

Skrift nr. 17

Spildevandskomiteens regnmålersystem



Aalborg Universitetsbibliotek

530003622613



1980

DIF Spildevandskomiteen

Glostrup centret

Indholdsfortegnelse

1	Indledning	7
2	Forhistorie	9
3	Kort systembeskrivelse	12
4	Kriterier for valg af registrerede data	13
4.1	Nedbørsmåling	13
4.2	Temperatur-varmemåling	14
4.3	Automatisk kalibreringskontrol	15
4.4	Netstrøm	15
4.5	Nødstrøm	16
4.6	Kabelfejl	16
4.7	Service	16
5	Nedbørsmåler	17
5.1	Vippekar	17
5.2	Kontakt og kabel	18
5.3	Tragt og kappe	18
5.4	Hævertenhed	18
5.5	Temperatur-varmesystem	19
5.6	Stander	20
5.7	Automatisk kalibreringskontrol	21
6	Forudgående laboratorieforsøg	23
7	Placering af nedbørsmåler	26
8	Registreringsenhed	28
8.1	CPU-modul og programlager	29
8.2	Telefoninterface	30
8.3	Regnmålerinterface	30
8.4	Servicemodul	30
8.5	Strømforsyning	30
8.6	Datalager	32
8.7	Skriver	34
9	Opkalde- og modtageenhed	35
10	Transmissionsprocedure	38

11	Dataindsamling ved meteorologisk institut (MI)	40
11.1	Programsystemet ved MI	40
11.1.1	Opkaldsprogram	40
11.1.2	Databasemonitor og databasefil	41
11.1.3	Arkiv-program	41
11.1.4	Andre programmer	42
11.2	Strategi i forbindelse med opkald og dataindsamling	42
11.2.1	Beslutning om opkald	42
11.2.2	Kommando til OME	42
11.2.3	Indlæsning af data	44
11.2.4	Datakontrol og lagring	44
11.2.5	Opdatering af opkaldstabel	47
12	Databehandling	48
12.1	Månedsoversigt	49
13	Drift	52
13.1	Daglig datakritik	52
13.2	Årligt servicebesøg på regnmålerstationer	52
13.3	Årligt kontrol af regnmålerplacering	53
13.4	Rengøring af regnmålertragt og plasticbeholder	53
13.5	Papirskift på skriver	53
13.6	Automatisk kalibreringskontrol	53
14	Litteratur	54
Bilag:	Mark- og laboratoriekalibrering	55

Forord

Ved Dansk Ingeniørforenings Spildevandskomité's reorganisation i 1973 stod det klart, at det var muligt at gennemføre en forbedring af vandkvaliteten i vore omgivelser ved øget rensning af det daglige spildevand; men det stod samtidigt klart, at en tilsvarende forbedring for så vidt angår forurening hidrørende fra afledning af regn fra byer ville blive vanskelig at udtale sig kvantitativt om på det foreliggende videngrundlag. Siden da har Spildevandskomiteen koncentreret den helt dominerende del af sin indsats på koordineret løsning af det spektrum af problemer, som er knyttet til regnafledning fra byer, regnstatistik, overfladeafstrømning, rørstrømning, regnvandsbassiner, virkning i recipienter, oversvømmelseshyppighed, etc.

En væsentlig vanskelighed ved vurdering af regnafledningens miljømæssige betydning er regnens stokastiske natur. For at kunne bearbejde regndata statistisk, kræves et stort datamateriale, hvilket hidtil har manglet. Det projekt – det såkaldte regnmålerprojekt – der er omtalt i dette skrift, har til formål at skaffe den nødvendige mængde regndata til en statistisk bearbejdning af korttidshændelser.

Der er fra mange sider lagt en væsentlig indsats i projektet.

Først og fremmest må nævnes civilingeniør Anette Henze, som har været fuldtidsansat ved Spildevandskomiteen under hele projektet. Hun lagde grunden til den telemetriske løsning under forarbejdet og har været en uundværlig hjælp under projektets gennemførelse. Som led i projektet har der været ydet en stor indsats af Meteorologisk Institut ved statmeteorologerne Henning Madsen (regnmålerplacering), Walter Larsen og S. E. Hesselsø (EDB) samt F. Lynge Larsen (datakritik). Licitationen for projektet blev vundet af firmaet ISS Inmentic a.s., hvis medarbejdere takkes for samarbejdet under projektet.

Forprojektet til regnmålersystemet har været finansieret af Det kommunale Momsfond. På grundlag heraf blev et projektoplæg udsendt til landets lokale myndigheder, hvoraf 29 kommuner og 1 amt tegnede sig for i alt 43 regnmålere. Prisen pr. regnmåler har foruden de direkte omkostninger dækket Spildevandskomiteens indsats i det samlede projekt. Uden denne

interesse fra kommunernes side ville projektet ikke kunne have været gennemført.

Gennem udvalgsarbejder og projekter udsendes ved Spildevandskomiteens foranstaltninger diverse rapporter. Disse rapporter er karakteriseret ved at indeholde analyser og vurderinger, som ikke nødvendigvis tegner en samlet linie for Spildevandskomiteen. I modsætning hertil er skrifterne, hvoraf dette er nr. 17, udtryk for en linie, som forventes at blive stående i en årrække; i dette tilfælde et system til regnmåling, som forventes at skaffe data om korttidsregns statistiske natur ved løbende registrering flere år frem i tiden. Udkast til skriftet har derfor været forelagt til godkendelse i Spildevandskomiteens forretningsudvalg. I denne forbindelse ønsker jeg at udtrykke min tak til civilingeniør Jørgen Christensen, som i hele projektets forløb nøje har fulgt arbejdet og ydet væsentlige bidrag til projektets udformning.

Spildevandskomiteens medlemmer har ved de ordinære generalforsamlinger godkendt projektets forløb og udkast til dette skrift har været udsendt til godkendelse.

Jeg ønsker at takke alle implicerede for de bidrag, der har været ydet undervejs, med ønsket om, at regnmålersystemet må være til hjælp for den enkelte kommune i den daglige drift og at de opnåede data må bidrage væsentligt til vor viden om korttidsnedbør som grundlag for dimensionering af afløbssystemer.

Poul Harremoës

Professor

Formand for DIF's Spildevandskomité

1 Indledning

Regn over byer kan forårsage skadelige effekter af to typer: oversvømmelse og forurening. Karakteristisk ved disse effekter er, at de optræder pludseligt og relativt sjældent. Det er specielt de statistiske aspekter af disse begivenheder, som gør dem vanskelige at håndtere med hensyn til dimensionering og analyse af afløbssystemer. Der sker for tiden en målbevidst indsats i Danmark såvel som i udlandet for at opbygge et forbedret videngrundlag for hele regnproblematikken i alle dens forskellige aspekter. Et meget væsentligt aspekt i denne sammenhæng er selve regnhændelsen og dens statistiske natur.

I 1930'erne var nogle kommuner (Gentofte, Odense, Vejle, Esbjerg, Århus og Ålborg) så forudseende, at de hver lod opstille en regnmåler til måling af korttidsnedbør. Disse regnmålere har i varierende omfang været drevet kontinuert siden og udgør idag en helt uundværlig kilde til data om korttidsregn. Disse data har i to omgange (Spildevandskomiteens skrift nr. 6, 1953 og nr. 16, 1974) ligget til grund for manuel statistisk bearbejdning baseret på teorien om regnrækker.

Med nye beregningsmetoder baseret på EDB og ud fra ønsket om mere nøjagtig analyse af regnhændelser og afstrømningsforløb stod det klart:

1. at regnrækkers simplificerende forudsætninger var en for grov forenkling i forhold til de virkelige regnhændelser og i forhold til de nye metoders forventelige nøjagtighed.
2. at manuelt betjente regnmålere med grafisk udskrift af regnhændelsen var utidsvarende ud fra ønsket om EDB-behandling af dataene.

Spildevandskomiteen og Laboratoriet for teknisk Hygiejne har i fællesskab gennemført et projekt baseret på overførsel af de tilgængelige regndata fra Gentofte og Odense fra papirudskrift til EDB-bånd. Det vældige arbejde, som lå i denne overførsel, har klart dokumenteret påstand 2: at de eksisterende regnmålere var utidsvarende. Den efterfølgende statistiske bearbejdning af dataserien fra Gentofte publiceret i Leif Johansens licentiatrapport: »Dimensionsgivende regnhændelser for afløbssystemer«, 1979, [1] var en

tilsvarende dokumentation af påstand 1: at regnrækker er tidsvarende til nøjagtig analyse.

På dette grundlag etableredes et projekt til undersøgelse af alternative dataindsamlingsmetoder med det formål at etablere dataene direkte på EDB og at sikre en sådan opløsning i regnmængde og tid, at dataene ville være egnede til selv nøjagtig analyse af afløbssystemer.

2 Forhistorie

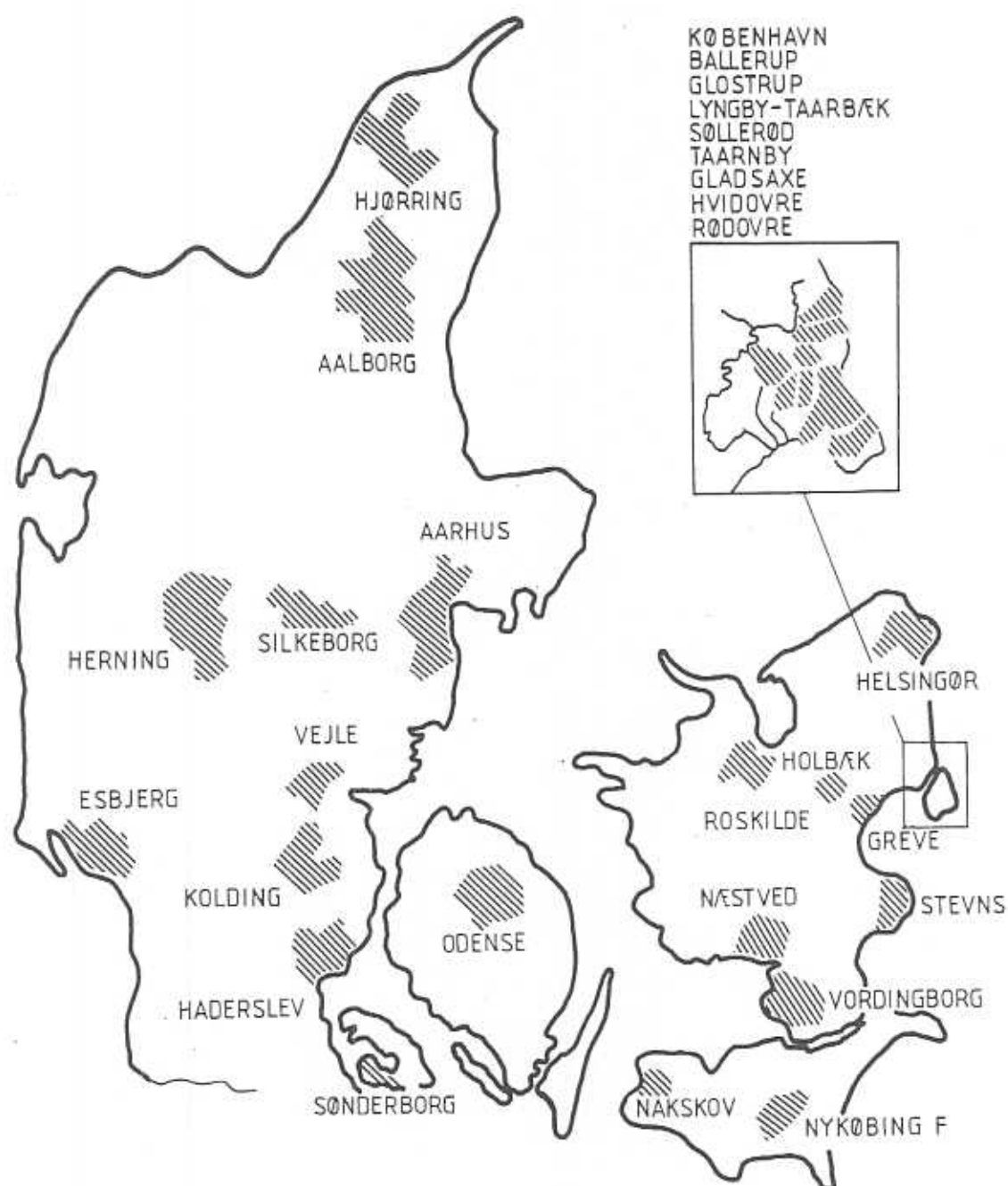
I 1975 ansøgte Det kommunale Momsfond om midler til undersøgelse af alternative regnmålersystemer. I samarbejde med et udvalg blev de foreliggende muligheder sammenlignet med kriterier til drift og nøjagtighed samt med kommunernes ønsker. Ved brev af 10.3.1976 blev alle kommuner og amter anmodet om at udtrykke, hvorvidt der var interesse for opstilling af én eller flere selvregistrerende regnmålere i den pågældende kommune for en pris af størrelsesorden 20.000 til 30.000 kr. 23 kommuner og 1 amt gav positive svar, hvilket var tilstrækkeligt til at sikre det økonomiske grundlag for projektet. Dette forarbejde blev præsenteret i en rapport: »Selvregistrerende regnmålere«, 1976, [2] som blev præsenteret for Spildevandskomiteens plenarforsamling, den 8.12.1976, hvor det blev vedtaget at fortsætte projektet. Ved brev af 18.2.1977 blev kommuner og amter anmodet om at give bindende tilsagn baseret på en største udgift på kr. 30.000 pr. regnmåler og en forventelig driftsudgift på kr. 4.500 pr. år pr. regnmåler. Den samlede tilslutning blev 29 kommuner og 1 amt, i alt 43 regnmålere. Figur 1 viser hvilke kommuner, der pr. 1.1.1979 er tilsluttet regnmålersystemet. Figur 2 viser den geografiske fordeling inden for Hovedstadsområdet. Tabel 1 viser, hvor mange regnmålere der er placeret i hver kommune og hvorvidt der er tilsluttet lokalskriver til øjeblikkelig aflæsning på stedet.

Konklusionen af forarbejdet var, som nøje beskrevet i den ovenfor omtalte rapport, at et regnmålersystem baseret på central indsamling af data via telefonnettet var den mest tidssvarende løsning. Udbudsmateriale baseret på denne løsning blev udsendt til 8 firmaer i bunden licitation d. 14.6.1977. Licitationen blev vundet af firmaet ISS Inmentic a.s. og kontrakt blev underskrevet d. 30.6.1977.

Den 31.8.1977 oprettedes kontrakt med Meteorologisk Institut, som ifølge kontrakten påtager sig, mod et årligt vederlag, at gennemføre alle telefonopkald, datakritik, dataarkivering samt månedlige og årlige oversigter over registrerede regnhændelser. Systemet startedes d. 1.1.1979, medens egentlig aflevering af hele systemet fandt sted d. 20.3.1979.

Den daglige drift foretages ifølge kontrakt af ISS Inmentic a.s. for så vidt angår al elektronik og af Meteorologisk Institut, hvad angår rutinemæssig

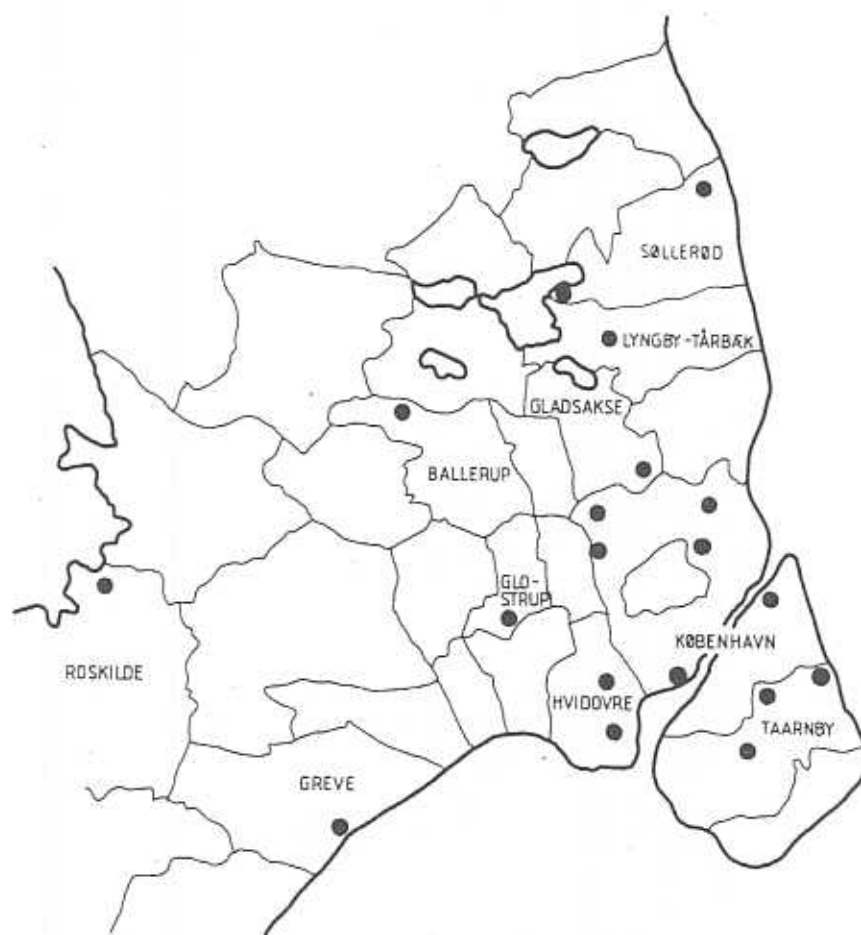
databearbejdning. Spildevandskomiteen etablerer en database på NEUCC på DTH, som vil indeholde de overførte data fra Gentofte og Odense, samt de data som modtages fra Meteorologisk Institut. Det er hensigten, at denne database skal danne grundlag for overordnede bearbejdnings af materialet med direkte henblik på dets anvendelse til analyse og dimensionering af afløbssystemer. Dette vil der blive redegjort for i skrift nr. 18.



Figur 1. Oversigt over de kommuner, som pr. 1.1.1979 er tilsluttet regnmålersystemet med i alt 43 regnmålere og 26 lokalskrivere.

