

Teknisk Rapport 10-16

Analyse og sammenligning af Hellmann og Pluvio nedbørsmålere

Data fra perioden 15. december 2009 - 15. oktober 2010

Peter Riddersholm Wang





Kolofon

Serie titel:

Teknisk Rapport 10-16

Titel:

Analyse og sammenligning af Hellmann og Pluvio nedbørsmålere

Undertitel:

Data fra perioden 15. december 2009 - 15. oktober 2010

Forfatter(e):

Peter Riddersholm Wang

Andre bidragydere:

Mikael Scharling og Kenan Vilic

Ansvarlig institution:

Danmarks Meteorologiske Institut

Sprog:

Dansk

Emneord:

Hellmann, Pluvio, nedbør, nedbørstype, målertype, regularitet

Url:

www.dmi.dk/dmi/tr10-16

ISSN:

1399-1388

Website:

www.dmi.dk

Copyright:

Danmarks Meteorologiske Institut

Indhold

Kolofon	2
1 Resumé	4
2 Indledning	5
3 Metode	6
3.1 Periode	6
3.2 Stationer	6
3.3 Regularitet	6
3.4 Nedbørstyper	6
3.5 Kvalitetskontrol	7
4 Resultater	8
4.1 Regularitet	8
4.2 Nedbørstyper	8
4.3 Stationspar	11
5 Konklusion	12
Referencer	13
Bilag A - Stationspar	14

1. Resumé

En analyse af 60 stationspar, hver bestående af en manuel Hellmann og en automatisk Pluvio nedbørsmåler, er analyseret for en periode på 10 måneder. Analysen har til formål at belyse overensstemmelser - og afvigelser - mellem målinger fra de to målertyper, der ideelt set bør være identiske.

Resultaterne viser, at der er en høj grad af overensstemmelse mellem de to målertyper. Der er dog fundet afvigelser ift. antallet af tørvejrsgage, hvilket sandsynligvis skyldes, at visse Pluvio målere registrerer en lille mængde nedbør på tørre dage med meget blæst. Dette ændrer meget lidt i det samlede regnskab over nedbørssum, men slår ud hvis man opgør antal tørvejrsgage.

2. Indledning

I forbindelse med en overordnet strategisk beslutning om at automatisere DMIs stationsnet, er det besluttet at nedlægge nettet af manuelle Hellmann målere og i stedet benytte automatiske målinger, herunder et nyetableret net af Pluvio nedbørmålere.

Nærværende rapport sammenligner de første 10 måneders nedbørdata (15. december 2009 til 15. oktober 2010) med sigte på at belyse overensstemmelser og afvigelser de to målertyper imellem.

