensitet kan i stället bero på regnsensorns storlek och konstruktion dvs storleken av regnsensorns uppsamlingsyta, vippans storlek eller förmåga att räkna regnpulser tillräckligt snabbt vid kraftiga skyfall.

Stresstest med trädgårdsslang i april 2024 visade att den yttersta fysiska gränsen för uppmätt momentan regnintensitet för Netatmo regnsensor var 120 mm/h = 333 l/s/ha. Regnar det snabbare, missar Netatmo regnvolymer utöver denna gräns. Netatmo regnsensor som användes vid testet hade firmware 14.

Slutsatser

Regnmätningar med en privat väderstation av fabrikat Netatmo fungerar överlag bra. Baserat på de mätningar som beskrivs i denna artikel så stämmer totalvolymer väl både i jämförelse med SMHI-mätare och i jämförelse med vippmätare av professionell standard såsom fabrikat Adcon och Unidata. Mätt över längre tidsperioder tenderar Netatmo att registrera något lägre totalvolymer (minus 3–6%) än de professionella mätarna. Detta kan förklaras med att Netatmo missar mätvärden som är högre än den maximala intensiteten 120 mm/h som den kan mäta och därmed saknas dessa volymer.

Regnmätare måste installeras noggrant, vilket uppenbarades under de jämförande mätningarna. I detta fall var det vibrationer som fortplantades till Adcons regnsensor och orsakade extra vippningar.

Detta problem rättades till och de senare genomförda jämförande mätningarna gjordes med korrekt uppställd mätare.

Ett problem med Netatmo är den övre gräns, max-värde, som existerar vad gäller mätbar regnintensitet. Denna övre gräns beror på rent fysiska begränsningar hos mätaren. Ett andra problem, som måste hanteras om data från privata Netatmo-mätare ska användas professionellt, gäller kvalitetskontroll av mätdata. Även om själva mätaren fungerar väl, vilket visats i detta arbete, så är korrekta mätdata även beroende av att hanteringen av utrustningen är välskött.

För att kunna använda eller testa Netatmo väderstation med regnsensor i den offentliga IT miljön

krävs det en egen router med 2,4 GHz Wi-Fi nätverk och ett 4G SIM-kort vars abonnemang ägs av en privatperson. Netatmo blockerar allt trafik så fort den känner igen att man försöker koppla sig mot företags Wi-Fi nätverk. Det är inte heller möjligt att koppla Netatmo väderstation till Wi-Fi nätverk med 5 GHz frekvensband.



Referenser

- Andersson, J. C. M., Olsson, J., van de Beek, R. (C. Z.), and Hansryd, J. (2022). OpenMRG: Open data from Microwave links, Radar, and Gauges for rainfall quantification in Gothenburg, Sweden, *Earth Syst. Sci. Data*, 14, 5411–5426, <https://doi.org/10.5194/essd-14-5411-2022>.
- Bengtsson, L. (2023) Regn i Båstad, *VATTEN* 79: 61 – 70.
- Bárdossy A., Seidel, J., et El Hachem, A., 2021: The use of personal weather station observations to improve precipitation estimation and interpolation, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 25, 583–601, <https://doi.org/10.5194/hess-25-583-2021>
- de Vos, L. W., Leijnse, H., Overeem, A., & Uijlenhoet, R. (2019). Quality control for crowdsourced personal weather stations to enable operational rainfall monitoring. *Geophysical Research Letters*, 46(15), 8820–8829. <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2019GL083731>
- Hosseini S.H., Hashemi H., Larsson R., Berndtsson R., Bengtsson A., Bengtsson S., Dahl S., Olsson J., van de Beek R., South N., Palo M., Hammarlund H., Aspegren H., Granath S., Steen Kronborg S., Falk E. (2022), Kombinerade X-bandsanläggningar som väderradar, *Svenskt Vatten Utveckling*, 2022-10.
- Mapiam, P. P., Methaprayun, M., Bogaard, T., Schoups, G., & Ten Veldhuis, M. C. (2022). Citizen rain gauges improve hourly radar rainfall bias correction using a two-step Kalman filter. *Hydrology and Earth System Sciences*, 26(3), 775-794.
- MSB, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (2023), Metod för skyfallskartering av tätorter, Publikationsnummer: MSB2260, ISBN: 978-91-7927-435-1.
- Nyberg N., Mobini S., Karagiorgos K., Olsson J., Larsson R., Petersson L., van de Beek R., Gustafsson K., Grahn T. (2022), New data sources for cloudburst risk assessment and management, *VATTEN* 78: 77 – 85.
- South N., Hashemi H., Olsson L., Hosseini S.H., Aspegren H., Larsson R., Berndtsson R., Das R., Marmbrandt A., Olsson J., Persson A., (2019), Väderradar teknik inom VA Området – test av metodik, *Svenskt Vatten Utveckling*, 2019-3.