Tabel 1. Oversigt over de kommuner, som er tilsluttet regnmålersystemet med angivelse af antallet af regnmålere og lokalskrivere

Kommune	Antal regnmålere	Antal lokalskrivere	Kommune	Antal regnmålere	Antal lokalskrivere
Aalborg	2	1	Nakskov	1	1
Ballerup	1	1	Næstved	1	1
Esbjerg	1	1	Nykøbing Falster	1	1
Gladsaxe	1	1	Odense	5	5
Glostrup	1	1	Roskilde	1	1
Greve	1	1	Rødovre	1	1
Haderslev	1	1	Silkeborg	1	-
Helsingør	1	-	Stevns	1	1
Herning	1	-	Søllerød	2	2
Holbæk	1	-	Sønderborg	1	-
Hjørring	1	1	Tårnby	3	1
Hvidovre	2	-	Vejle	1	-
Kolding	1	1	Vordingborg	1	1
København	5	1	Århus	1	1
Lyngby-Tårnby	1	-	Meteorologisk Institut	1	-



Figur 2. Oversigt over regnmålernes geografiske placering inden for hovedstadsområdet.

3 Kort systembeskrivelse

Regnmålersystemet, se fig. 3, består af en række regnmålere (RM) med tilhørende registreringsenheder (RE), samt en enkelt opkalde- og modtageenhed (OME), som er tilknyttet en EDB-maskine.

Regnmålerens primære formål er at måle den mængde nedbør, der falder det pågældende sted som funktion af tiden. De målte data sendes øjeblikkeligt via et kabel videre til registreringsenheden, der midlertidigt lagrer informationen i det lokale datalager.

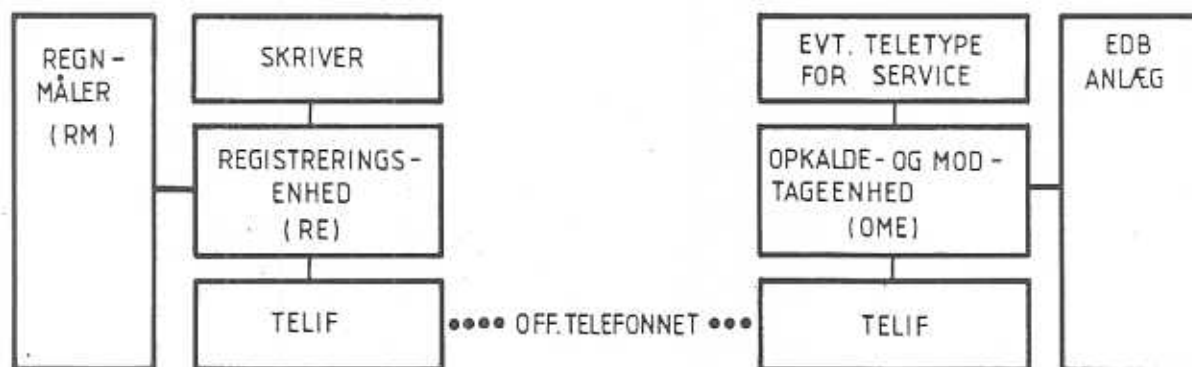
Registreringsenheden er via det offentlige telefonnet i direkte kontakt med OME'en, der periodisk (ca. to gange i døgnet) efter tur kalder samtlige registreringsenheder op og tømmer deres datalager for indkommet information.

Fra OME'en sendes datainformationerne videre over i EDB-maskinen, hvor den endelige lagring sker på magnetbånd.

Tilslutningen til det offentlige telefonnet for både RE og OME sker ved hjælp af en telefoninterfaceenhed (TELIF), der erstatter et egentligt telefonapparat.

Til registreringsenheden er det muligt at slutte en skriver (SK), der løbende kan give information om nedbøren på den pågældende station.

Foruden den detaljerede redegørelse for systemet, som gives med dette skrift, foreligger fra det udførende firma en detaljeret elektroteknisk dokumentation for systemet i fem eksemplarer.



Figur 3. Skematisk oversigt over regnmålersystemet.

4 Kriterier for valg af registrerede data

De data, som bliver registreret af registreringsenheden, kan inddeles i to kategorier. Dels en, der omfatter de data, som direkte har brugerens interesse, og dels en, der indeholder data, som enten udtrykker pålideligheden af data i den første kategori, eller som giver oplysning om opstået fejl ved selve systemet.

Til den første kategori hører:

- nedbørsmåling
- temperatur – varmemåling.

Til den anden kategori hører:

- automatisk kalibrering

samt information om:

- netstrøm
- nødstrøm
- kabelfejl
- service.

4.1 Nedbørsmåling

Den ønskede information om nedbørsmængden som funktion af tiden har dimensionen længde pr. tid. Ved valg af opløsningsevne er det væsentligt at gøre sig klart, hvad data skal benyttes til, idet den ideelle løsning med »uendelig« god opløsning i såvel længde som tid vil medføre urimelige krav til lagerkapacitet.

Nedbørsmåling af hensyn til dimensionering og analyse af afløbsnet bør især koncentrere sig om de højere intensiteter, der kan blive dimensionsgivende. Det er derfor vigtigt at udstyret er pålideligt med kendt, helst retliniet, kalibreringskurve i et stort intensitetsinterval. Iflg. Spildevandskomiteens skrift nr. 16, [3], angives en intensitet på 2,0 mm/min i 5 min. at optræde hvert 20. år. Den størst målte intensitet er i samme skrift angivet til 3,0 mm/min. Den størst målte intensitet angives af Meteorologisk Institut at

være ca. 4,5 mm/min. Det ønskede intensitetsinterval er på denne baggrund fastlagt til 0–5 mm/min. [2].

I valget af længdeopløsning knytter den væsentligste faktor sig til det rent måletekniske, idet en nedbørsmåler med en stor opløsningsevne vanskeligt vil kunne dække hele det ønskede intensitetsområde. De nedbørsmålere, der er på markedet i dag, og som kan dække intensitetsområdet, har en opløsning på 0,1–1,0 mm.

Valget af længdeopløsning må desuden ses i lyset af de fænomener, som optræder under afstrømning. Opløsning under 0,1 mm er uden interesse fordi en regnmængde af denne størrelse er lille i sammenligning med tabene ved overfladeafstrømningen (befugtning, fordampning, infiltration, lavningsmagasin).

Valg af tidsopløsning skal ske ud fra en betragtning af de tidsforsinkelser, der indgår i de øvrige parametre, som knytter sig til afløbsdimensionering [4]. En opløsningsevne i intervallet 1–10 min. må ud fra en sådan betragtning siges at være rimelig.

Af måletekniske grunde er tidsopløsningen valgt til 1 min. og længdeopløsningen er valgt til 0,2 mm, hvilket i begge tilfælde er i den sikre ende af de ønskede intervaller. Nærmere analyse af den måleusikkerhed, som resulterer heraf, er givet i afsnit 6.

Som enhed for regnintensitet er valgt $\mu\text{m/s}$ ($= 0,06 \text{ mm/min} = 3,6 \text{ mm/time} = 10 \text{ ls}^{-1}\text{ha}^{-1}$) eller mm/min. $\mu\text{m/s}$ benytter SI-systemets grundenheder og giver simple omsætninger til de af meteorologer oftest brugte enheder: mm pr. min, time, dag, år og til den i afløbsteknikken ofte benyttede enhed $\text{ls}^{-1}\text{ha}^{-1}$.

4.2 Temperatur – varmemåling

For at kunne opfylde ønsket om at måle regn året rundt er det i perioder af vinteren nødvendigt at tilføre regnmåleren varme, idet der ellers vil være risiko for, at måleren efter en frostperiode ikke når at tømme op, inden der falder regn.

En egentlig snemåling ved hjælp af en opvarmet regnmåler er derimod af tvivlsom værdi, blandt andet på grund af den lokale opvarmning af regnmåleren. Det kan give anledning til varmemestrømme, der kan medføre, at en del af snenedbøren bliver ført væk fra måleren. Dertil kommer snefygning, der i sig selv kan gøre nedbørsmålingen usikker.

Ud fra et afløbsteknisk synspunkt udgør nedbør i fast form (sne, hagl) et

helt specielt problem, hvor den øjeblikkeligt målte nedbør er uden betydning; medens betydningen ligger i snesmeltning og deraf følgende afstrømning. Det ville imidlertid have krævet et helt andet sæt af udstyr at belyse denne situation, som almindeligvis ikke anses for dimensionsgivende under danske forhold.

Konklusionen af problematikken omkring sne er, at måleren ikke må blokeres af sne og is, samt at de registrerede data skal gøre det muligt for brugeren at vurdere hvornår nedbøren eventuelt kan indeholde sne.

Sne faldet i måleren vil afkøle denne til temperaturer mindre end eller lig sne's smeltepunkt ved 0 °C. For kunstigt at opnå smeltning tilføres varme når tragtens temperatur er tæt på 0 °C. Som et sikkert kipningspunkt er valgt + 1,5 °C. Temperaturen's opløsningsevne er ikke så kritisk, idet usikkerheden på at fastlægge kipningspunktet på + 1,5 °C er stor, en opløsning på 0,5 °C anses at være rimelig.

Til at danne grundlag for en vurdering af nedbørens art ved temperaturer under + 1,5 °C, er det nødvendigt at kende energiforbruget både under selve nedbørshændelsen og i perioden før eller efter. Den sidste oplysning giver information om størrelsen af varmeafgivelsen til omgivelserne, som skal trækkes fra det egentlige energiforbrug, før det kan vurderes, om forbruget er så stort, at der er tale om smeltevarme.

4.3 Automatisk kalibreringskontrol

For at styrke pålideligheden af regnmåleren er det hensigtsmæssigt med en form for kalibrering, der kan igangsættes fra den centrale opkalde- og modtageenhed. Fordelen ved en sådan automatisk kalibreringskontrol er, at den dels kan startes rutinemæssigt for samtlige målere, men især at den øjeblikkeligt kan igangsættes for en måler, der fattes mistanke overfor.

Af hensyn til den senere behandling af data er det væsentligt, at en automatisk kalibreringskontrol registreres som sådan, således at det udelukkes, at en kontrol fejlagtigt bliver behandlet som en almindelig nedbørshændelse.

4.4 Netstrøm

Registreringsenhedens strømforsyning kan enten være lysnettet eller nødstrømsbatterier. Da nødstrømsforsyningens kapacitet imidlertid er begrænset, er det væsentligt at få registreret hvis netspændingen svigter. Kortere

strømsvigt er imidlertid på grund af nødstrømsforsyningen uden betydning, så tidspunktet for nettets genetablering skal også registreres, således at det ved den daglige datakritik, se afsnit 13.1, kan vurderes, om den pågældende station skal tilses.

4.5 Nødstrøm

Nødstrømsforsyningens tilstand kan vurderes ud fra den tid, det tager at aflade batterierne. Følgelig skal starttidspunkt og sluttidspunkt for kommanderet afladning af batterier registreres.

4.6 Kabelfejl

Da kablet fra registreringsenhed til regnmåler normalt er af en vis længde og nedgravet i jorden, foreligger der risiko for afbrydelse. Registrering af tidspunktet for kabelfejl og kabel reetableret vil ved den daglige datakritik give oplysning om en opstået fejl.

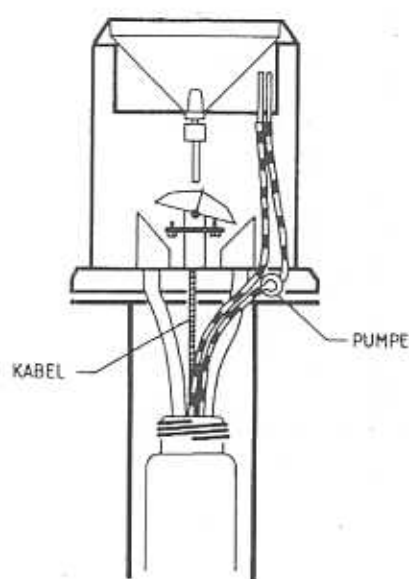
4.7 Service

Da et servicebesøg på en målestation kan medføre uforklarlige dataregistreringer på grund af manuelle indgreb, er det af værdi, at tidspunktet for et besøg markeres i datalageret.

5 Nedbørsmåler

Den anvendte regnmåler er en vippekarmmåler af fabrikatet Rauchfuss Instruments type RIMCO R/TBR-8HE.

Efter vippekar-princippet ledes nedbøren ned på en vippe, som består af to skåle, der sidder på en aksel. Når den ene skål er fyldt, vipper den ned og tømmes, samtidig vipper den anden skål op og er klar til at blive fyldt.



Figur 4. Skematisk tegning af regnmåleren.

5.1 Vippekar

Målerens opløsningsevne er 0,2 mm, hvilket med de givne dimensioner for opfangningstragt svarer til, at vippen vipper for hver $6,49 \text{ cm}^3$. Hvis vippen er kommet ud af justering, således at den vipper for et andet volumen, kan den rejusteres ved hjælp af stilleskruer, se fig. 4, der er monteret lodret under hver vippeskål.

For at forhindre korrosion med deraf følgende ændring af vedhæftningsevnen er vippeskålene belagt med guld og messing.

5.2 Kontakt og kabel

Når vippekarret vipper, efter 0,2 mm nedbør, aktiverer det en kviksølvkontakt, der afleverer en impuls på 100–150 ms. Denne impuls sendes via kabel til registreringsenheden og giver anledning til en lagring af et minuttal i registreringsenhedens datalager, se afsnit 8.6.

Kablet mellem regnmåler og registreringsenhed er et 10 leder kabel 0,75 mm², der er nedgravet i jorden. I kablet er der etableret en overvågning, bestående af en lille strøm (2–4 mA), der konstant skal løbe igennem en leder i kablet. Denne strøm overvåges af registreringsenheden, der i tilfælde af afbrydelse og genetablering registrerer dette i datalageret, se afsnit 8.6.

5.3 Tragt og kappe

Opfangningstragten diameter er 8" svarende til et areal på 324,29 cm². Selve tragten er af kobber, medens kanten, som definerer arealet, er af bronze, der i modsætning til kobber er et hårdt materiale. I bunden af tragten er der placeret et net, der forhindrer større urenheder såsom blade i at trænge ned og ødelægge selve målingen.

Regnmålerens sider er af rustfrit stål, der af isoleringshensyn er forsynet med et ca. 1 cm tykt lag polystyren på indersiden. Målerens bund, der ligeledes er af rustfrit stål, har påmonteret en libelle, der gør det muligt at placere måleren vandret, hvilket har betydning for vippekarrets funktion.

5.4 Hævertenhed

Under tragten i dennes forlængelse er der monteret en hævert-kontrolleret enhed, hvis formål er at gøre målerens opløsning intensitetsuafhængig.

Fra tragten løber vandet ned i hævertenheden, der kan indeholde ca. 5 ml. Når enheden er fuld, tømmes den ved hjælp af hævertvirkning. Den vandmængde enheden afleverer pr. tømning er intensitetsafhængig. Årsagen hertil er at den vandmængde, der løber til enheden under tømning, vil tømmes med ud.

Hæverttømningen medfører, at den hastighed hvormed nedbøren rammer vippen, er den samme for samtlige intensiteter; idet hastigheden udelukkende afhænger af hævertenhedens dimensioner. Dette medfører, at impulsbidraget på vippen stammende fra vandets hastighed, er det samme ved alle

nedbørsintensiteter, samt at den vandmængde, der tilføres vippet i det tidsrum hvor den vipper, også er konstant. Herved opnås, at den vandmængde, der giver anledning til et vip og dermed selve målingen, er intensitetsuafhængig.

Ulempen ved hævertenheden er at den samtidig virker som et forsinkelsesbassin, samt at den diskretiserer målingen yderligere, idet en tømning vil medføre to vip lige efter hinanden, når en tømning starter med at tømme ned i en vippeskål, der er næsten fuld, se afsnit 6.

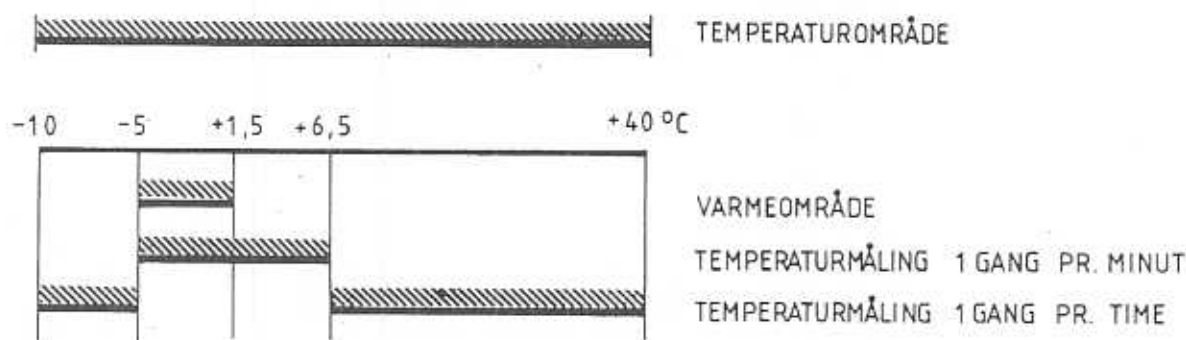
5.5 Temperatur-varmesystem

I nedbørsmåleren er indbygget et varmelegeme, bestående af to seriemonterede 24 volt 25 watt pærer. Disse pærer styres af registreringsenheden ved hjælp af en temperaturmåling, der foretages på kobbertragtens underside.

Temperaturmålingen foretages som en spændingsmåling over en diode type BAX 13. Omsætningen fra spænding til temperatur foretages i registreringsenheden.

Det temperaturområde inden for hvilket temperaturen kan registreres er -10°C til $+40^{\circ}\text{C}$, se fig. 5. Opløsningen på temperaturområdet er $0,5^{\circ}\text{C}$, og nøjagtigheden er bedre end $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$.

Temperaturen måles altid en gang i timen på minuttal 01. Er den målte temperatur i området -5°C til $+6,5^{\circ}\text{C}$, måles temperaturen en gang pr.



Figur 5. Temperaturområder for regnmålerenheden med angivelse af dertil svarende funktioner.

minut i den efterfølgende time. Er temperaturen uden for dette område, måles den først igen en time efter på minuttal 01.