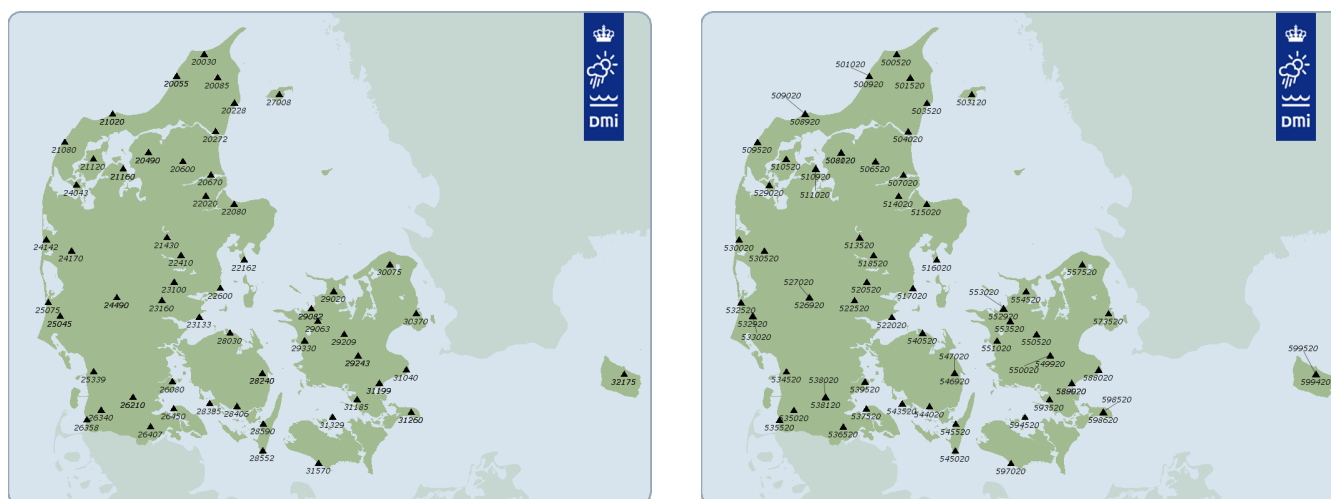
3. Metode

For at undersøge overensstemmelser og afvigelser i måling af nedbørssum de to målertyper imellem, sammenlignes nedbørsmængde målt i Pluvio målerne med Hellmann målerne. Disse *stationspar* er placeret tæt ved hinanden, hvilket medfører at de ideelt set bør have identiske målinger, og eventuelle forskelle vil blive analyseret i senere afsnit. De 60 *stationspar* der indgår i analysen er ligeligt fordelt henover landet.

3.1 Periode

Analysen baserer sig på data fra perioden 15. december 2009 til 15. oktober 2010.

3.2 Stationer



Figur 3.1: Stationer med hhv. Hellmann (venstre) og Pluvio (højre) målere.

På figur 3.1 ses, hvilke stationer der er medtaget i analysen, og deres respektive DMI stationsnumre. Den indbyrdes afstand mellem stationerne er i alle tilfælde under 707 meter.¹ I visse tilfælde har en Pluvio måler to stationsnumre tilknyttet, hvilket skyldes en omlægning i databasen i foråret 2010. Data er ikke påvirket af disse ændringer i metadata.

3.3 Regularitet

Mens de manuelle Hellmann målinger indrapporteres en gang i døgnet, registrerer de automatiske Pluvio målere nedbørsmængde hver 10. minut. Et kriterie for at kunne sammenligne data fra de to stationsnet er således, at der er indrapporteret $6 \cdot 24 = 144$ målinger i døgnet fra Pluvio målerne. Dette er dog langt fra tilfældet for alle stationerne i perioden. I analysen er derfor kun medtaget data fra en station på dage, hvor der ikke mangler data.

Regnearket *regularitet.xlsx* indeholder oplysninger om regulariteten af de Pluvio målere der indgår i analysen. Tallene i hver celle indikerer antal manglende data.

¹Kriteriet er opstillet, så afstanden er under 500 meter i nord-sydlig og øst-vestlig retning. Højeste afstand er derfor $\sqrt{500m^2 + 500m^2} \approx 707m$