Ligger den målte temperatur i intervallet $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ til $+1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ tændes lamperne, og temperaturen på tragten vil stige. Minuttet efter måles igen, og er temperaturen nu over $1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, vil lamperne slukkes igen. Temperaturen på tragten reguleres herved omkring $+1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

For tragtemperaturer under $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ vil måleren være frosset til; men i det øjeblik den målte temperatur kommer ind i intervallet $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ til $+1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ tændes lamperne, og eventuel opmagasineret sne i tragten vil herved smelte.

For hvert minut, lamperne er tændt, vil dette blive registreret i en celle i registreringsenheden, og en gang pr. time på minuttal 00 vil denne information blive lagret sammen med den sidst målte temperatur og timetallet, se afsnit 8.6. Denne information danner timestatus.

Den i timestatus angivne værdi for temperaturen er den sidst målte. Er den angivne temperatur derfor udenfor området $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ til $+6,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, vil termålingen være 59 minutter gammel eller evt. 1 minut gammel (hvis målingen på minuttal 01 var indenfor området, og først er kommet udenfor i den efterfølgende time). Indenfor området er den 1 minut gammel.

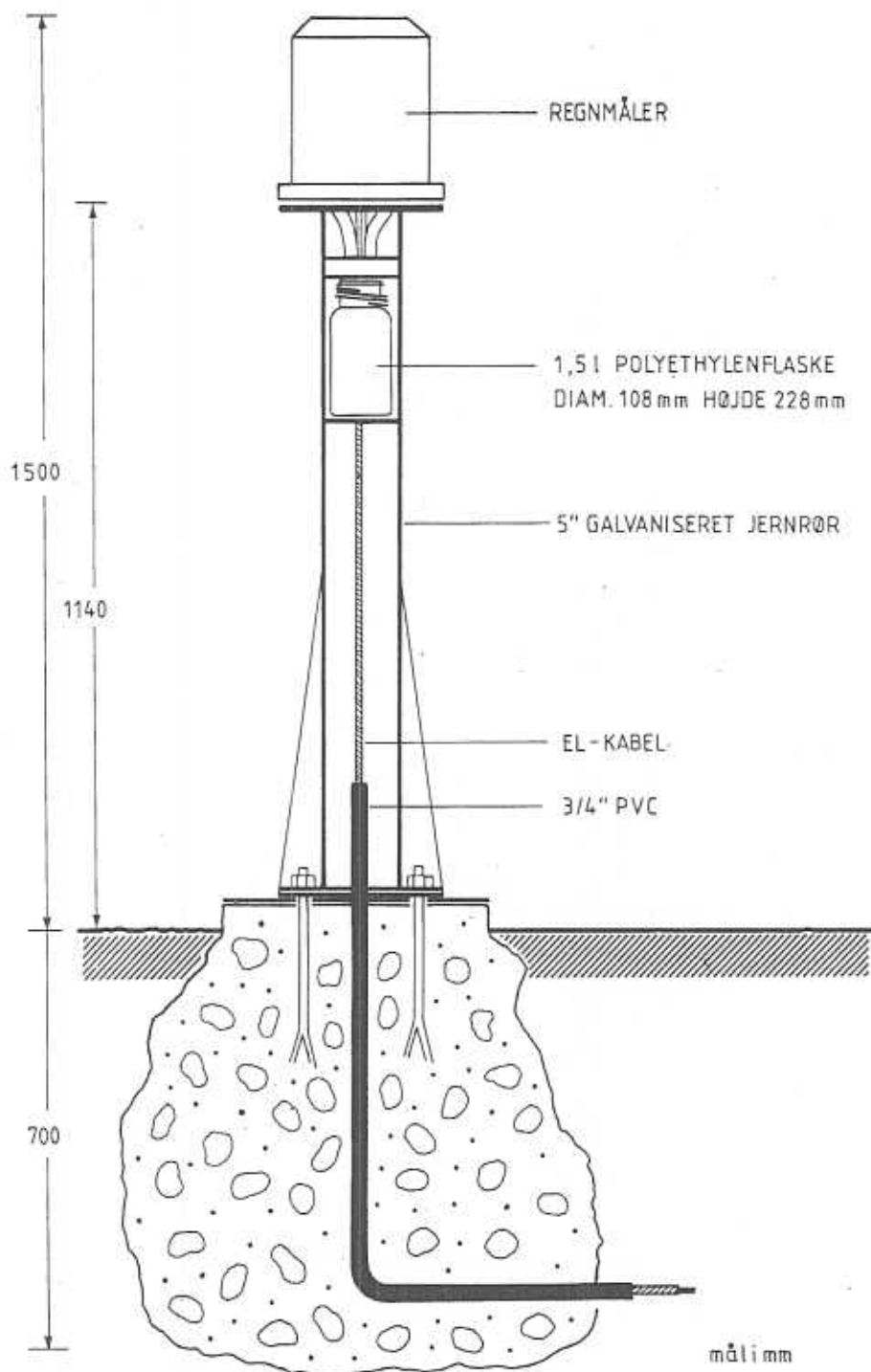
Det bør bemærkes, at den målte temperatur er tragtemperaturen, hvilket medfører at varmen fra tændte lamper vil give anledning til en temperatur, der ligger højere end omgivelsestemperaturen.

5.6 Stander

Nedbørsmåleren er placeret på en stander, se fig. 6, der bevirker, at overkanten af måleren er hævet $1,50\text{ m}$ over sine omgivelser.

Standeren består af et $5''$ galvaniseret jernrør, der ved hjælp af 4 ankerbolte er monteret på en 5 cm høj betonsokkel.

Inden i standeren er der placeret en $1,5$ liter polyethylen-beholder, der via slanger modtager den nedbør, der har været igennem måleren. Beholderen fungerer som pumpereservoir for den automatiske kontrol, se afsnit 5.7, og bør følgelig altid være fyldt. Den nedbør, der ikke kan være i beholderen, løber ud over kanten og ned gennem standeren og videre ud over soklen. Beholderens materiale er valgt med henblik på, at den fyldt med vand skal kunne tåle at fryse ned. Placeringen af beholderen medfører, at risikoen for begroning f.eks. af alger er minimal; idet lyset ikke har adgang til vandet.



Figur 6. Regnmålerens placering på stander.

5.7 Automatisk kalibreringskontrol

For at kunne iagttage regnmålerens nøjagtighed er der indbygget en automatisk kalibreringskontrol, bestående af et reservoir omkring tragten, en

plasticbeholder i standeren, se afsnit 5.6, samt en pumpe placeret under regnmåleren, se fig. 4.

Reservoiret omkring tragten er en kobberenhed med et volumen svarende til ca. 150 vip eller ca. 1000 ml. Pumpen er en 24V DC pumpe med en effekt på ca. 12 W.

En automatisk kalibreringskontrol startes fra EDB-maskinen ved hjælp af en kommando, se afsnit 9. Når telefonopkaldet er afsluttet, begynder pumpen at pumpe vand fra plasticbeholderen op i reservoiret under tragten. Dette vil fortsætte i 90 sekunder, og når reservoiret er fuld, vil vandet løbe retur til plasticbeholderen via et overløbsrør. Samtidig med at pumpen pumper vil noget af vandet løbe ind i tragten via et lille udløbshul i bunden af tragten; men de vip, som vippekarrene herved foretager, bliver ikke registreret.

Når pumpen stopper, antages reservoiret at være fuldt. Tragt og vippekar er vædet, og de vip, der er genereret under pumpens gang, er negligeret. Der befinder sig dermed en mængde vand i reservoiret, der vil være konstant for den enkelte måler fra gang til gang.

Denne mængde vand løber nu ud gennem det lille hul i tragten, og der tages luft ind gennem det øverste hul i tragten. Vandet giver anledning til en række vip (typisk ca. 150), som vil registreres som kalibreringsvip med minutmærkning i datalagret, se afsnit 8.6. Intensiteten ligger i området 0–5 mm/min, og vil være aftagende gennem forsøget.

Vippene vil registreres som kalibreringsvip i 34 minutter, efter at pumpen er stoppet for at tillade alt vand fra reservoiret at løbe gennem regnmåleren.

Næste datatransmission fra registreringsenhed til OME og EDB-maskine vil således indeholde oplysning om hvor mange kalibreringsvip, der er genereret. Dette antal vil normalt være konstant fra gang til gang indenfor en usikkerhed på $\pm 5\%$.

For at en automatisk kalibreringskontrol kan give mening forudsættes det, at der er vand nok i plasticbeholderen. Følgelig må kontrollen ikke igangsættes efter en længere varm tørvejrperiode, hvor der kan være sket stor fordampning fra beholderen. Det forudsætter også, at det ikke er frostvejr; idet frost kan medføre, at vandet i beholderen er frosset. Og endelig må der ikke falde nedbør samtidig med kontrollen; idet dette ellers vil medføre, at det er en ukendt vandmængde, der ledes gennem måleren.

6 Forudgående laboratorieforsøg

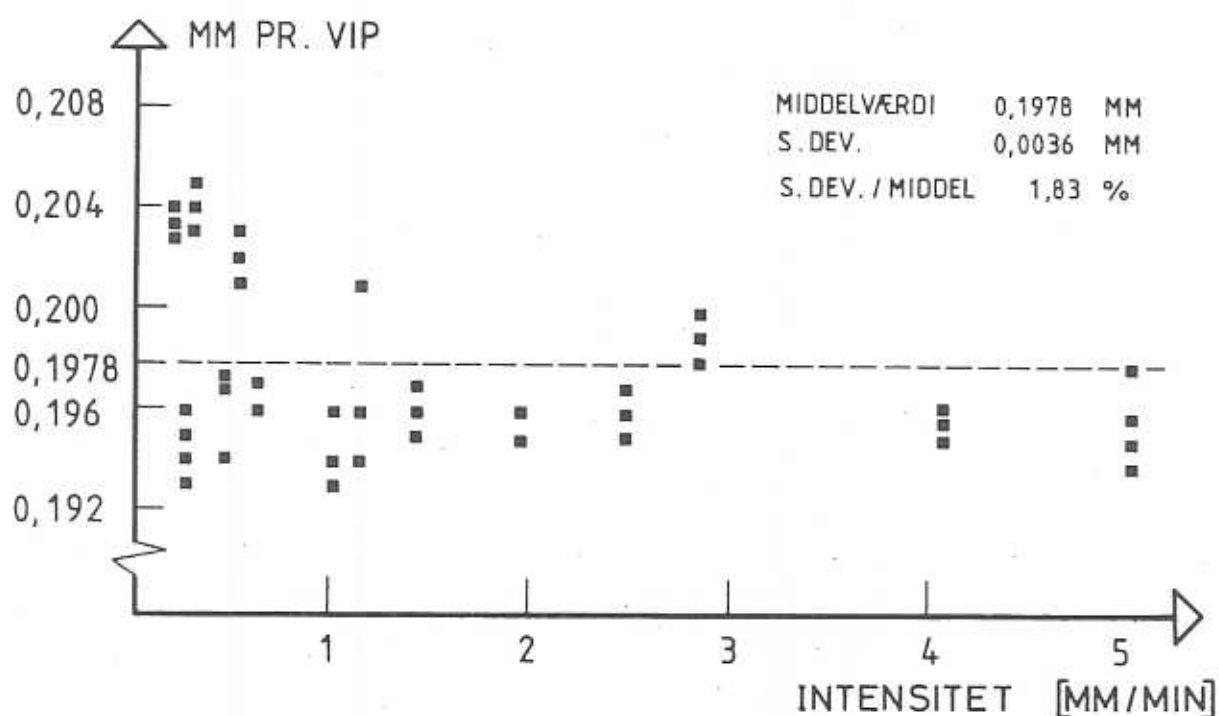
Inden det ved projektets start blev endeligt besluttet, at regnmåleren skulle være en RIMCO R/TBR-8HE, blev der udført en række laboratorieforsøg til belysning af denne målers kvaliteter med hensyn til måleteknik.

Til belysning af evt. intensitetsafhængighed blev der udført i alt 43 forsøg ved 14 forskellige intensiteter i intervallet 0,2–5,0 mm/min. Ved hvert forsøg blev skålkapaciteten svarende til 1 vip bestemt for begge skåle, og derefter blev gennemsnittet for de to skåle dannet.

De 43 gennemsnit blev grafisk afsat som funktion af intensiteten, se fig. 7, og middelværdien af skålkapaciteten blev beregnet til 0,198 mm med en standardafvigelse på 0,004 svarende til 2% af middelværdien.

Som det fremgår af fig. 7 samt af ovenstående tal, er det rimeligt at antage, at et vip svarer til 0,2 mm nedbør ved enhver intensitet indenfor intervallet 0–5 mm/min.

Et andet formål med de 43 forsøg var at få en ide om størrelsen af den



Figur 7. Antal mm tilført vand pr. vip for forskellige intensiteter målt ved laboratorieforsøg forud for endeligt valg af regnmåler.

Tabel 2. Resultat af laboratorieforsøg med regnmåler RIMCO R/TBR-8HE.

Intensitet mm/min	1 min opløsning			2 min opløsning			3 min opløsning		
	Antal vip/1 min	Standard afvigelse	Relativ standard afvigelse %	Antal vip/2 min	Standard afvigelse	Relativ standard afvigelse %	Antal vip/3 min	Standard afvigelse	Relativ standard afvigelse %
0,20	0,9583	0,4514	47,10	1,9167	0,5870	30,63	2,875	0,6519	22,68
0,26	1,346	0,4668	34,68	2,692	0,4447	16,52	-	-	-
0,30	1,4627	0,6022	41,17	2,9394	0,6834	23,24	4,5263	0,6609	14,60
0,46	2,34	0,5811	24,83	4,68	0,6026	12,88	7,0	0,4714	6,73
0,50	2,5	0,5547	22,19	5,0	0,7171	14,34	7,5	0,7661	10,22
0,64	3,1538	0,6836	21,68	6,2963	0,5644	9,31	9,4444	0,4837	5,12
1,04	5,227	0,6549	12,53	10,454	0,4767	4,56	-	-	-
1,14	5,7442	0,4313	7,51	11,5238	0,4880	4,23	17,2143	0,5390	3,13
1,46	7,267	0,6583	9,06	-	-	-	-	-	-
2,00	9,9	0,5135	5,19	-	-	-	-	-	-
2,54	12,667	0,4291	3,58	-	-	-	-	-	-

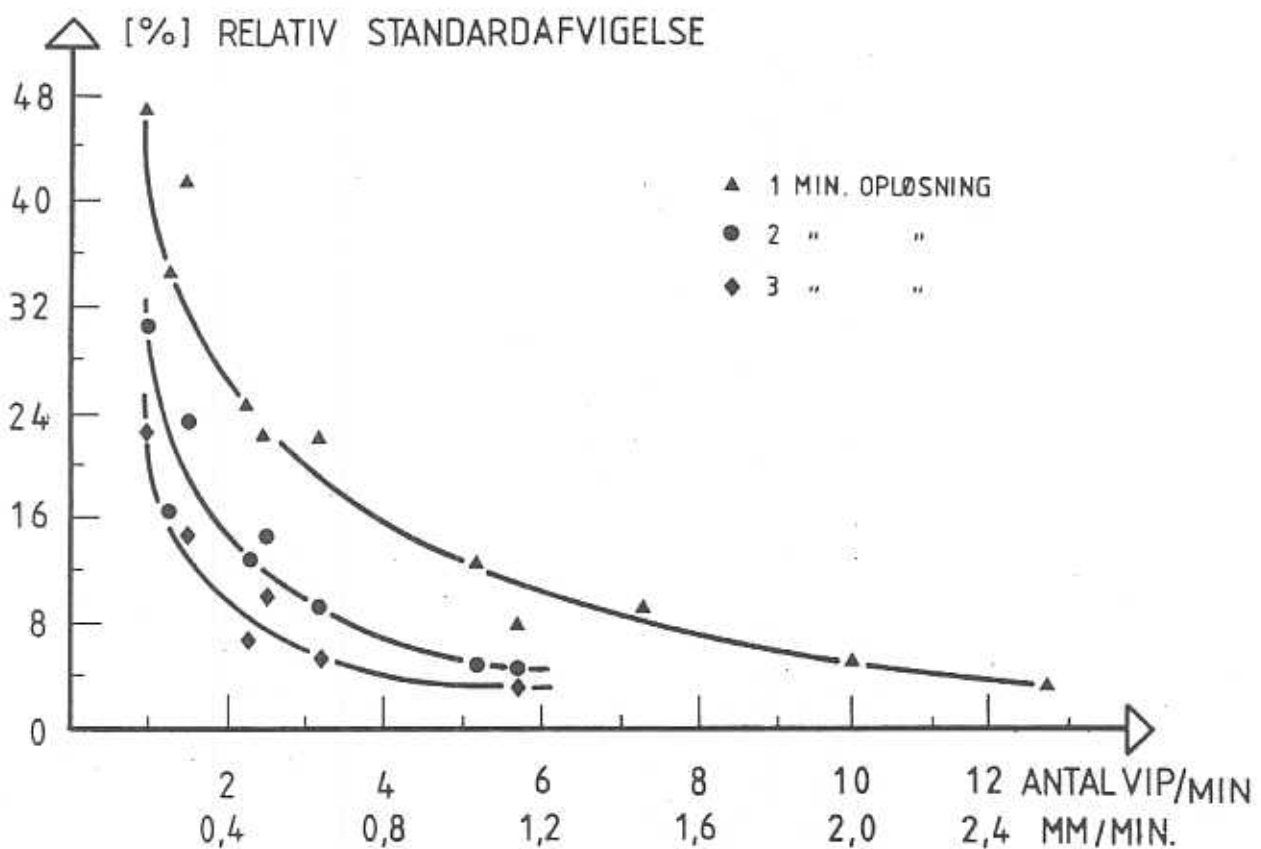
usikkerhed, der knytter sig til intensitetsberegningen på grund af måleprincippet (diskret måling samt hævertenhed, se afsnit 5.4).

Til denne usikkerhedsberegning blev 33 af de 43 forsøg benyttet. De benyttede forsøg indeholdt i alt 1365 vip og fordeler sig på 11 forskellige middelintensiteter indenfor området 0,2–2,5 mm/min.

Ud fra en skriverstrimmel, der var tilsluttet regnmåleren under forsøgene, blev det gennemsnitlige antal vip pr. 1, 2 og 3 min bestemt ved de 11 middelintensiteter. Standardafvigelsen blev også bestemt, og standardafvigelsen i procent af det gennemsnitlige antal vip pr. 1, 2 og 3 min. blev grafisk afbildet som funktion af middelintensiteten, se tabel 2 og fig. 8.

Af figur 8 ses, at hvis der accepteres en usikkerhed på 5%, kan der regnes med 1 minuts opløsning ned til en intensitet på 2,0 mm/min, 2 minutters opløsning ned til 1,0 mm/min og 3 minutters opløsning ned til 0,6 mm/min, medens der ved lavere intensiteter må vælges længere tidsintervaller.

Det skal bemærkes, at ovenstående tidsopløsninger knytter sig til en eventuel senere databehandling, medens tidsopløsningen ved selve målingen konstant er 1 min, se afsnit 4.1.



Figur 8. Den procentvise standardafvigelse på en enkeltmåling for forskellige intensiteter ved tre forskellige opløsninger.

7 Placering af nedbørsmåler

Ved placering af nedbørsmålere er det vigtigt, at terrænet omkring måleren er så jævnt som muligt. Hældende terræn samt steder med skrænter eller bakker indenfor en afstand af 50–100 m fra måleren bør undgås.

Ved at opstille nedbørsmåleren 1,5 m over terrænet, opstår der forstyrrelser i den omkringliggende luftstrøm. Herved påvirkes nedbørspartiklernes baner, således at måleren ikke opfanger al nedbøren. Med passende læforhold kan denne vindeffekt dog formindskes.

Vindeffekten aftager med stigende nedbørsintensitet, hvilket medfører, at en korrekt placeret regnmåler (se nedenfor) kan anses for at være upåvirket af vindeffekter ved de høje intensiteter, der har interesse i forbindelse med afløbsberegning. For frossen nedbør vil vindeffekten imidlertid have betydning også ved høje intensiteter især på grund af sneens lille massefylde, men også på grund af opstigende luftstrømme fra den opvarmede måler.

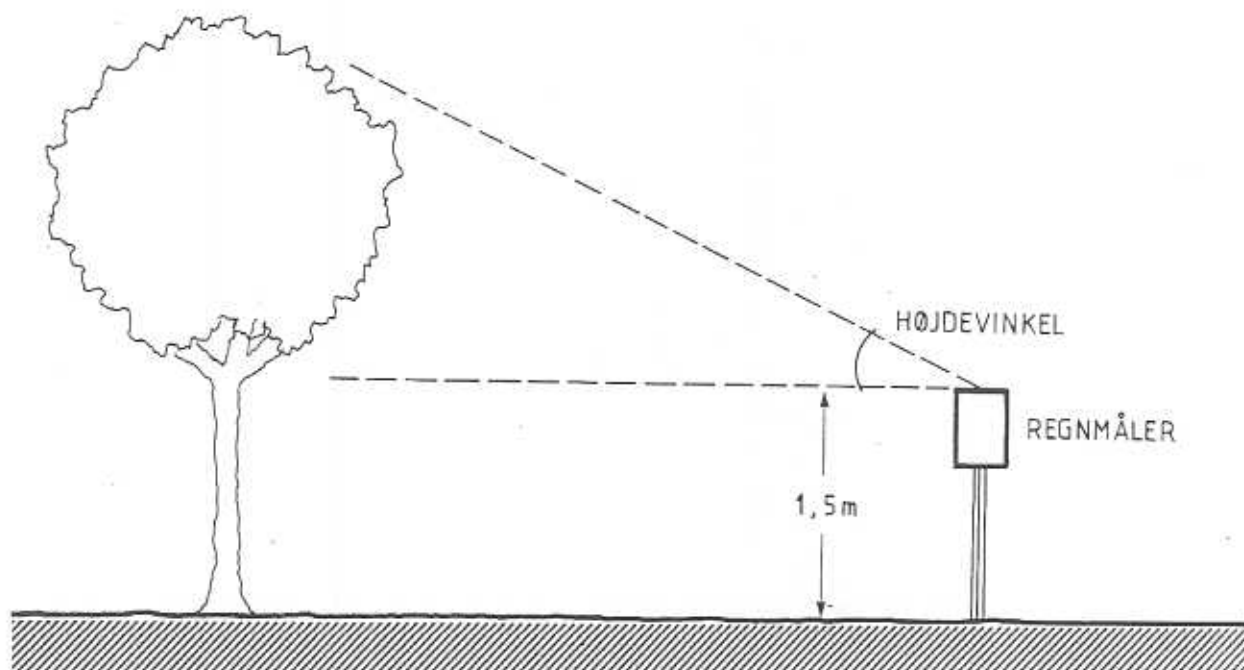
På grund af vindeffekten ved lave intensiteter kan måleren kun med nogen usikkerhed anvendes til at bestemme totalnedbøren, idet en stor del af denne falder med lav intensitet. Måleren vil således måle for lidt.

Forsøg har vist, at de bedste læforhold opnås, hvis måleren placeres på steder omgivet af vegetation, således at højdevinklen, se fig. 9, regnet fra nedbørsmålerens overkant til toppen af træerne, er 15–30°. Dette gælder specielt med hensyn til retningerne SE, S, SW og W, hvorfra $\frac{3}{4}$ af al nedbør kommer. For små højdevinkler vil resultere i større vindeffekt på målingerne, og for store vinkler vil bevirke, at noget af nedbøren tilbageholdes af lægiverne, eller at disse påvirker luftstrømmen, så en del af nedbøren føres uden om måleren. Det er givet, at bygninger også giver læ for nedbørsmåleren, men her kan turbolensfænomener i højere grad influere på målingerne, hvorfor steder med vegetation er at foretrække.

En alternativ placering af nedbørsmålere er at anbringe dem i terrænhøjde, hvorved vindeffekten helt undgås. Her kræves imidlertid et helt friteksponeret område, hvor højdevinklerne må være mindst mulige, *højst* 5–10°. Sådanne steder er normalt vanskelige at finde. Desuden medfører en

placering i terrænhøjde, at blade og sne kan fyge ned i måleren, og dermed gøre målingerne værdiløse.

De regnmålere, der er tilsluttet regnmålerprojektet, er som nævnt i afsnit 5.6 placeret 1,5 m over terrænet. Placeringen af hver enkelt regnmåler med henblik på læforhold er godkendt af Meteorologisk Institut på baggrund af oplysninger om højdevinkler samt fotos og tegninger.



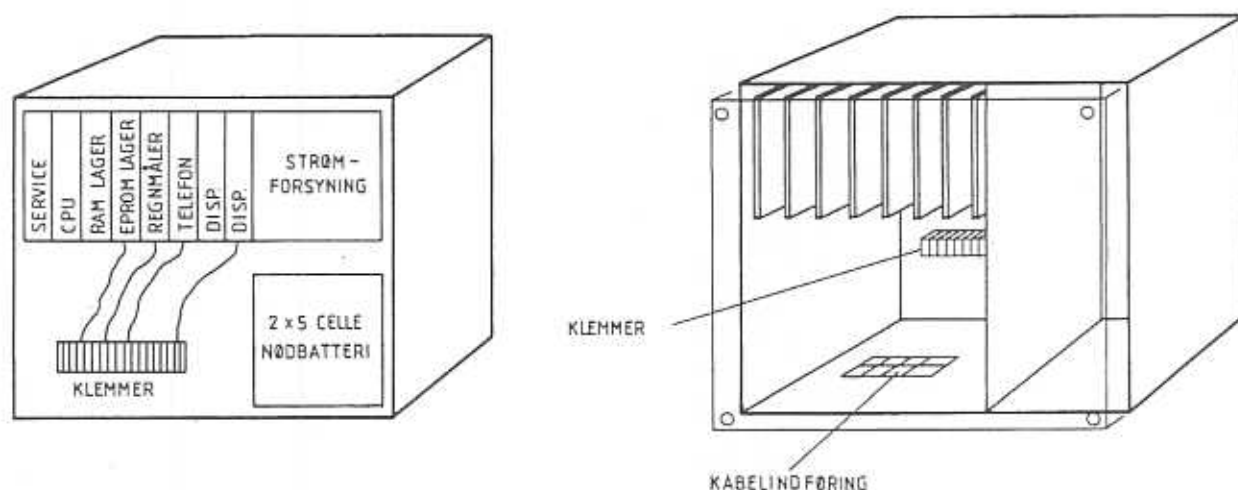
Figur 9. Definition af højdevinkel for regnmåler i forhold til lægivende omgivelser.

8 Registreringsenhed (RE)

Registreringsenheden, hvis primære formål er at foretage en midlertidig lagring af data inden disse transmitteres til opkalde og modtageenheden (OME) via telefonnettet, består af 5 printkort (se nedenfor) samt en strømforsyning og 2 grupper nødbatterier som vist på fig. 10, indbygget i kasse til montage på hylde. Udover de 5 printkort er der 3 ledige positioner, hvoraf den ene benyttes i forbindelse med service, medens de øvrige er ubenyttede.

Foruden telefonnet og regnmåler er RE tilsluttet lysnettet (220 V AC).

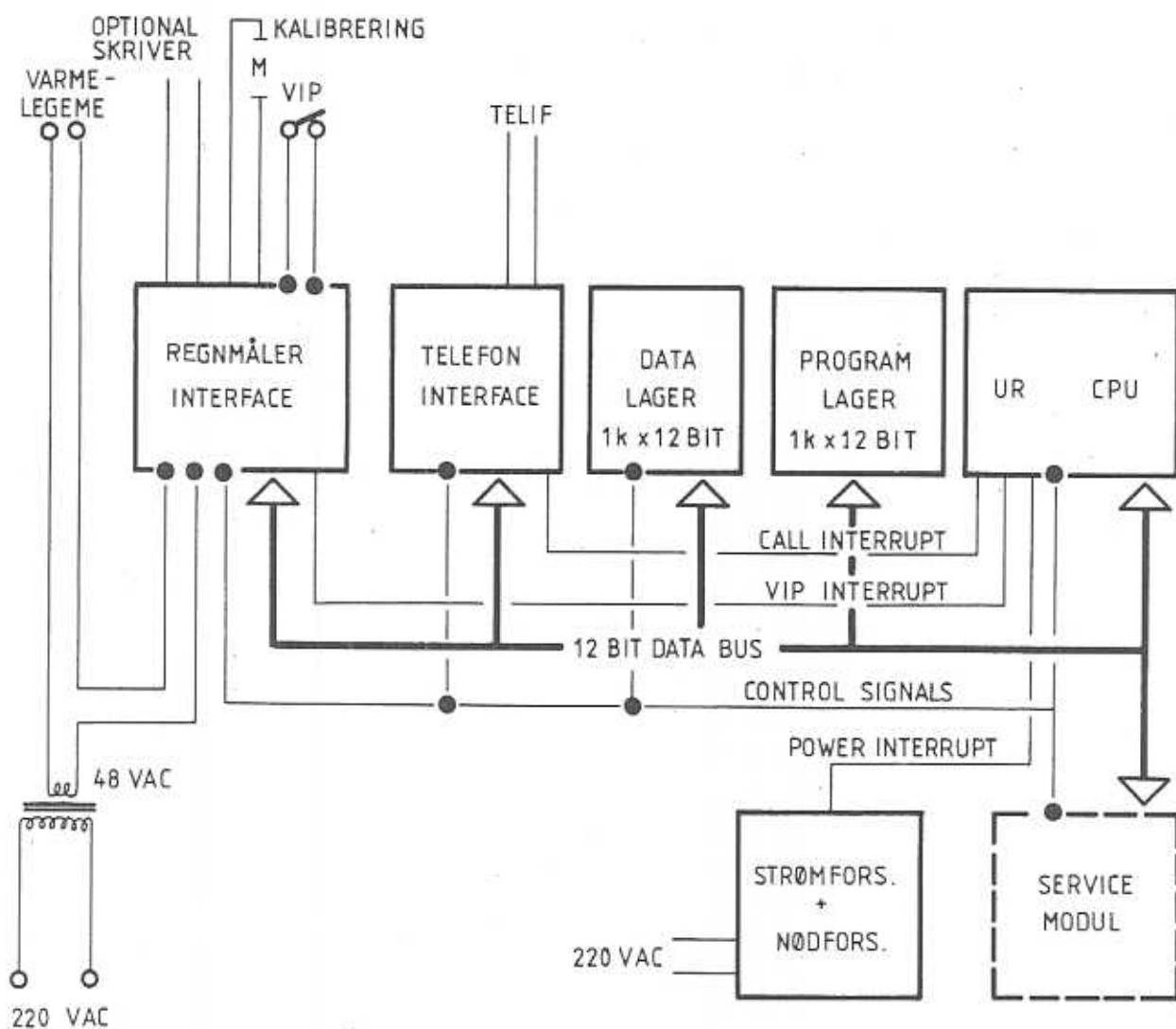
Temperaturintervallet, indenfor hvilket RE's omgivelsestemperatur skal ligge, er +5 til +55 °C, og den relative fugtighed må max. være 95%, ikke kondenserende.



Figur 10. Registreringsenhedens konstruktive opbygning.

De fem printkort indeholder følgende moduler, se fig. 11:

- CPU-modul
- programlager
- telefoninterface
- regnmålerinterface
- datalager.



Figur 11. Den principielle opbygning af registreringsenheden.

8.1 CPU-modul og programlager

CPU-modulet består af:

- microprocessor
- urkredsløb
- styring af nødbatterier.

Programlagret består af:

- programlager 1 k × 12 bits.

Systemets hjerte er microprocessoren og det i EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) placerede program.

Alle hændelser, der genereres i regnmålerinterface, telefoninterface og

strømforsyning analyseres af microprocessoren, inden disse gemmes i data-lagret.

Programmet (Software) er baseret på et såkaldt interruptsystem, der virker på den måde, at alle hændelser behandles i den rækkefølge, de indløber. Alle hændelser (interrupts) er desuden organiseret i et prioriteringssystem, således at f.eks. opdatering af ur-systemet har en højere prioritet end et kabelbrud.

Urets opløsning er 1 minut, og nøjagtigheden er bedre end 10 sekunder pr. måned. Uret kan kun justeres ved servicebesøg på den enkelte station, men ved hvert opkald fra OME'en sammenholdes RE-uret med uret i EDB-maskinen, se afsnit 11.2.4. Unøjagtigheder ved tidsangivelsen fra en station kan følgelig korrigeres ved den endelige databehandling, idet EDB-maskinens tidsangivelse forudsættes at være korrekt.

8.2 Telefoninterface

Telefoninterfacen betjener det specielle modem TELIF, se fig. 3, der installeres af telefonselskaberne.

Fra TELIF modtages ringeimpulser, når OME'en kalder op via telefonen. Herefter starter en fastlagt procedure, se afsnit 10, der har til hensigt at overføre data fra registreringsenhedens datalager til OME'en via telefoninterface, RE-TELIF, telefonnet og OME-TELIF.

8.3 Regnmålerinterface

Fra regnmålerinterfacen modtager CPU-modulet information om regnvip, se afsnit 5.2, kalibrerings-checkvip, se afsnit 5.7, temperatur, se afsnit 5.5, varmetilførsel, se afsnit 5.5, samt kabelafbrydelse og -re-etablering, se afsnit 5.2.

8.4 Servicemodul

Servicemodulet indsættes kun i RE, når der udføres service på stationen.

Når servicemodulet er monteret, kan der kommunikeres direkte med registreringsenheden ved hjælp af en ASCII-terminal. F.eks. kan alle parametre i RE aflæses, og RE-uret kan indstilles.

8.5 Strømforsyning

Strømforsyningen forsyner RE og regnmåler med de nødvendige spændinger.

Af hensyn til systemets støjimmunitet er microprocessor-systemet galvanisk adskilt fra så at sige alle hændelser. Derfor er det nødvendigt at have en spænding (+ 6V) til microprocessoren og det indre system, og 3 spændinger (+ 6V, +12V og -12V) til det ydre system.

Strømforsyningen fødes normalt fra 220V-nettet, og via en transformeret spænding (48V AC) og et relæ kan der leveres strøm til lamperne, se afsnit 5.5. Den halve spænding (24V AC) og et yderligere relæ styrer pumpen, se afsnit 5.7.

I tilfælde af netudfald overtager nødstrømsbatterierne driften af RE, idet dog visse dele af systemet udkobles. Disse udkoblede systemer er dem, der er afhængige af 220V og er store effektforbrugere (pumpe og lamper). Endvidere udkobles temperaturmålingen, se afsnit 5.5, og output til evt. skriver, se afsnit 8.7.

Systemet går over i sparestilling ved at udkoble en dc/dc-converter, der generer de $\pm 12V$, og vil typisk forbruge 40 mA, således at systemet skulle kunne holdes i live minimum 100 timer, da de 2 sæt nødbatterier på 6V har kapaciteten 4 amperetimer pr. sæt.

Af hensyn til vip, se afsnit 5.1, og kabelovervågning, se afsnit 5.2, samt spænding til ringedetektoren i TELIF, se afsnit 8.2, findes et mindre sæt batterier, der afgiver 6V - 9 mAh.

Kommer der et opkald, og RE er i sparestilling, vil dc/dc-konverteren blive startet og kommunikationen udført, og RE går tilbage til sparestillingen igen.

Nødstrømsbatterierne er af type Nikkel-Cadmium, der har den fordel, at op- og afladning ikke nedsætter levetiden, som det er kendt fra blyakkumulatoren. Men NiCd batteriet taber sin kapacitet, såfremt det ikke bliver »brugt«, og levetiden falder kraftigt. Derfor anvendes to sæt, således at det ene sæt kan aflades samtidig med, at det andet sæt stadig har den fornødne kapacitet (4 Ah = 100 timers drift ved 40 mA forbrug).

Afladning kommanderes fra OME, se afsnit 9 og 11.2.2, og i strømforsyningen starter afladningen af det ønskede batteri ved at indkoble en modstand over batteriet, således at afladningen foregår med I_{10} , d.v.s. den strøm, der vil aflade batteriet på 10 timer.