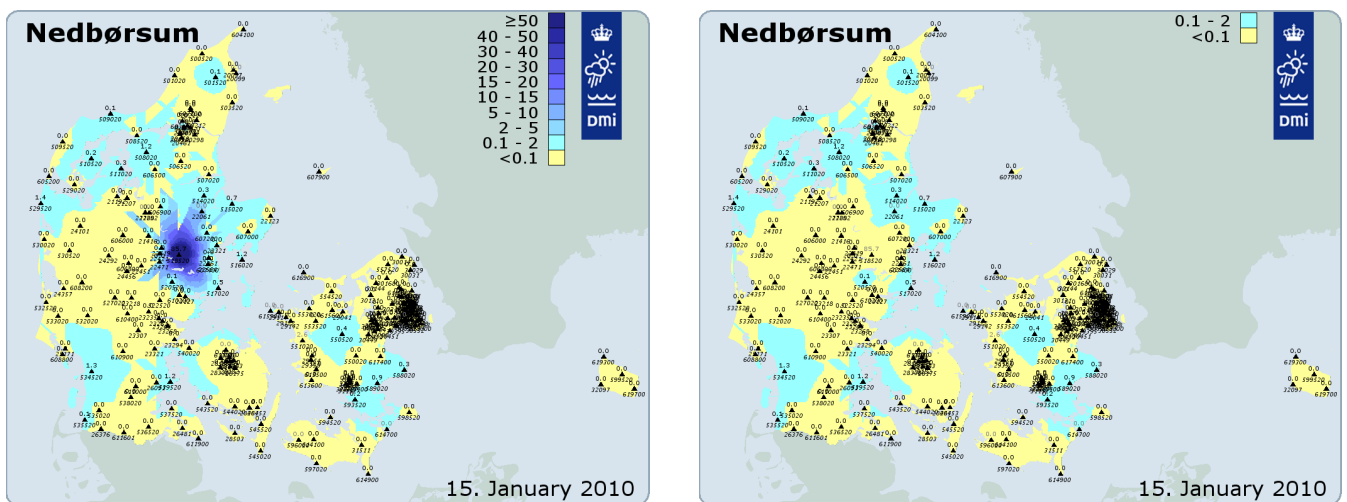
3.4 Nedbørstyper

Det er et velkendt fænomen, at fast nedbør ofte er sværere at måle end flydende. I rapporten skelnes der mellem sne og regn, ved at opdele resultaterne to perioder: december - februar og marts - oktober. I vinteren 2010 faldt der meget sne, og resultaterne for perioden december - februar vil således vise, om der er overensstemmelse mellem Hellmann og Pluvio målinger, når nedbøren primært falder som sne, og tilsvarende for regn i perioden marts - oktober.

Der er i alle tilfælde kun medtaget målinger, hvor mindst en af målertyperne i et givent stationspar har registreret nedbør > 0,1 mm. Tørvejrsgange medtages altså ikke, da dette vil påvirke resultaterne i retning af større entydighed mellem målingerne.

3.5 Kvalitetskontrol

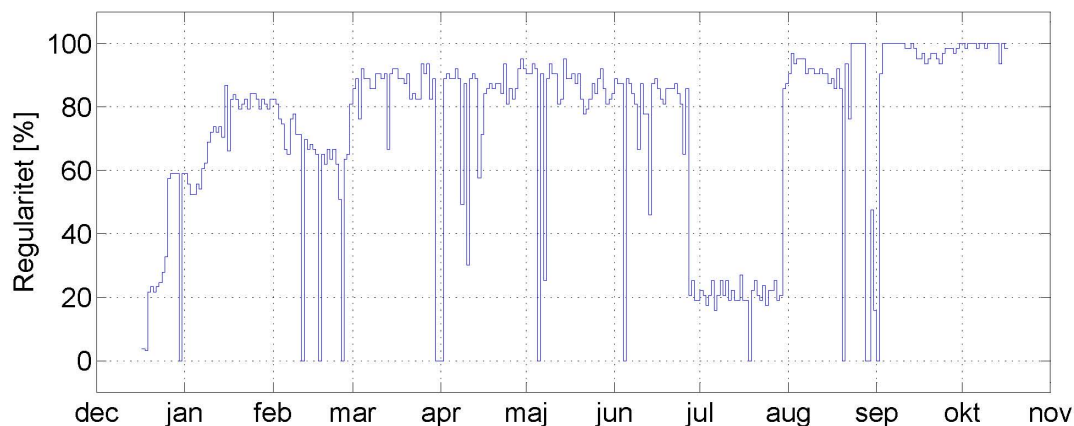
Data fra Hellmann målerne er blevet kvalitetskontrolleret på døgngniveau som led i DMI's generelle kvalitetssikring, hvorimod data fra Pluvio målerne kun ligger som rå data i DMI's databaser. For at kunne sammenligne de to datasæt, er en tilsvarende kvalitetskontrol udført for Pluvio målerne. Kvalitetskontrollen er baseret på check af døgnsammen, og et eksempel er angivet i figur 3.2, hvor målingen fra station 518520 tydeligt er behæftet med fejl, og således udelukkes fra analysen.