Spændingen på batteriet overvåges af et komparator-kredsløb, og efter 5-10 timer vil spændingen over batteriet nå den ønskede lavere værdi, og afladningen slutes og batteriet genoplades.

Begge hændelser: afladning begyndt og afladning slut registreres i datalagret, se afsnit 8.6, og pr. definition må afladetiden ikke ligge under 5 timer.

8.6 Datalager

I datalagret foretages den midlertidige lagring af de data, som ved et opkald fra OME'en skal transmitteres videre til EDB-maskinen til endelig lagring sammen med de tidligere indsamlede data, se afsnit 11.1.1.

Datalagret består af 1024 ord á 12 bit. I datalagret er alle hændelser registreret så langt tilbage, som datakapaciteten rækker; idet lagret »aldrig« slettes, men nye data lagres i de ord, der indeholder de ældste data.

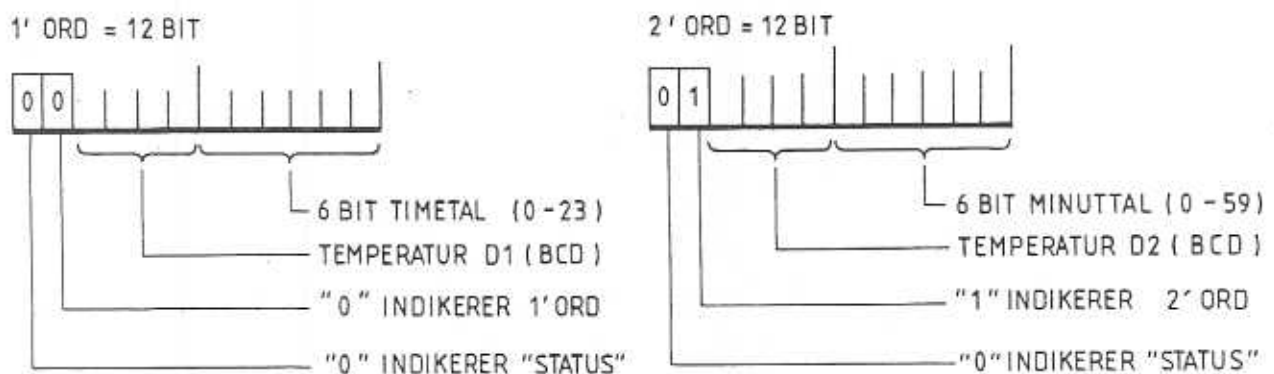
Der benyttes to typer dataord:

- timestatus-ord
- minuttals-ord.

Timestatus-ord består af to 12-bit ord, se fig. 12. De lagres en gang pr. time (minuttal 00) og indeholder:

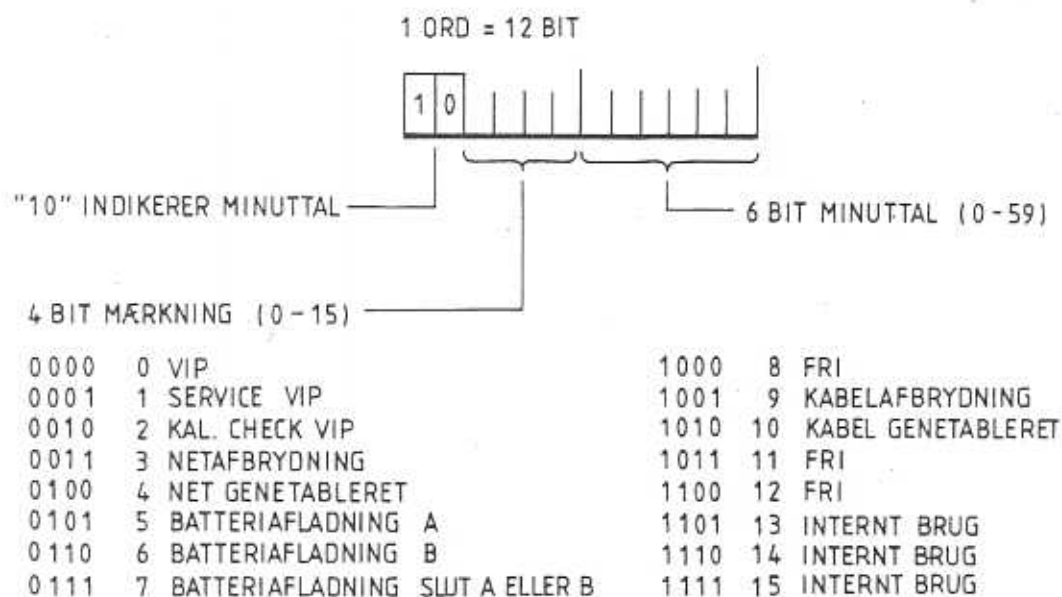
- *Timetal* (GMT-tid), der angiver tidspunktet (0-23) beregnet af RE's ur, se afsnit 8.1.
- *Temperatur*, der angiver regnmålerens tragtemperatur, se afsnit 5.5, indenfor intervallet -10°C til $+40^{\circ}\text{C}$ med $0,5^{\circ}$ opløsning. Tidspunktet hvorfra temperaturen stammer afhænger af temperaturen. Hvis temperaturen er udenfor området -5°C til $+6,5^{\circ}\text{C}$, vil temperaturmålingen være 59 minutter eller evt. 1 minut gammel, indenfor området er den 1 minut gammel, se afsnit 5.5.
- *Varmeminutter*, der angiver det antal minutter, som varmelegemerne (i alt 50W) har været tilsluttet i den forløbne time, se afsnit 5.5.

Minuttals-ord består af et 12-bit ord, se fig. 13. De lagres i modsætning til timestatus-ord ikke et kendt antal gange, men hver gang der genereres en



Figur 12. Bit-identifikation for timestatus-ord.

hændelse i regnmålerinterfacen eller strømforsyningen. Den første halvdel af dataordet anvendes til at angive hændelsens art, og den anden halvdel anvendes til at angive minuttiden af klokkeslettet (GMT-tid) hvor hændelsen indtraf. Enhver hændelse registreres selvstændigt, hvilket medfører, at der kan forekomme flere minuttals-ord med samme minutangivelse.



Figur 13. Bit-identifikation for minuttals-ord.

Følgende hændelser registreres som minuttals-ord:

- *Vip*, hvilket svarer til, at der er faldet 0,2 mm nedbør i regnmålertragten, se afsnit 5.1.
- *Service vip*, angiver, at der i forbindelse med et servicebesøg har været tilsluttet en terminal til den pågældende RE, se afsnit 8.4.
- *Kalibreringscheck vip*, angiver regnvip (0,2 mm nedbør), der er genereret »kunstigt« ved hjælp af en kommando fra OME, se afsnit 5.7.
- *Netafbrydning*, angiver, at strømforsyningen (220V) til RE er afbrudt.
- *Net genetableret*, angiver, at netstrømmen til RE er kommet tilbage.
- *Batteriafladning A*, angiver, at den kommanderede afladning af batteri A er startet, se afsnit 8.5.
- *Batteriafladning B*, angiver, at den kommanderede afladning af batteri B er startet, se afsnit 8.5.

- *Batteriafladning slut A eller B*, angivet, at den kommanderede afladning af batteri A eller B er slut, se afsnit 8.5.
- *Kabelafbrydelse*, angiver, at kablet mellem regnmåler og RE er afbrudt, se afsnit 5.2.
- *Kabel reetableret*, angiver, at kabelforbindelsen mellem regnmåler og RE er reetableret, se afsnit 5.2.

Datalagrets kapacitet på 1024 ord á 12 bit er valgt med henblik på, at det skal kunne indeholde et døgn's data svarende til, at et af de to opkald fra OME'en, se afsnit 11, kan mislykkes, uden at der er risiko for datatab. 1024 ord kan således tænkes fordelt på 48 ord til timestatus-ord og 976 ord til minuttals-ord, der f.eks. kan markere 195 mm nedbør. Til sammenligning kan det nævnes, at det vandrigeste døgn i Danmark i følge Meteorologisk Instituts oplysninger indtraf den 9. juli 1931 i Marstal, hvor der faldt 168,9 mm regn.

8.7 Skriver

Som vist på blokdiagrammet af RE, se fig. 11, kan der tilsluttes en lokal skriver.

Den anvendte skriver er en BBC GOERZ MINISCRIP type Z 245/30 med papirbredde og -længde på henholdsvis 65 mm og 16 m. Skriverpapiret bevæger sig kontinuert med konstant hastighed (30 mm/h), og for hvert nedbørsvip, der modtages fra regnmåleren, foretages der en markering på papirbåndet, således at det er den integrerede nedbørsmængde som funktion af tiden, der angives.

Transportnøjagtigheden angives til 0,01%, og nøjagtigheden på målingen i forhold til papirinddelingen angives til 1,5%.

Skriveren er tilsluttet 220V AC, men vil ikke blive forsynet fra nødstrømforsyningen, se afsnit 8.4. Skriveren bør ikke monteres længere væk end ca. 50 meter fra RE, og kravene til omgivelserne er omtrent de samme som for RE, (temperaturområde 0-50 °C, relativ fugt max. 95%, ikke kondenserende).

9 Opkalde- og modtageenhed (OME)

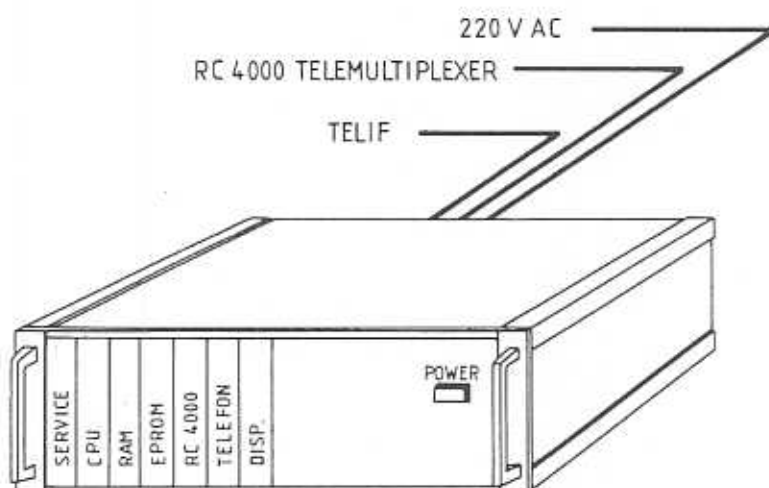
Opkalde- og modtageenhedens hovedformål er at indsamle de registrerede data fra alle registreringsenhederne og sende dem videre til endelig lagring, se fig. 3. Den endelige lagring foregår i Meteorologisk Instituts EDB-anlæg (RC 4000), som OME'en er tilsluttet direkte.

OME'en består af 5 printkort samt en strømforsyning, der er placeret i en standard 19" kassette med lukkede sider, top og bund, beregnet til at stå på en hylde, se fig. 14.

OME'en forsynes fra 220V AC men indeholder ikke nødstrømsforsyning- idet et eventuelt strømsvigt ikke vil medføre tab af registrerede data, men højst kan give anledning til, at en planlagt indsamling af data fra RE'erne vil blive udskudt, til strømmen er blevet reetableret. Hvilket i de fleste tilfælde vil foregå hurtigt, idet såvel EDB-maskine som OME er under konstant bemanning.

Tilslutningen til telefonnettet sker som ved RE'en via et TELIF.

OME'ens krav til omgivelserne er som for RE'en 5-55 °C og relativ fulgt max. 95%, ikke kondenserende.



Figur 14. Udformning af opkalde- og modtageenhed(OME).

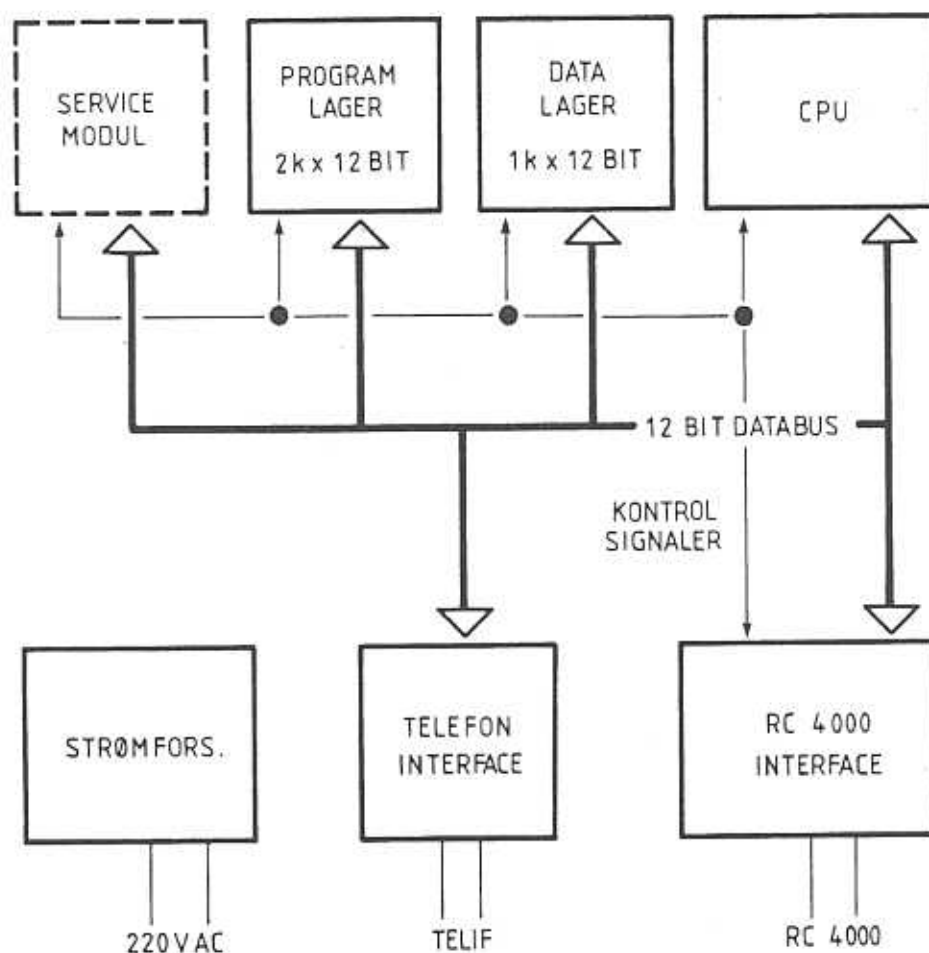
De fem printkort indeholder følgende moduler, se fig. 15:

- CPU-modul
- programlager
- telefoninterface
- RC 4000 interface
- datalager.

Printkortene vil ikke blive nøjere omtalt; idet der er tale om samme type standardmoduler, som der blev gennemgået i afsnit 8.

Af hensyn til service kan der indstikkes et servicemodul, der samtidig gør det muligt at overlade styringen af OME'en, som normalt foretages af EDB-maskinen, til en terminal, f.eks. en Teletype ASR 33.

Når OME'en kalder en regnmålerstation op, indgår der i kommunikatio-

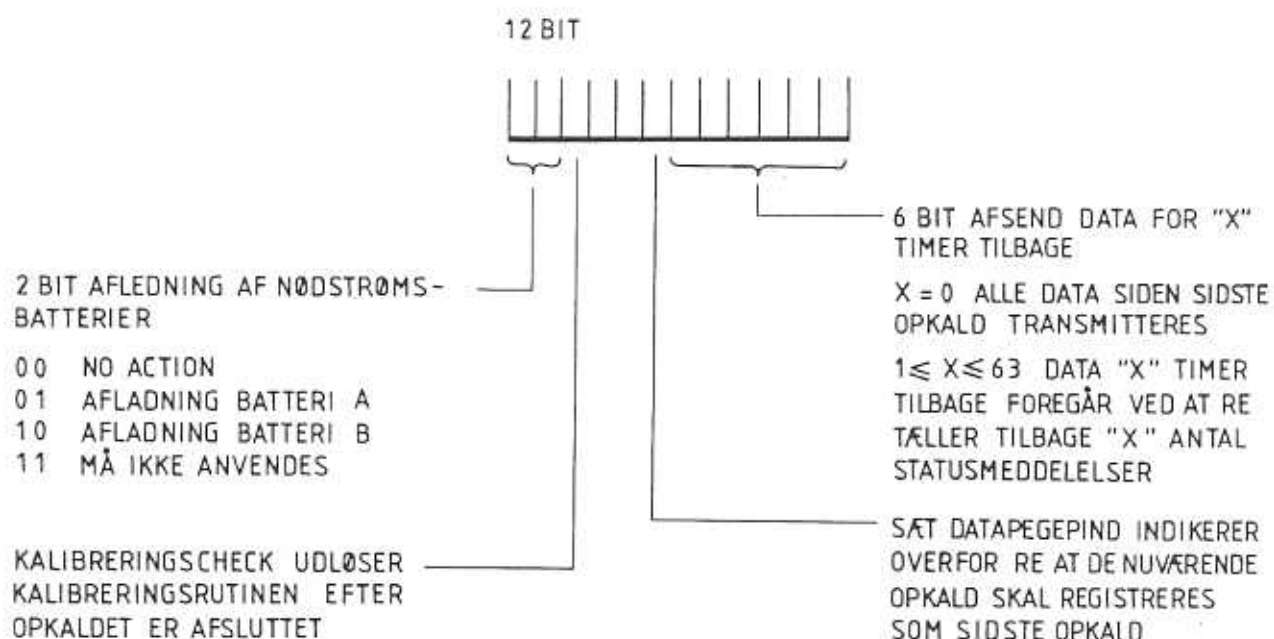


Figur 15. OME'ens principielle opbygning.

nen et kommando-ord, se afsnit 10. Dette ord er et 12-bit ord, som OME'en afsender for at få RE'en til at udføre en kommando.

Følgende kommandoer kan kommanderes fra OME'en, se fig. 16:

- *Afsend alle data, der er registreret siden sidste opkald!* Når denne kommando afsendes, vil RE transmittere de data, der befinder sig i lageret fra den position, der angives af en datapegepind (se nedenfor) til den aktuelle position.
- *Afsend alle data, der er registreret »X« timer tilbage!* Dette medfører, at RE tæller »X« timestatus-ord tilbage, og transmitterer de data, der befinder sig mellem den herved fundne position og den aktuelle position. Bemærk, at hvis lageret indeholder mindre end »X« timestatus-ord, beror det på tilfældigheder, hvor meget der overføres. »X« er et helt tal mellem 1 og 63.
- *Sæt datapegepind!* Medfører at RE'en sætter en datapegepind (markering) i datalagret ved den aktuelle adresse, d.v.s. den adresse, hvori der sidst er lagret et ord.
- *Udfør kalibreringscheck!* Dette foranlediger at regnmåleren starter en automatisk kalibreringskontrol når opkaldet er afsluttet, se afsnit 5.7.
- *Aflad batteri A/B!* Dette er en kommando, der benyttes når nødstrømsbatterierne skal afprøves, se afsnit 8.5 og 11.2.2.



Figur 16. Bit-identifikation for kommando-ord fra OME til RE.

10 Transmissionsprocedure

Når der i RC 4000 tages beslutning om, at der skal foretages opringning til en regnmålerstation for at få indsamlet de lagrede data, starter der en ganske bestemt procedure, som er beskrevet nedenfor.

1. RC 4000 sender til OME:
 - telefonnummer
 - stationsnummer
 - kommando
 - løbenummer.
2. OME ringer RE op
3. RE sender til OME:
 - stationsnummer
 - stationstid.
4. OME sammenligner det modtagne stationsnummer med det ønskede, er der overensstemmelse, så:
5. OME sender til RC 4000:
 - stationsnummer
 - løbenummer
 - stationstid.
6. OME sender til RE:
 - stationsnummer
 - kommando.
7. RE udløser kommando og sender til OME:
 - en datastreng.
8. OME kontrollerer datastrengen, er den i orden, så:
9. OME sender til RC 4000:
 - en datastreng.
10. RC 4000 kontrollerer datastrengen, er den i orden så lagres data.

Herefter gentages punkterne 7–10, indtil den kommanderede datamængde er overført.

Hele kommunikationen mellem RE-OME og RC 4000 foregår med ISO 7-bit kode, hvilket medfører, at et 12-bit ord som f.eks. timestatus-ord, minuttals-ord og kommando-ord deles over i 2 stk. ISO 7-bit-tegn, hvoraf det

ene af de syv bit altid er sat. Hvert 7-bit-tegn kommunikeres med lige paritet, hvilket vil sige, at der udover de 7 bit forekommer et ekstra bit, hvis antallet af bit ellers er ulige.

En datastreng, se punkterne 7, 8, 9 og 10, består af op til 16 stk. 12-bit ord, der er lavet om til 32 stk. ISO 7-bit-tegn samt af 2 stk. sumcheck-ord og 2 kontroltegn.

Sumcheck-ord er ISO 7-bit-tegn, der ligesom pariteten er med til at sikre, at dataoverførelsen sker korrekt. Det er blandt andet disse ord, som OME'en og RC 4000 kontrollerer i punkterne 8 og 10.

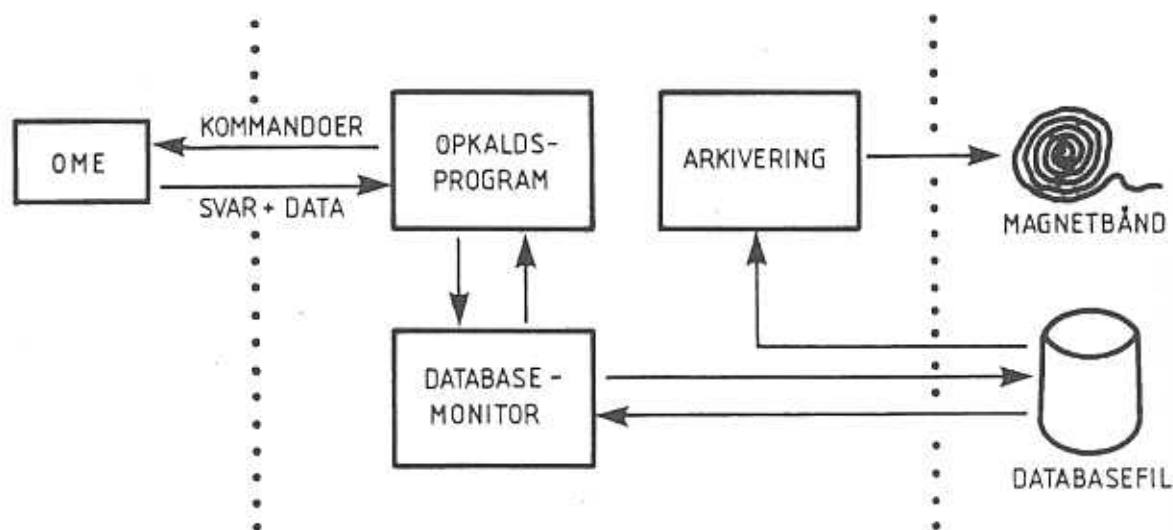
Kontroltegn er ISO 7-bit-tegn, der anvendes som skilletegn i kommunikationen. Som indikation for at transmissionsserierne 1, 3, 5, 6, 7 og 9 er færdige benyttes det kontroltegn, der betegnes GS.

11 Dataindsamling ved meteorologisk institut (MI)

Hovedfunktionerne for RC 4000-programsystemet er central styring af beslutningsprocessen omkring opkaldestrategien, modtagning af den indsamlede information og sikring af, at data arkiveres på passende måde.

11.1 Programsystemet ved MI

De vigtigste programmer og informationsvejene mellem dem i forbindelse med opkaldestrategi og arkivering er skitseret på figur 17.



Figur 17. Programsystem for kommunikationen mellem RC 4000 og OME.

11.1.1 Opkaldsprogram

Programmets opgave er at sende kommandoer, se afsnit 10, punkt 1, til OME'en, afvente svar og foretage lagring af de indsamlede data. Der udnyttes – ved databasemonitoren's hjælp – oplysninger i en databasefil

knyttet til regnmålersystemet. Oplysningerne omfatter:

- en opkaldstabel, der for hver RE indeholder information om hvornår næste opkald er planlagt, og hvilken præference opkaldet har
- oplysninger om hver enkelt registreringsenhed (telefonnummer, ønskede opkaldetider, information om tidligere foretagne opkald).

Opkaldsprogrammet aktiveres af operatøren to gange i døgnet (i tidsrumme ca. 06–07 og 18–19). I et fremtidigt system på MI er det planen at lade opkald administrere gennem et program, der kører alle døgnet 24 timer. Hermed vil hensyntagen til andre rutinekørsler være unødvendig, så det kan være hensigtsmæssigt med mindre modifikationer af opkaldsstrategien. Det vil mere bekvemt være muligt at drage fordel af, at RE'erne har individuelle opkaldstidspunkter og intervaller. En mere intensiv udnyttelse af tidsrum med lave telefontakster vil også kunne praktiseres.

En nærmere behandling af strategien i opkaldsprogrammet findes i afsnit 11.2.

11.1.2 Databasemonitor og databasefil

Databasemonitoren (DB) er et generelt program til behandling (oprettelse, nedlægning, læsning og skrivning) af poster i databasefiler, herunder også den databasefil, der anvendes i regnmålersystemet. DB er aktiv døgnet rundt. For yderligere detaljer henvises til dokumentationen af MI-systemet: A Real Time system for Automatic Processing of Meteorological Information (2. ed. 1976) [5].

11.1.3 Arkiv – program

Arkivering på magnetbånd foregår i flere trin. To gange i døgnet (i tidsrummet mellem aktiveringen af opkaldsprogrammet) foretages »daglig arkivering«: på linie med andre former for meteorologiske data bliver indholdet af databasefilen læst og udskrevet på »daglige arkivbånd«. Med 2–5 ugers mellemrum bliver de daglige arkivbånd anvendt ved opdateringskørsler: de relevante datatyper (i dette tilfælde nedbørstationsmålingerne) ekstraheres fra de daglige arkivbånd, der foretages sortering efter stationsnumre, se afsnit 12, og efter tidspunkt, dubletter fjernes og data udskrives på »endelige arkivbånd«, der til slut vil komme til at rumme data fra et kalenderår. Begge de nævnte typer magnetbånd er dannet med omtrent samme format som databasefilen.

11.1.4 Andre programmer

Udover de nævnte programmer findes hjælpeprogrammer, der tillader manuelt at:

- skabe nye opkaldstabeller og stationsposter
- ændre tidspunkter i opkaldstabellen
- udskrive diverse oplysninger
- nulstille fejlstatistik
- foretage test-opkald, f.eks. for at igangsætte automatisk kalibreringskontrol.

11.2 Strategi i forbindelse med opkald og dataindsamling

11.2.1 Beslutning om opkald

Hver RE er i opkaldstabellen i databasefilen beskrevet ved en identifikation (klimastationsnummer) samt to tidspunkter: næste kald (det tidspunkt hvor næste opkald tidligst ønskes), og præference (det tidspunkt hvor opkaldet bør være gennemført).

De RE'er, der har »næste kald« før det aktuelle tidspunkt skal kaldes. De øvrige betragtes som færdigbehandlede. Er der flere RE'er der skal kaldes, vælges den RE, der har det tidligste præferencetidspunkt. (Præferencen anvendes kun til dette formål).

11.2.2 Kommando til OME, se afsnit 9

Ved hjælp af den udvalgte RE's identifikation hentes den tilsvarende stationsbeskrivelsespost i databasen. Ud fra oplysningerne i stationsbeskrivelsesposten og opkaldstabellen vælges et løbenummer og det afgøres, hvor mange timers data, der skal anmodes om overførsel af. Beslutning om eventuel batteriafladning træffes også. På grundlag af disse beslutninger og stationsbeskrivelser sammensættes og afsendes kommandoen til OME'en.

I opkaldstabellen indsættes oplysninger om:

- hvilken RE der kaldes
- tidspunktet hvor opkaldet er sat i gang
- det ønskede antal timer
- det valgte løbenummer.

Alle væsentlige oplysninger vil herefter være gemt på baggrundslager, og programmet giver sig til at afvente svar fra OME.

Ønskede antal timer, se afsnit 9.

I stationsposten er beskrevet, fra hvilket klokkeslet (i hele timer regnet i RE-tid) der sidst er modtaget data. Ved sammenligning med den aktuelle tid udregnes hvor mange timers data (»X« timer) der vil være nødvendig for, at den sidst modtagne timeangivelse, se afsnit 8.6, bliver overført igen. Er den aktuelle tid mindre end 15 minutter fra det næste timeskift forøges »X« med 1 for at tage højde for en mindre unøjagtighed i indstillingen af RE-uret.

Overfor RE'erne kan den ønskede datamængde angives efter to forskellige principper, se afsnit 9: enten overførsel af »X« timer (»X« = 1, 63) eller overførsel af »alt siden sidst« (»X« = 0). Der anmodes så vidt muligt altid om overførsel af »X« timer fremfor »alt siden sidst«. »Alt siden sidst« betragtes som en nødløsning, der kun anvendes når RE'en ikke har været kaldt med tilfredsstillende resultat gennem længere tid (mere end 50 timer).

Begrundelsen herfor er dels, at det giver positiv indikation af, at der ikke mangler data når der kan ske sammenligning med ord fra forrige transmission, dels at det nedsætter risikoen for datatab på grund af transmissionsproblemer (hvor datapegepinden, se afsnit 9, i RE'en allerede kan være blevet flyttet) og systemnedbrud ved MI.

Til gengæld kan en permanent syntaksfejl i RE-lageret hindre dataindsamling indtil »X«-timer strategien opgives (eller indtil der sker reparation), idet der hver gang vil blive kommanderet transmission af det samme fejlbehæftede lagerafsnit.

Flytning af RE'ens datapegepind kommanderes når »X«-timer strategien anvendes. Hvis datapegepinden også blev flyttet ved kommandoen »alt siden sidst«, vil data gå tabt, hvis der f.eks. sker transmissionsfejl.

Batteriafladning, se afsnit 9.

Batteriafladning igangsættes ved det andet opkald på tirsdage, for batteri A hver 10. uge (i 1979 første gang i uge 10) og for batteri B hver 5. uge (første gang i uge 2). Der bliver ikke på andre tider kommanderet batteriafladning for RE'er, der måtte være ude af drift ved de nævnte lejligheder.

Kalibreringskontrol, se afsnit 9.

Kalibrering kommanderes ikke automatisk, men det kan iværksættes med et hjælpeprogram, når der træffes beslutning herom.

11.2.3 Indlæsning af data

Der indlæses data indtil afslutningssymbolet GS mødes, se afsnit 10. Under indlæsningen foretages syntaksanalyse. Sum-kontrol symboler, se afsnit 10, fjernes fra den indkommende datastrøm, idet eventuelle fejl samtidig registreres. De indkommende ISO-dataord sammensættes til 12-bit dataord og lagres.

Efter indlæsning af GS tages der stilling til de indlæste data (hvis der er modtaget data). Og der sker nu enten:

- behandling af data og opdatering af databasen (se afsnit 11.2.4) med de nye data og/eller med information om fejl,

eller

- hvis der ingen data er modtaget, eller der ikke er de nødvendige genkendelsespunkter i identifikationsdelen, vurderes den tid, der er forløbet siden opkaldet blev sat i gang. Er denne tid kort (mindre end 2 minutter) ventes der blot på yderligere data, hvorimod der efter lang tid foretages registrering af fejl, hvorefter der tages stilling til justering af opkaldstabellen og til et eventuelt nyt opkald (sædvanligvis af en anden RE, se afsnit 11.2.5).

11.2.4 Datakontrol og lagring

Målet med datalagringen er i databasen at gemme en passende kopi af RE'ens lager samt forskellige hjælpeinformationer (f.eks. RE-urets fejl, se nedenfor).

Det tilstræbes direkte tilgængeligt at have data i det mindste 36 timer bagud i tiden (og mindst data fra det sidste opkald, hvis dette gav overførsel af mere end 36 timer). I specielle situationer kan dette ikke opfyldes, idet der er en øvre grænse på for tiden ca. 930 RE-ord for lagret datamængde.

Lagring sker med ordlængden 24 bit, altså svarende til to RE-ord. Det er derfor hensigtsmæssigt:

- altid at lade de to samhørende timestatus-ord optage et 24-bit ord
- at lagre to 12-bit minuttals-ord i et 24-bit ord
- at lade et eventuelt ubenyttet 12-bit halvord (i tilfælde af et ulige antal minuttals-ord) udfylde med blind information. Som blind information anvendes et minuttals-ord med status 15 og et »minuttal« på 63, se fig. 13

- at anvende et 24 bit timestatus-ord med de to indledende bit = 0, de resterende 22 bit alle = 1 til angivelse af tilfælde, hvor der formodes at være sket et irreparabelt afbud i registreringerne eller i dataindsamlingen, se fig. 12.

Behandlingen af de indlæste data afhænger af, om der er ønsket »X« timer eller »alt siden sidst«. I det første tilfælde gøres der forsøg på at sammenføje de modtagne data med de i databasen lagrede ved at sammenligne timestatus-ord (NB: temperatur- og varmedata indgår i denne sammenligning). Findes der overensstemmelse indenfor de to sidste timeangivelser i de gamle data, konstrueres den ubrudte informationsstreng. Ellers adskilles tidligere data fra de nye data ved en afbrudsangivelse. Er der kommanderet »alt siden sidst« forsøges sammenføjning ikke. Yderligere må i dette tilfælde hele transmissionen kasseres hvis der optræder sum- eller syntaksfejl. Ellers vil der være risiko for, at mere end 24 timers data mangler, så udregning af korrekt dato er umulig. I normalt tilfældet (»X« timer) godtages i fejlsituationer den indledende del af data, der er blevet verificeret ved korrekte sum-check.

I alle tilfælde søges fejlramte transmissioner lagret for eventuel manuel undersøgelse, men de angives i databasen som suspekte og vil blive overskrevet ved næste transmission.

Behandling af RE-ur, se afsnit 8.1.

En vurdering af fejlindstillingen af RE-uret foretages og lagres i databasen. Til grund ligger den antagelse, at RC 4000's ur viser sand tid. Dette er naturligvis ikke helt korrekt, men normalt ligger fejlen under 1-2 minutter.

Endvidere er den oversendte RE-tid nedrundet til hele minutter. Der foretages derfor også konsekvent nedrundning af alle RC 4000-tider til nærmeste foregående hele minut.

Den beregnede RE-ur fejl er således behæftet med systematiske og tilfældige usikkerheder stammende fra:

- uoverensstemmelse mellem sand tid og RC 4000-tid (er normalt konstant over perioder på flere uger)
- nedrundningen af RE-tid og RC 4000-tid til hele minutter
- tidsforløbet fra RC 4000-tid aftastes (start af opkald) til RE-uret aftastes.

Den udregnede urfejl bør normalt ligge numerisk under 3–4 minutter. Op til 10 minutters afvigelse accepteres. Ved afvigelse derudover registreres ur-fejl.

Den anvendte algoritme for overført antal timeregistreringer og for data-sammenføjning sikrer, at kontinuert registrerede data altid vil kunne sammensættes korrekt hvis RE-ur fejlen er mindre end 15 minutter forud henholdsvis 45 minutter bagud.

For at undgå datatab ved at kommandere for få timer overført, regnes RE-uret konsekvent for at gå for langsomt når fejlen overskrider 59 minutter. Urfejlen kan således ligge i intervallet fra -23 timer til +59 minutter.

Registrering af fejl

For at muliggøre et overblik over ydeevnen vedligeholdes for hver RE en fejlstatistik, der omfatter:

- antal forsøgte opkald (regnet fra sidste manuelle nulstilling af statistikken)
- antal opkald med forekomst af (en eller flere) fejl
- antal opkald med fejl af en bestemt type,

nemlig henholdsvis:

- opkaldsfejl (herunder tilfælde hvor RE'en svarer med galt stationsnummer)
- sumfejl (transmissionsfejl)
- syntaksfejl (der oftest er et biprodukt af transmissionsfejl, men som også kan skyldes f.eks. RE-lagerfejl)
- ur-fejl.

For hver type fejl foretages to optællinger:

- det totale antal forekomster af fejlen indenfor de foretagne opkald (kan nulstilles manuelt)
- antal forekomster siden sidste fejlfrie opkald (nulstilles kun automatisk).