Figur 3.2: Eksempel på kvalitetskontrol af data fra Pluvio målerne. Til højre er station 518520 udelukket fra datamaterialet.

4. Resultater

4.1 Regularitet



Figur 4.1: Regularitet for Pluvio målerne i perioden 15. december 2009 til 15. oktober 2010.

Figur 4.1 viser regulariteten for de Pluvio målere, der indgår i rapporten. Grafen viser, hvor stor en procentdel af de operationelle Pluvio målere, hvorfra der er lagret samtlige 144 målinger pr. dag i databasen. Som det fremgår af regnearket *regularitet.xlsx* er antallet af Pluvio stationer ikke konstant henover perioden, hvorfor grafen viser andelen i procent. Når der er en fejl for en station, kan det både skyldes fejl på selve stationen, fejl i lagringen i databasen eller at den er udelukket via kvalitetskontrollen.

Regulariteten var lavere i vintermånederne end resten af året. Derudover ses det, at der i juli måned var meget lav regularitet, hvilket skyldes fejl i lagringen i databasen, og kan således ikke tilskrives målerne. I de tilfælde hvor regulariteten falder til 0% i en kort periode skyldes ligeledes fejl i databasen (se fx i starten af maj og juni). Fra starten af september til 15. oktober var regulariteten ikke under 93%.

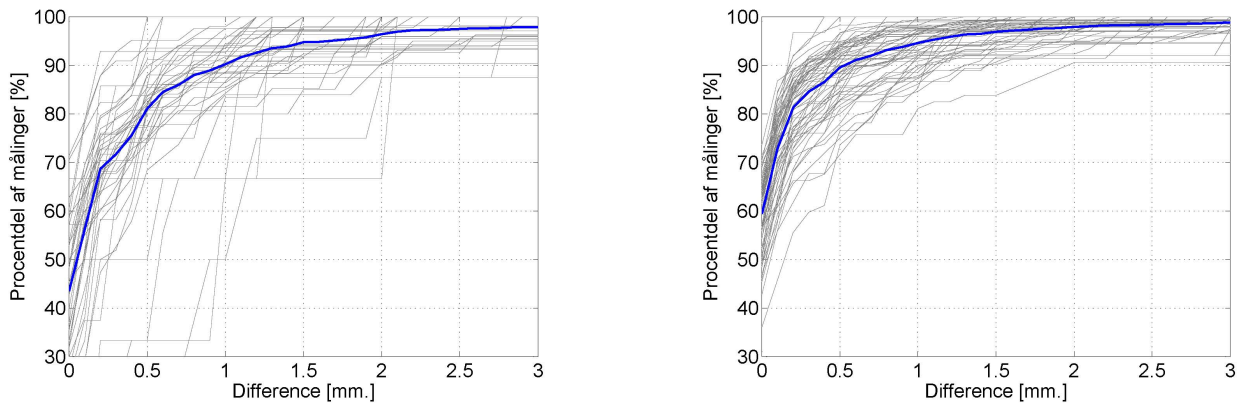
4.2 Nedbørstyper

Flere af resultaterne viser forskellen mellem målingerne fra de to stationsnet, og i alle tilfælde er differencen d beregnet som

$$d = X_{Hellmann} - X_{Pluvio} \quad (4.1)$$

hvor X angiver nedbørssum. En positiv (negativ) difference er altså udtryk for, at Hellmann måler højere (lavere) end Pluvio.

Figur 4.2 viser procentdelen af målingerne ift. differencen. I dette tilfælde betegner differencen absolutværdien af d . Fx. kan det aflæses, at differencen er under 1 mm. for 90% af målingerne, når nedbøren falder som sne. I tabel 4.1 er angivet værdier for samtlige målinger for bestemte differencer.



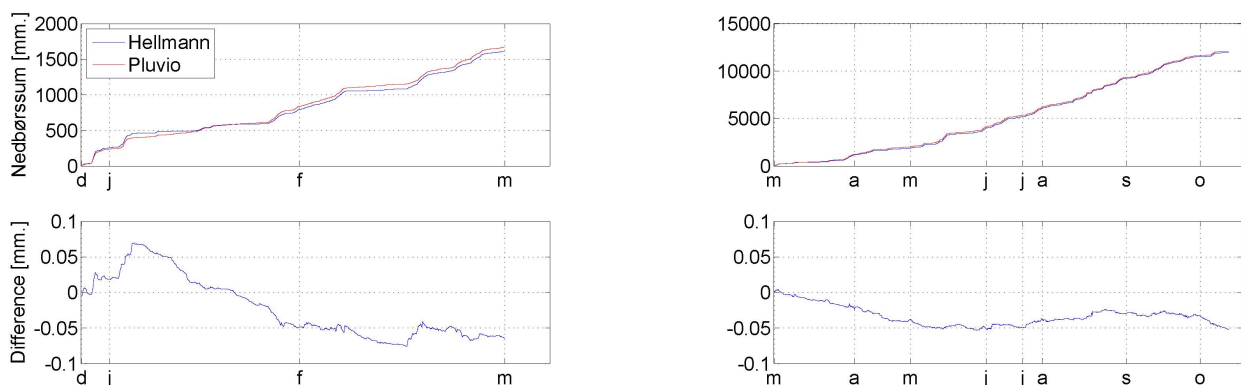
Figur 4.2: Procentdel af målinger ift. differencen mellem målingerne for sne i perioden december - februar (venstre) og regn i perioden marts - oktober (højre). De grå linjer repræsenterer de enkelte stationspar, mens den blå er for samtlige målinger.

De enkelte stationspar performer ikke lige godt. For det 'værste' stationspar gælder, at 88% af målingerne har difference under 3 mm., når nedbøren falder som sne.

Difference [mm.]	Sne [%]	Regn [%]
< 0,5	81	90
< 1,0	90	95
< 3,0	98	99

Table 4.1: Procentdel af målinger ift. differencen mellem målingerne for sne i perioden december - februar (venstre) og regn i perioden marts - oktober (højre).

Der er generelt god overensstemmelse mellem de to datasæt, men forskellen på de to datasæt er størst, når nedbøren falder som sne.



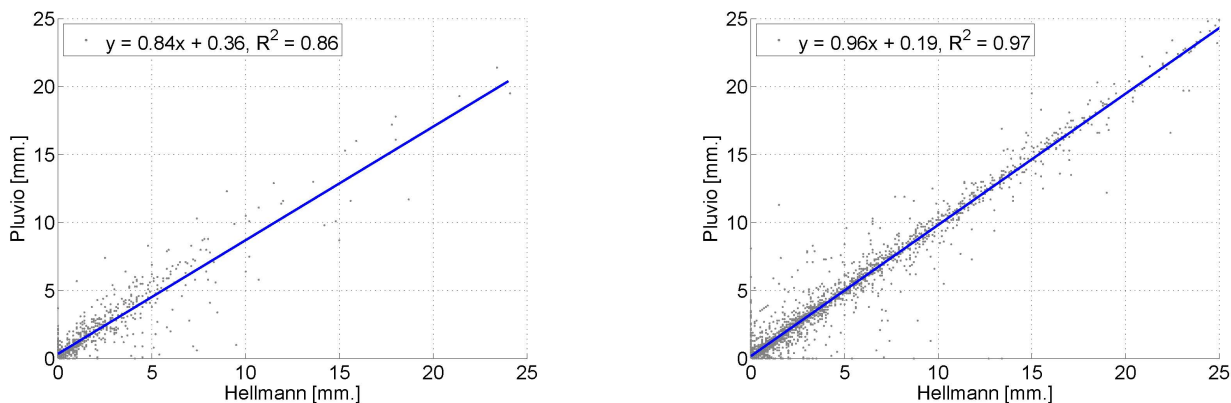
Figur 4.3: Sumkurver for sne i perioden december - februar (venstre) og regn i perioden marts - oktober (højre). Differencen er [Hellmann - Pluvio].