Fejl kan blive klassificeret galt, specielt når transmissionsfejl forårsager forvrængning af den centrale kontrolinformation. Det er dog et relativt sjældent fænomen, der normalt ytrer sig ved at transmissionsfejl misfortolkes som opkaldsfejl.

11.2.5 Opdatering af opkaldstabel

Efter afsluttet opkald modificeres opkaldstiderne for den kaldte RE i opkaldstabellen. Der er to muligheder:

1. Opkaldet er fuldført heldigt eller opgives. Der udregnes og lagres en ny værdi for »næste opkald« og præferencen sættes til en fast værdi, der er karakteristisk for den pågældende RE.
2. Opkaldet ønskes gentaget på grund af en fejl, der antages ikke at optræde ved et fornyet opkald. »Næste opkald« lades uændret medens der indsættes et senere præferencetidspunkt. RE'en er således stadig kandidat til opkald, men den vil have tabt prioritet i forhold til de øvrige RE'er.

Tilfælde 1: Indtræffer efter korrekt gennemførte opkald, efter transmissioner hvor der udelukkende optræder fejl, der ikke antages at ville blive udbedret ved et fornyet opkald (syntaks-fejl og ur-fejl) og i tilfælde hvor der gives op, fordi det allerede foretagne antal fejlbehæftede opkald er for stort (grænsen er tre opkald). Næste opkald bestemmes ud fra det aktuelle tidspunkt samt det opkaldsskema, der er foreskrevet i RE'ens stationsbeskrivelsespost ved angivelse af tidspunktet for første kald i et døgn, samt det interval hvormed opkald ønskes. Fra sidste midnat regnes frem til det første opkaldstidspunkt, der ligger efter aktuel tid. Er dette beregnede tidspunkt efter næste midnat, benyttes i stedet tiden næste midnat plus første opkald.

Tilfælde 2: Repetition af opkald (eventuelt med ønske om et mindre antal timer) sker efter forekomst af opkaldsfejl eller sumfejl (transmissionsfejl). Frekvensen af repetitioner nedsættes, når der opstår begrundet formodning om, at der ikke kan føres kommunikation med RE'en. Når antallet af opkaldsfejl siden sidste fejlfrie opkald er større end tre, får RE'en ikke tildelt repetition af opkald. Endvidere vil nogle opkald, der skulle foretages ifølge RE'ens tidsskema kunne blive sprunget over. Overspringsfrekvensen i forhold til det specificerede opkaldsskema er en ottendedel af det aktuelle antal opkaldsfejl (nedrundet til et heltal).

Efter opdatering af opkaldstabellen tages der stilling til et eventuelt nyt opkald.

12 Databehandling

De »endelige arkivbånd«, som er resultatet af den daglige arkivering af databasen, se afsnit 11.1.4, indeholder tidsmæssigt megen overlappning. Det er derfor nødvendigt, at foretage endnu en sortering før der fremkommer bånd, som er egnede til egentlig databehandling.

Ved den omtalte sortering deles døgnet ind i intervaller startende 0, 6, 12 og 18 GMT, og for hver station og interval findes blandt de arkiverede data den følge af information fra den tilsvarende RE, der kvantitativt indeholder den meste information. Hvert af disse stykker vil, med et passende hoved, blive opfattet som records af varierende længde og arkiveret på 9 spors, ulige paritet, 800 bpi magnetbånd.

Den arkiverede datainformation er en kopi af den information, der oprindeligt stod i RE'en bortset fra nogle ekstra fyldord, der optræder som minuttals-ord med status 15 og et »minuttal« på 63, se afsnit 11.2.4.

Stationsidentifikationen er baseret på en række stationsnumre, foretaget af Meteorologisk Institut på grundlag af en kode for stationens geografiske placering. De stationer, som pr. 1.1.1979 indgår i systemet, er i tabel 3 opstillet efter stationsnr. og stationens navn.

Tabel 3. Oversigt over stationsnumre og navne pr. 1.1.1979

20061	Hjørring vandværk	30311	Emdrup Banke
20211	Aalborg, Sulsted	30312	Vølundsgade
20461	Aalborg, Svenstrup	30313	Kløvermarksvej
22361	Viby, renseanlæg	30314	Kongens Enghave
22421	Silkeborg, Gudenå vandværk	30315	Vindingevej, Husum
23261	Vejle renseanlæg	30316	Måløv renseanlæg
23321	Kolding renseanlæg	30317	Glostrup renseanlæg
24292	Herning renseanlæg	30318	Hvidovre vandværk
25171	Esbjerg renseanlæg vest	30319	Hvidovre pumpestation
26091	Haderslev	30321	Rødovre vandværk
26481	Sønderborg	30222	Gladsaxe vandværk
28181	Bolbro	30351	Tårnby pumpestation 4
28182	Dalum	30352	Tårnby pumpestation 10
28183	Ejby Mølle	30353	Tårnby renseanlæg
28184	Odense NV	30411	Roskilde, Bjergmarkens renseanlæg
28186	Odense vandværk	30451	Mosedede renseanlæg
29041	Holbæk renseanlæg	31031	Store Heddinge vandværk
30031	Helsingør renseanlæg	31151	Næstved central renseanlæg
30191	Dronninggård renseanlæg	31231	Vordingborg central renseanlæg
30201	Vedbæk renseanlæg	31511	Nykøbing Falster renseanlæg nord
30211	Meteorologisk Inst.	31401	Nakskov, Stadsgartn. planteskole
30221	Virum		

12.1 Månedsoversigt

For at give en oversigt over de indsamlede data foretages der for hver station og måned en databehandling, der resulterer i en såkaldt månedsoversigt, se fig. 18.

Månedsoversigten er baseret på de ovenfor omtalte 6-timers records og indeholder følgende:

- *Stationsnummer og -navn.* Alle nedbørsstationerne har fået et nummer, der indgår i MI's system af stationsnumre, se afsnit 12.
- *Total nedbørsmængde.* Den totale nedbørsmængde, der er målt af den pågældende regnmåler opgives i mm.
- *Daglig registreret nedbør.* Den totale nedbørsmængde for hver dag i måneden opgives i mm.
- *RC 4000 – RE's ure.* Tiden med 1 minuts opløsning for start af opkald fra RC 4000 sammenlignes med registreringsenhedens ur. Som omtalt i afsnit 11.2.4 kan der forekomme små afvigelser, uden der er tale om egentligt galt indstillet RE-ur. De i oversigten forekomne tidsangivelser er beregnet efter RE-uret i GMT-tid. Tidsdifferensen, der angives i oversigten, er den sidst modtagne i den pågældende måned.
- *Manglende 6-timers perioder.* Hvis der er 6-timers perioder, se ovenfor, der delvist eller helt mangler, opgives dette.
- *Oversigt over månedens nedbørshændelser.* En nedbørshændelse er defineret som en serie af nedbørsregistreringer (vip) á 0,2 mm, hvor afstanden i tid mellem 2 på hinanden følgende vip er mindre end 60 minutter. Et enkelt vip regnes ikke for en hændelse.

Følgende oplysninger gives:

- *Dato for første vip.*
- *Klokkeslet (GMT) for første vip.*
- *Klokkeslet for sidste vip.* Dato for første og sidste vip er ikke nødvendigvis den samme, men evt. tvivl elimineres ved næste oplysning.
- *Varighed.* Hændelsens varighed opgives i minutter, og er defineret som (stop-start + 1).
- *Total nedbørsmængde.* Hændelsens samlede nedbør opgives i mm og beregnes ud fra, at et vip svarer til 0,2 mm.
- *Temperatur.* Den tragtemperatur, der ved hændelsens slutning er registreret i RE's datalager udskrives. Det bør erindres, at tidspunktet for

TOTAL NEDBØRMÆNGDE: 103,0 MM

DAGLIG REGISTRERET NEDBØR (MM)		10MIN		20MIN		30MIN		40MIN		60MIN		120MIN		300MIN	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	10.8	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	4.0
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	62.6	6.2	8.8	0.6	3.0	0.0	0.0	1.8	0.8	

RC4000-RE'S JRE +3 MIN. VED SIDSTE REGISTRERING

DATO	START - STOP GMT	VARIG- HED MIN	TOTAL MÆNGDE MM	TEMPE- RATUR C	SNE- INDEX J/G	GEN- NEMSIT C	STØRSTE MIDDELINTENSITET OVER								
							1MIN	5MIN	10MIN	20MIN	30MIN	40MIN	60MIN	120MIN	300MIN
06	22.51-23.01	11	0.6	15.0	0.0	0.91	3.33	1.33	0.67	0.67	1.67	1.56	1.62	1.11	
07	11.14-12.43	90	4.4	13.0	0.0	0.81	6.67	3.33	2.33	0.67	1.17	1.00	0.75	0.72	0.44
07	16.51-22.36	346	6.4	8.5	0.0	0.31	3.33	1.33	1.33	1.33	1.67	1.00	0.75	0.39	0.28
14	15.17-15.28	12	0.8	11.5	0.0	1.11	3.33	1.33	1.00	1.00	0.67	0.44	0.33	0.39	0.28
14	18.11-20.36	160	2.2	10.5	0.0	0.26	5.67	2.00	1.00	1.00	1.00	0.78	0.67	0.56	0.39
15	03.11-06.34	204	3.6	9.5	0.0	0.29	3.33	2.67	2.00	2.00	1.00	0.78	0.67	0.56	0.39
22	10.53-10.59	7	0.4	31.5	0.0	0.95	3.33	0.67	0.67	40.33	35.17	27.78	25.83		
22	15.29-16.22	54	60.2	12.5	0.0	18.58	63.33	46.67	0.67	0.67	0.50	0.44	0.33	0.22	0.19
22	17.29-19.49	141	1.6	13.0	0.0	0.19	6.67	1.33	0.67	0.67	1.17	1.11	1.00	0.89	0.72
23	01.57-04.15	139	5.6	10.0	0.0	0.67	6.67	2.00	1.33	0.67	0.50	0.44	0.33		
24	05.53-06.37	45	1.2	12.5	0.0	0.44	6.67	1.33	0.67	0.67	0.50	0.44	0.33		
24	17.30-18.48	79	7.6	29.5	0.0	1.60	26.67	10.00	5.33	3.33	3.33	2.22	1.83	1.72	
25	11.54-12.17	26	0.6	29.5	0.0	0.38	3.33	1.33	0.67	0.67	0.33	0.33	0.67	0.50	
26	01.57-02.40	44	1.4	29.5	0.0	0.53	5.67	1.33	1.00	0.83	0.67	0.67	0.50		
26	04.15-04.18	6	1.0	29.5	0.0	2.78	5.67	2.67	2.67	0.67	0.67	0.33	0.33	0.25	0.22
29	01.28-03.26	119	1.2	29.5	0.0	0.17	3.33	0.67	0.67	0.33	0.17	0.11	0.11	0.11	0.11
29	04.22-05.00	92	0.6	29.5	-1.0	0.11	3.33	0.67	0.67	0.33	0.17	0.11	0.11	0.11	0.11
30	10.53-10.56	2	0.6	29.5	0.0	5.00	5.67								
MÆNEDENS STØRSTE MIDDELINTENSITETER:							63.33	46.67	40.33	35.17	27.78	25.83	1.72	0.72	0.30

STATUSMEDDELELSER (max 28)

INGEN

Figur 18. Eksempel på månedsudskrift med oversigt over falden regn.

registrering af temperatur ikke er sammenfaldende med tidspunktet hvor temperaturen bliver målt, se afsnit 5.5.

- *Sneindeks*. Denne oplysning kan benyttes til at angive nedbørens art (fast eller flydende). Sneindekset er defineret som, se afsnit 5.5.:

$$\frac{\bar{W}_I - W_y}{X_I - X_y} \text{ (J/g)}$$

\bar{W}_I energiforbruget pr. time i gennemsnit under hændelsen

W_y energiforbruget i timen før hændelsen, medmindre $\bar{W}_I - W_y \leq 0$ da benyttes energiforbruget i timen efter hændelsen

\bar{X}_I nedbørsmængden pr. time i gennemsnit under hændelsen

X_y nedbørsmængden i den time hvortil W_y hører

Negative indeks angives som -1.

Er nedbøren frossen, kræves der et energiforbrug på ca. 335 J/g til smeltning, medens en opvarmning på 10 °C af vand kræver ca. 40 J/g.

Usikkerhederne på sneindekset er så store, at det kun må betragtes som et forsøg på at skelne frossen nedbør (sneindeks ca. 335 J/g) fra flydende nedbør (sneindeks ca. 0).

- *Gennemsnitlig intensitet (total)*. Hændelsens gennemsnitlige nedbørsintensitet angives i $\mu\text{m/sec}$ ($=10^{-6} \text{ m/sec} = 10 \text{ l/sec/ha}$).
- *Største middelintensitet*. For hvert af intervallerne 1, 5, 10, 20, 30, 40, 60, 120 og 300 minutter findes det interval i hændelsen, der indeholder det største antal vip, og middelintensiteten angives i $\mu\text{m/sec}$. Dette er således hændelsens største intensitet for det givne interval (svarende til regnræk- kers beregning).
- *Månedens største middelintensiteter*. Af de ovenfor omtalte intensiteter præsenteres de største i måneden særskilt.
- *Statusmeddelelser*. I afsnit 8.6 er der beskrevet en række hændelser udover almindelige nedbørsvip, der lagres som minuttals-ord. Disse hændelser udskrives under fællesbetegnelsen statusmeddelelser med angivelse af hændelsens art samt tidspunktet hvor hændelsen forekom. Af praktiske årsager udskrives kun de første 28, i tilfælde af flere statusmeddelelser vil dette normalt også være udtryk for fejl ved stationen.

13 Drift

Den del af regnmålersystemets drift, der kræver manuel indgriben, består af følgende punkter:

- daglig datakritik
- årlige servicebesøg på regnmålerstationer
- årlig kontrol af regnmålerplacering
- rengøring af regnmålertragt og plasticbeholder
- papirskift på skriver
- automatisk kalibreringskontrol.

13.1 Daglig datakritik

På Meteorologisk Institut bliver de indsamlede data dagligt underkastet en kritik. I denne datakritik indgår dels en vurdering af, om dataene ser rimelige ud og dels et gennemsyn af eventuelle statusmeddelelser.

Hvis der under den daglige datakritik observeres fejl ved en regnmålerstation, bliver dette øjeblikkeligt meddelt til det firma, der har service på regnmåler-systemet, og som er forpligtet til at påbegynde fejlfhjælpningen 48 timer efter fejlmeldingen. For OME'en er denne tidsfrist dog kun 12 timer.

13.2 Årligt servicebesøg på regnmålerstationer

I aftalen med det ovenfor omtalte servicefirma indgår et årligt servicebesøg på de enkelte regnmålerstationer.

Ved dette servicebesøg bliver såvel regnmåler som registreringsenhed eftersat. Til eftersynet af regnmåleren hører en »mark-check kalibrering« se bilag.

Ved »mark-check kalibreringen« bliver det ved intensiteterne 1, 2 og 4 mm/min kontrolleret om et vip svarer til $0,2 \text{ mm} \pm 5\%$. Er dette ikke tilfældet forsøges en indjustering af måleren, der hjemtages til laboratoriekalibrering hvis kravet om $\pm 5\%$ ikke kan overholdes efter justering i marken.

13.3 Årlig kontrol af regnmålerplacering

Meteorologisk Institut tilser regnmålerstationerne en gang om året. Ved dette tilsyn kontrolleres det, at måleren stadig er korrekt placeret i forhold til den lægivende vegetation, se afsnit 7.

13.4 Rengøring af regnmålertragt og plasticbeholder

For at undgå tilstoppelse af regnmåleren skal tragten jævnligt renses for blade og andet nedfald.

Plasticbeholderen i regnmålerstanderen, se afsnit 5.6, skal ca. en gang om året udtages og skylles i rent vand, inden den fyldes med vand og sættes på plads igen. For at undgå evt. algevækst kan der med fordel lægges kobberstykker ned i beholderen.

13.5 Papirskift på skriver

Hvis der til registreringsenheden er tilsluttet en skriver, skal papiret skiftes med ca. 3 ugers mellemrum.

13.6 Automatisk kalibreringskontrol

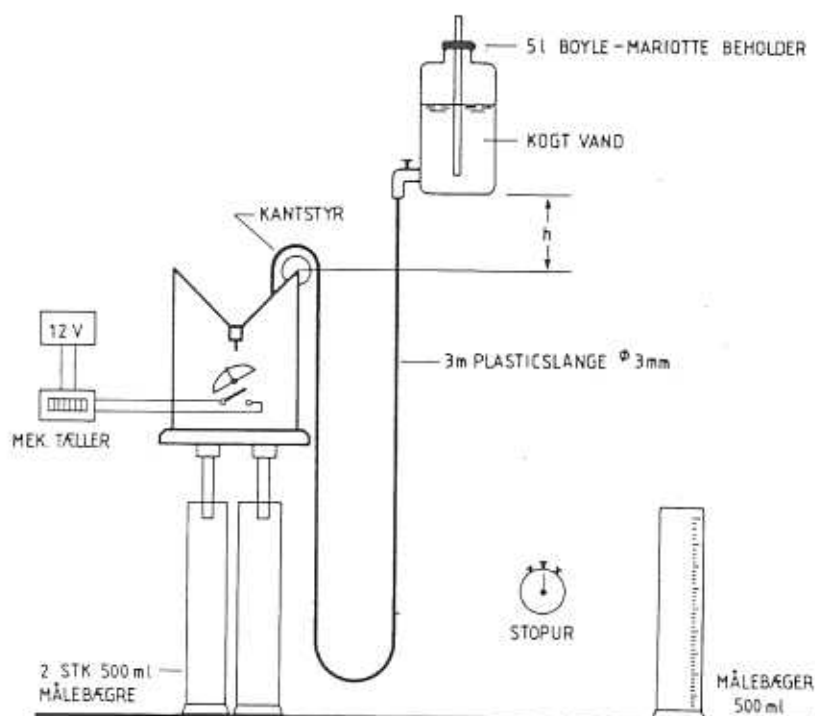
Som nævnt i afsnit 11.2.2 igangsættes en automatisk kalibreringskontrol manuelt fra RC 4000. Årsagen til at denne kontrol ikke foretages automatisk, som det er tilfældet for batteriafladning er, at en meningsfyldt kalibreringskontrol kræver, at en række forudsætninger er opfyldt, se afsnit 5.7.