I figur 4.3 ses den totale nedbørssum i perioderne for sne og regn. Bemærk at antallet af målinger varierer fra måned til måned som følge af regulariteten beskrevet i afsnit 3.3 og 4.1. Nederste panel viser differencen mellem målingerne fra de to stationsnet.

I starten af januar og for en kort periode i februar stiger differencen, svarende til at Hellmann målerne registrerede en højere mængde sne end Pluvio målerne, mens differencen aftager i resten af perioden for sne.

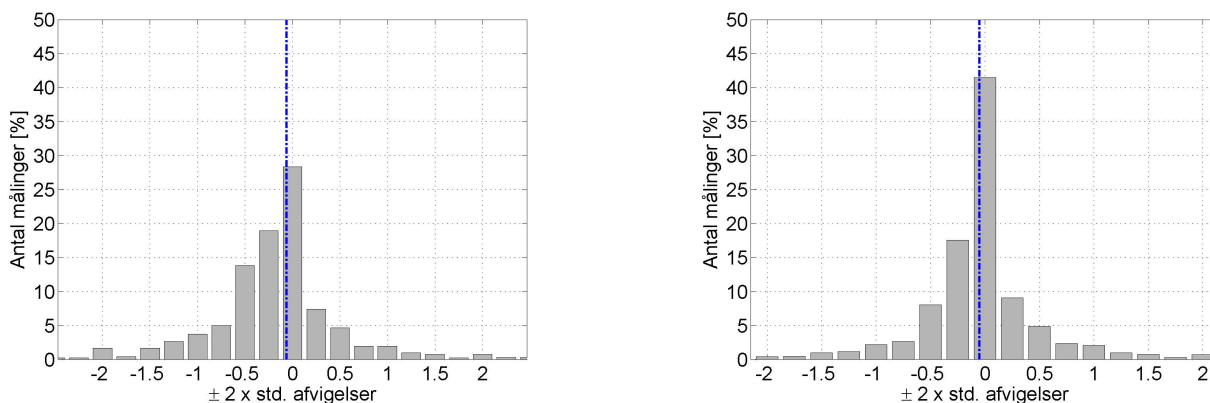
I foråret falder differencen ligeledes, mens den er mere konstant i perioden marts - oktober.

Et scatterplot af samtlige målinger og en lineær regression vises i figur 4.4. Den større spredning for sne ift. regn ses tydeligt ved at sammenligne de to plots. Den lineære regression viser også, at forklaringsgraden er størst for regn (0,97) ift. sne (0,86).



Figur 4.4: Scatterplot og lineær regression for sne i perioden december - februar (venstre) og regn i perioden marts - oktober (højre).

Spredningen af målingerne er ligeledes vist i figur 4.5, hvor et histogram angiver fordelingen af differencen sammen med gennemsnittet af differencerne. Bemærk at længden af x-aksen angiver to standard afvigelser i hver retning.



Figur 4.5: Histogram over differencerne for sne i perioden december - februar (venstre) og regn i perioden marts - oktober (højre). Den blå stiplede linje angiver gennemsnittet af differencerne. Bredden af søjlerne svarer til 0,25 mm.

Igen ses det, at spredningen er størst for sne, hvor 28% af differencerne falder indenfor intervallet $\pm 0,125$ mm., mens det for regn er 42%.

Antallet af tørvejrsgage er også beregnet for de to datasæt. En tørvejrsgage er her defineret som en dag med $< 0,1$ mm. nedbør.

	Tørvejrdsdage [%]		Tørvejrdsdage [%]
Hellmann	46,6	Hellmann	58,0
Pluvio	30,4	Pluvio	50,6
Difference	16,2	Difference	7,4

Tabel 4.2: Tørvejrdsdage for sne i perioden december - februar (venstre) og regn i perioden marts - oktober (højre).

Der er en klar tendens til, at Pluvio målerne registrerer færre tørvejrdsdage end Hellmann målerne, 16,2% for sne og 7,4% for regn. En mulig forklaring er, at visse Pluvio stationer registrerer en lille mængde nedbør på tørre dage med meget blæst (0,1 - 0,5 mm.). Hvis man definerer en tørvejrdsdag som en dag med under 0,5 mm. nedbør er differencerne kun hhv. 4,7% for sne og 1,5% for regn.

I tabel 4.3 er nogle centrale resultater opsummeret:

Nedbørstype	Difference [mm.]	Spredning [mm.]	R ²	Tørvejr [%] (< 0,1 mm.)	Tørvejr [%] (< 0,5 mm.)
Sne	-0,07	1,23	0,86	16,2	4,7
Regn	-0,05	1,07	0,97	7,4	1,5

Tabel 4.3: Resultater for de to datasæt for sne i perioden december - februar og regn i perioden marts - oktober. Difference angiver gennemsnittet af differencerne. Tørvejrdsdage angiver forskellen i antal mellem de to datasæt, hvor en tørvejrdsdag enten er defineret som en dag med under 0,1 mm. eller under 0,5 mm. nedbør.

4.3 Stationspar

I Bilag A ses resultater for de enkelte stationspar. Forklaringsgraden viser, at alle stationspar performer relativt ens med undtagelse af stationspar 29082 / 553020. Differencen overstiger kun i et enkelt tilfælde 1 mm./dag, mens forklaringsgraden er over 0,9 for 55 ud af 60 stationspar. Antallet af tørvejrdsdage er positivt for alle stationspar på nær et, hvilket bekræfter at Pluvio målerne registrerer færre tørvejrdsdage end Hellmann.

5. Konklusion

Resultaterne viser, at der er en høj grad af overensstemmelse mellem de to målertyper. Der er dog fundet afvigelser ift. antallet af tørvejrsgage, hvilket sandsynligvis skyldes, at visse Pluvio målere registrerer en lille mængde nedbør på tørre dage med meget blæst. Dette ændrer meget lidt i det samlede regnskab over nedbørssum, men slår ud hvis man opgør antal tørvejrsgage.

De enkelte delkonklusioner, er som følger:

- Der er størst overensstemmelse, når nedbøren falder som regn ift. sne
- Forklaringsgraden for den lineære regression er hhv. 0,86 for sne og 0,97 for regn
- Forskellen er under 1 mm. i hhv. 90% af alle målinger for sne og 95% af målingerne for regn
- Forskellen på de to datasæt er mindst i perioden maj - oktober
- Pluvio målerne registrerer færre tørvejrsgage end Hellmann målerne. Forskellen er 16,2% for sne og 7,4% for regn
- De enkelte stationspar viser god overensstemmelse mellem målingerne

Referencer

Tidligere rapporter fra Danmarks Meteorologiske Institut kan findes på:
<http://www.dmi.dk/dmi/dmi-publikationer.htm>