14 Litteratur

- [1] Johansen, L.: »Dimensionsgivende regnhændelser for afløbssystemer«. Laboratoriet for teknisk Hygiejne, Danmarks Tekniske Højskole, 1979.
- [2] Andersen, A.: »Selvregistrerende regnmålere«. DIF Spildevandskomiteen, København 1976.
- [3] »Bestemmelse af regnrækker«. DIF Spildevandskomiteen skrift nr. 16. København 1974.
- [4] Johansen, L.: »Aflledning af regnvand«. København 1974.
- [5] »A Real Time system for Automatic Processing of Meteorological Information«. Meteorologisk Institut, København 1976.

Bilag

Vejledning for serviceteknikere til »mark-check-kalibrering« og laboratoriekalibrering af regnmåler RIMCO R/TBR-8HE.



Udstyret er samlet i et kit og består af følgende:

- 2 stk. 5 liter BOYLE-MARIOTTE beholder med 3 m slange og regnmåler kantstyr
- 2 stk. 2 liter plastbeholdere for kogt vand
- 2 stk. plastmålebægre 500 ml
- 1 stk. måleglas 500 ml opløsning 5 ml. Tol. \pm 1,88 ml, SILBERBRAND 31654
- 1 stk. mekanisk tæller med 12 V batteri
- 1 stk. stopur
- 1 stk. beholderstativ

Beskrivelse af virkemåden

Målingen af regnmåleren skal ske ved følgende intensiteter 1–2 og 4 mm. Disse intensiteter kan indstilles ved hjælp af en tabel på BOYLE-MARIOTTE beholderen, der i tabelform for hver intensitet angiver højdeforskellen »h« mellem tragtens overside og bunden af BOYLE-BARIOTTE beholderen. BOYLE-BARIOTTE beholderen virker på følgende måde: Når vandet løber ud af hanen i bunden, vil der opstå et undertryk i beholderen, da røret, der stikker ned i vandet, er ført lufttæt igennem låget. Dette undertryk vil hurtigt blive lig med atmosfæretrykket minus trykket af vandsøjlen fra bunden af røret til vandoverfladen. Trykket på plasticslangen vil derfor være konstant uafhængig af vandoverfladens højde.

Vandet løber igennem regnmåleren, og opsamles i 2 beholdere, én for hvert afløb. Antallet af vip tælles på den mekaniske tæller.

Hvert vip svarer til 0,2 mm nedbør. Da regnmålerens areal er kendt, kan nedbøren omsættes til ml vand.

$$1 \text{ vip} = 6,49 \text{ ml vand}$$

100 vip svarer ca. til 649 ml vand, og er der balance, vil der være opsamlet 324 ml vand i hver beholder.

Definitioner

Skål A på regnmåleren er den skål, der sidder til højre, når måleren placeres således at kontakten sidder bag vippen. Skålen til venstre er skål B.

Mark-check-procedure

Intensitet 4 mm/min.

Der udføres 3 forsøg med 100 vip.

Alle målinger fra skål A og B indføres som MÅLING I.

Alle 3 målinger afsættes på kurveblad for MÅLING I.

Herefter beslutes, om målingen er indenfor toleranceområdet, eller om der skal justeres eller udskiftes:

- såfremt alle målinger er indenfor $\pm 2,5\%$ fortsættes til MÅLING II
- såfremt 2 ud af 3 målinger er i området 2,5–5%, skal der justeres (se justering).
- såfremt 2 ud af 3 målinger er udenfor 5%, udskiftes regnmåleren.

Måling II og III udføres som enkeltmålinger, der ligeledes udføres ved anvendelse af SKEMA 1.

Begge målinger skal ligge indenfor $\pm 5\%$, ellers udskiftes regnmåleren.

Justering

Ved justering af regnmåleren anvendes SKEMA 2.

Der anvendes følgende procedure:

- Udregn middelværdien af måling I for skål A og skål B. Såfremt der ikke for alle målinger er tale om 100 vip, normeres målingen ved anvendelse af KURVE 2.
- Ud fra differencen mellem nominal og den udregnede middelværdi (differencen kan være + eller -) justeres stilleskruerne, idet stilleskrue for skål A sidder ved skål B og omvendt.
- Stilleskruerne justeres ifølge KURVE 1 opad eller nedad, afhængig af differencens fortegn.

Efter justeringen udføres en kontrolmåling som 3 stk. målinger ved intensitet 4 mm/min. (identisk med måling I).

Alle målinger skal ligge indenfor $\pm 2,5\%$, og der fortsættes med måling II, ellers udskiftes regnmåleren.

Laboratorie-kalibrering

Denne procedure udføres med samme udstyr som markkalibreringen, men proceduren er udvidet til:

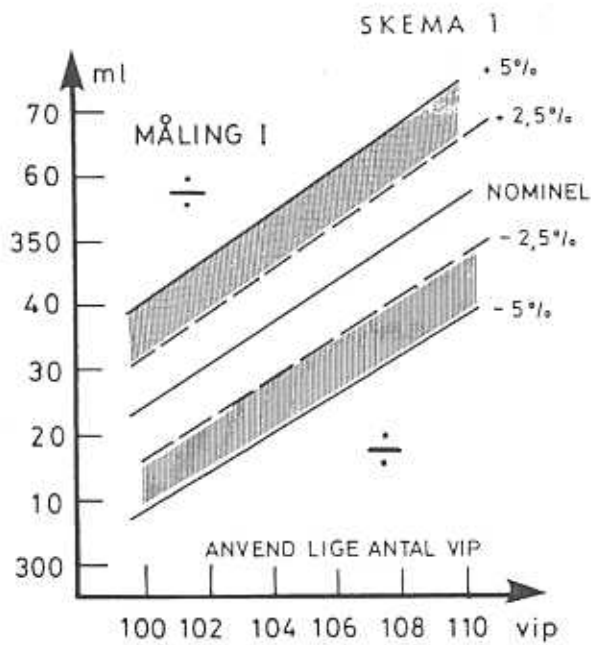
- 3 målinger ved $I = 4$ mm/min. og 100 vip med evt. justering ifølge skema 2.
- 3 målinger ved $I = 1$ mm/min. og 100 vip
- 3 målinger ved $I = 2$ mm/min. og 100 vip.

Alle målinger indføres i SKEMA 3.

Ud fra måling A-B-C udregnes mm/vip og mm/min. Disse udregnede værdier indsættes i koordinatsystemet for TOTALMÅLING.

ALLE PUNKTER SKAL VÆRE INDENFOR $\pm 5\%$

Herefter udregnes middelværdien af 1-2-3, og den samlede MIDDELVÆRDI kan udregnes. Denne samlede MIDDELVÆRDI skal ligge indenfor $\pm 3\%$ grænserne.

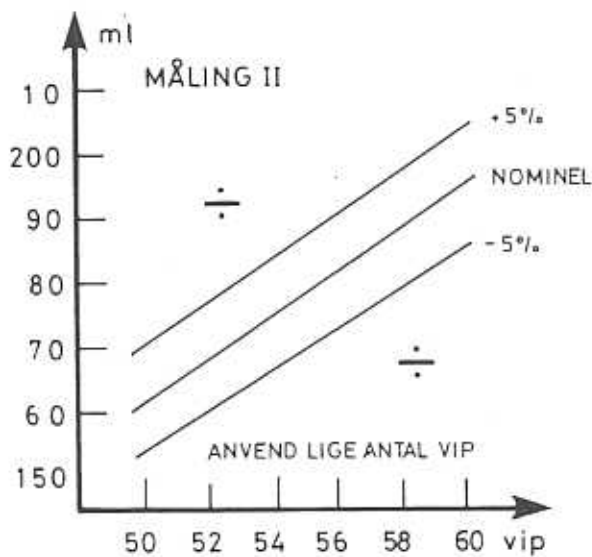


DATO		REGNMÅLER	
OPR			

MÅLING I $l = 4 \text{ mm/min}$

	Vip	Skål A	Skål B	Tid
NOM.	100	324 ml	324 ml	5 min
1				
2				
3				

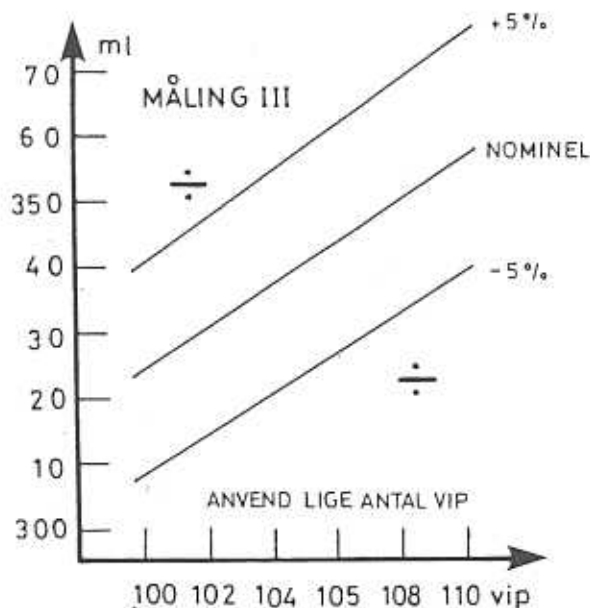
- SÅFREMT ALLE MÅLINGER INDENFOR 2,5% GRÆNSER GÅ TIL MÅLING II
- SÅFREMT 2 UD AF 3 FOR SAMME SKÅL I SKRAVEREDE OMR. GÅ TIL JUSTERING SKEMA 2
- SÅFREMT 2 UD AF 3 FOR SAMME SKÅL I ÷ OMRÅDE UDSKIFT REGNMÅLER



MÅLING II $l = 1 \text{ mm/min}$

	Vip	Skål A	Skål B	Tid
NOM.	50	162 ml	162 ml	10 min
1				

- SÅFREMT MÅLING INDENFOR $\pm 5\%$ GÅ TIL MÅLING III
- ELLERS UDSKIFT REGNMÅLER



MÅLING III $l = 2 \text{ mm/min}$

	Vip	Skål A	Skål B	Tid
NOM.	100	324 ml	324 ml	10 min
1				

- SÅFREMT MÅLING INDENFOR $\pm 5\%$ REGNMÅLER OK
- ELLERS UDSKIFT REGNMÅLER

SKEMA 2
JUSTERING

UDREGN MIDDELVÆRDI

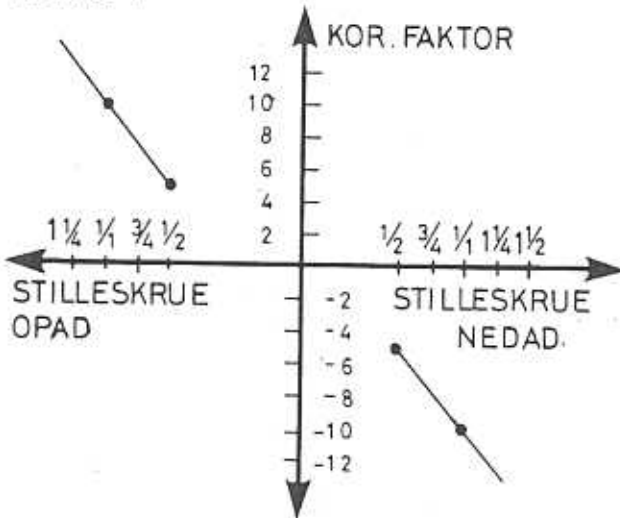
SKÅL A $\frac{1+2+3}{3} =$ - 324 =

SKÅL B $\frac{1+2+3}{3} =$ - 324 =

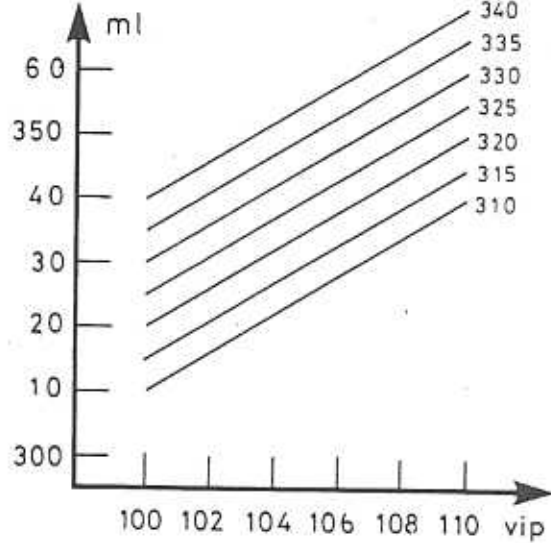
KOR. FAKTOR
MED FORTEGN.

* SÅ FREMT IKKE ALLE MÅLINGER ER 100 VIP
MÅ DER KORRIGERES V.H.A. KURVE 2

KURVE 1

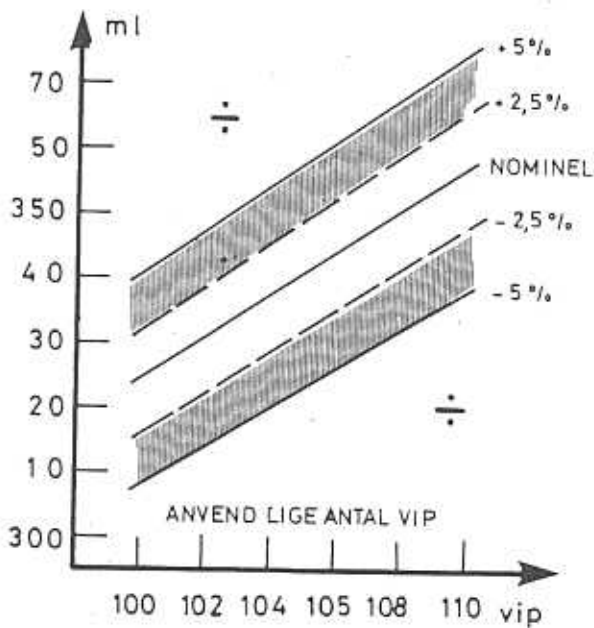


KURVE 2



STILLESKRUE SKÅL A SIDDER VED SKÅL B
STILLESKRUE SKÅL B SIDDER VED SKÅL A

VERIFERINGSMÅLING :



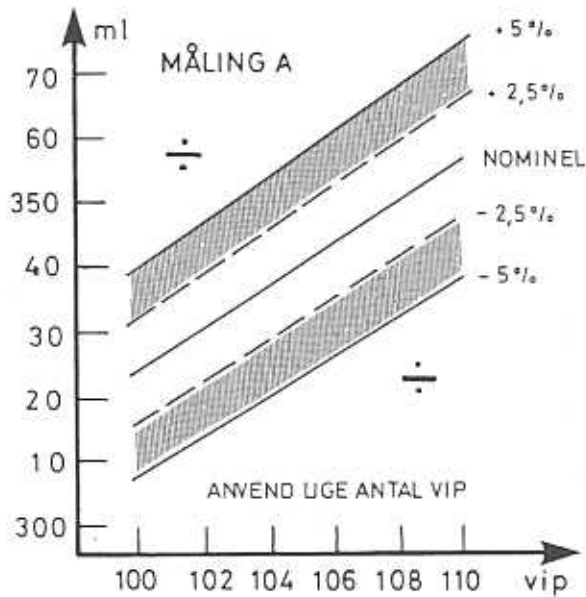
MÅLING I $l = 4 \text{ mm / min}$

	Vip	Skål A	Skål B	Tid
NOM.	100	324 ml	324 ml	5 min
1				
2				
3				

ALLE INDENFOR 2,5% GRÆNSER
GÅ TIL MÅLING II
ELLERS UDSKIFT REGNMÅLER.

SKEMA 3
LABORATORIE
KALIBRERING

DATO	REGNMÅLER
OPR.	



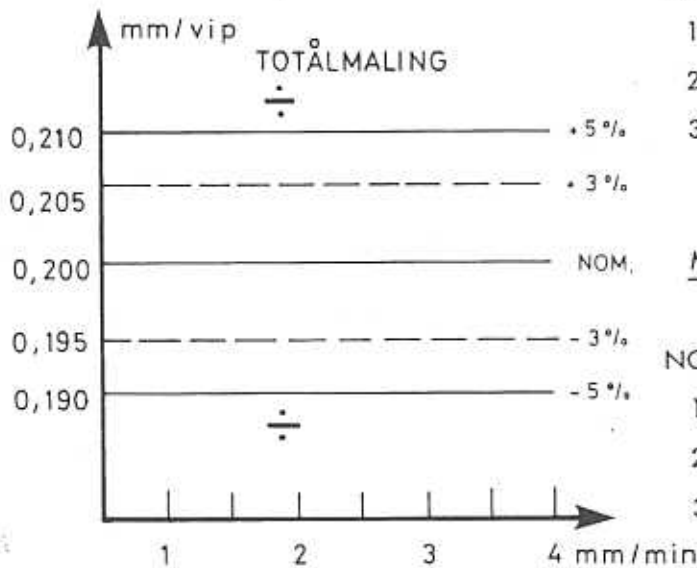
MÅLING A $l = 4 \text{ mm/min}$

	Vip	Skål A	Skål B	Tid
NOM.	100	324 ml	324 ml	5 min
1				
2				
3				

- ALLE MÅLINGER INDENFOR $\pm 2,5\%$ GÅ TIL MÅLING B
- ELLERS JUSTERES IFØLGE SKEMA

MÅLING B $l = 1 \text{ mm/min}$

	Vip	Skål A	Skål B	Tid
NOM.	100	324 ml	324 ml	20 min
1				
2				
3				



MÅLING C $l = 2 \text{ mm/min}$

	Vip	Skål A	Skål B	Tid
NOM.	100	324 ml	324 ml	10 min
1				
2				
3				

$$\text{mm/vip} = 0,2 \frac{\text{SKÅL A} \cdot \text{SKÅL B}}{648 \times \text{VIP}}$$

$$\text{mm/min} = \frac{\text{mm/vip} \times \text{VIP} \times 60}{\text{TID (sec)}}$$

	A	B	C
1			
2			
3			

MIDDELVÆRDIER = MIDDELVÆRDI $\geq \pm 3\%$ GRÆNSER

ALLE mm/vip BEDRE END $\pm 5\%$