Bilag A - Stationspar

	Difference [mm.]	Spredning [mm.]	R2	Torvejrskdage [%]	Maalinger
20055/500920	-0.12105	0.69281	0.96243	8.9552	57
20055/501020	-0.30385	0.93489	0.92275	11.9048	52
20085/501520	-0.23889	1.0799	0.90577	14.1509	54
20228/503520	0.013043	0.42146	0.96305	8.3333	69
20272/504020	-0.12703	1.4845	0.92076	6.6667	37
20600/506520	0.05	1.5239	0.90368	1.8519	34
20670/507020	0.025253	1.0721	0.94428	7.3684	99
20490/508020	0.34	1.0001	0.90862	10.989	50
21020/508920	-0.098551	1.5216	0.94097	8.209	69
21020/509020	-0.096875	1.4072	0.88629	10	32
21080/509520	-0.14337	1.2973	0.907	8.6614	83
21120/510520	0.10816	1.1294	0.78189	21.1765	49
21160/510920	0.4	1.3144	0.95216	8.8235	45
21160/511020	0.27458	1.1	0.93959	26.3158	59
21430/513520	-0.061538	0.041763	0.99681	6.8293	104
22020/514020	-0.0066116	0.79954	0.95643	33.5165	121
22080/515020	-0.25	0.26624	0.97817	16.4634	88
22162/516020	-0.077869	0.13933	0.99376	16.4384	122
22410/518520	0.047826	0.088	0.99586	1.1236	46
23100/520520	-0.16027	0.24305	0.98943	14.8438	73
23133/522020	-0.07013	0.49509	0.97297	1.8868	77
23160/522520	-0.10556	1.0615	0.91927	11.7284	90
24490/527020	-0.013725	0.20521	0.95566	4.5455	51
24043/529020	0.29322	1.3148	0.8223	8.0645	59
24142/530020	-0.0027273	0.25269	0.98668	8.7156	110
24170/530520	-0.077143	1.0259	0.96079	4.6512	105
25075/532520	-0.073118	0.66414	0.96655	22.093	93
25045/533020	0.10714	0.5	0.92634	15	28
25339/534520	-0.43967	0.49489	0.95381	20.2247	121
26340/535020	0.047222	0.57549	0.97719	10.6195	72
26358/535520	-0.18462	0.24447	0.93227	18.0328	39
26407/536520	0.033065	0.72409	0.95996	4.2918	124
26450/537520	-0.094531	0.3087	0.97651	10.3604	128
26210/538020	-0.0475	0.16358	0.97184	14.7541	40
26210/538120	0.11781	0.1468	0.99582	5.0725	73
26080/539520	-0.31895	0.34388	0.97473	8.2803	95
28030/540520	-0.134	0.19014	0.99283	17.2619	100
28385/543520	-0.069524	0.58568	0.96292	0.65359	105
28406/544020	-0.02987	0.091357	0.9961	3.2258	77
28552/545020	-0.18889	0.075294	0.99337	6.4516	18

	Difference [mm.]	Spredning [mm.]	R2	Tørvejrskorrel. [%]	Maalinger
28590/545520	-0.1675	0.25599	0.96429	4.4118	40
28240/546920	0.0045455	0.096871	0.99569	0	44
28240/547020	-0.30698	0.20073	0.97116	19.4444	43
29243/549920	0.050746	0.53435	0.98393	6.1069	67
29243/550020	0.2	0.89677	0.94624	7.2464	29
29209/550520	0.063158	4.4821	0.84033	10.989	57
29330/551020	-0.2	0.28689	0.98654	17.5439	131
29082/552920	0.014286	0.59434	0.97505	22	56
29082/553020	-0.0125	4.5333	0.12102	10.9091	24
29063/553520	-0.24048	0.70951	0.97336	5.5556	42
29020/554520	0.21636	0.22638	0.99879	0.86207	55
30075/557520	-0.055814	0.27511	0.99477	2.8571	43
30370/573520	-0.81167	2.6998	0.99244	4.2373	60
31040/588020	0.904	5.1569	0.98302	18.0556	50
31199/588920	0.12464	1.7317	0.92918	14.4144	69
31185/593520	0.095313	1.0749	0.96411	7.0866	64
31329/594520	0.28	3.2346	0.93205	-0.86207	50
31570/597020	-0.036538	0.77932	0.98679	6.0606	52
31260/598620	-1.0406	1.7052	0.93458	14.8649	32
32175/599420	-0.041818	0.11907	0.9955	10.2564	55

Tabel 5.1: Resultater for de to datasæt for de enkelte stationspar i perioden december - oktober. Venstre kolonne er DMI stationsnummer, angivet som **Hellmann / Pluvio**. Difference angiver gennemsnittet af differencerne, mens tørvejrskorrel. angiver forskellen i antal mellem de to datasæt. Målinger angiver antal dage med data der indgår i analysen.