

Bearbejdelse af diagrammer fra
de af Stads- og Havneingeniørforeningen
opstillede selvregistrerende regnmålere
for årene 1933-1947



DK tal: 628.3

FORF:

TITEL: Bearbejdelse af diagrammer
... selvregistrerende regn-
målere for årene ... 1950.

TEKNISK FORLAG

A/S DANSK INGENIØRFORENING

1950

Aalborg Universitetsbibliotek

530001807446



09372

*Bearbejdelse af regnmålerdiagrammer for årene 1933-47
fra de i byerne Esbjerg, Gentofte, Odense, Vejle,
Ålborg og Århus opstillede selvregistrerende regnmålere.*

Indledning.

Efter at den af nu afdøde stadsingeniør Westergaard og overingeniør Peder Poulsen (W. & P.) i 1928 foretagne undersøgelse af pluviogrammer fra Meteorologisk Instituts regnmåler i København havde vist, at det indtil da benyttede grundlag for beregning af kloaker var utilstrækkeligt, blev der på foranledning af Stads- og Havneingeniørforeningen i Danmark i 1933 opstillet 6 selvregistrerende regnmålere (pluviografer) forskellige steder i landet, nemlig i byerne Esbjerg, Gentofte, Odense, Vejle, Ålborg og Århus.

Et foreløbigt resultat af disse målinger for årene 1933—38 er givet af W. & P. i »Stads- og Havneingeniøren« nr. 1/1940. Perioden var imidlertid for kort til, at der kunne drages videre slutninger af undersøgelserne.

Da regnmålerne nu har fungeret i 15 år, har man ment, at det ville være af interesse at få bearbejdet de foreliggende pluviogrammer, og Dansk Ingeniørforenings Spildevandskomité har efter aftale med Stads- og Havneingeniørforeningen påtaget sig dette arbejde. Bearbejdelsen er foretaget af civilingeniør P. H. Eriksen med bistand af civilingeniør Ejner Larsen.

Bestemmelse af grænseværdier for medtagne regnskyl.

Forinden resultaterne anføres, skal der gives en beskrivelse af den fremgangsmåde, der er benyttet.

Den første opgave, man må gå i gang med, er at bestemme, hvilke regnskyl, d. v. s. hvilke sammenhørende værdier af regnintensitet og regnvarighed, der har interesse, således at alle regnskyl, hvis intensitet i ligger under de for de forskellige varigheder t_r fastsatte grænseværdier, lades ude af betragtning. Disse grænseværdier afhænger af, hvilken anvendelse man har tænkt sig at gøre af resultaterne.

Medens W. & P. ved den tidligere nævnte undersøgelse ikke gik højere end til en regnvarighed på 40 min., hvilket var fuldt tilstrækkeligt, da der kun var tale om at bestemme grundlaget for beregning af kloakledningers dimensioner, har man ved den nu foretagne bearbejdelse udstrakt varigheden over et betydeligt længere tidsrum, bl. a. under hensyn til den i de senere år stigende anvendelse af regnvandsbassiner, hvis opgave er dels at formindske ledningsdimensionerne på den efterfølgende strækning, dels i forbindelse med overfaldsbygværker at formindske antallet af aflastninger.

For disse bassiner kan regn af betydelig større varighed end det normalt er tilfældet ved kloakledninger, være afgørende for dimensioneringen.

Maximumsværdien for varigheden er sat til 4 døgn = 96 h, hvilket må antages at være meget på den sikre side, da man næppe af hensyn til faren for begyndende forrådnelse af vandet vil tillade, at bassinet tømmes så langsomt.

Da en regnrække som bekendt består af de med en vis årlig hyppighed optrædende sammenhørende værdier af intensitet og varighed, må man ved fastsættelse af grænseværdier for intensiteten bestemme, hvor stor en årlig hyppighed man vil have med ved bearbejdelsen og dernæst søge at fastsætte sådanne værdier af intensiteten, at man for de forskellige varigheder får lige mange regnskyl med.

Da resultaterne af nærværende bearbejdelse som nævnt skulle kunne anvendes ved beregning af regnvandsbassiner, er det af hensyn til bassiner i forbindelse med overfaldsbygværker besluttet

at udstrække bearbejdelsen til regnskyl, der optræder med en gennemsnitlig årlig hyppighed på 5, idet det meget vel kan tænkes, at man vil tillade gennemsnitlig 5 gange aflastning årlig fra et sådant bygværk.

For den her omhandlede 15-årige periode fra 1933—47 måtte man derfor medtage de 75 største værdier for nedbørsmængden indenfor de forskellige varigheder. Dette er en noget anden måde at foretage en begrænsning af de medtagne regnskyl på end anvendt af W. & P., som medtog alle regnskyl, hvis middelintensitet mindst var 30 l/sek/ha. Da der ikke før den af W. & P. foretagne bearbejdelse forelå nogen mere indgående undersøgelse af nedbørsforholdene herhjemme, kunne begrænsningen ikke ske på anden måde, medens man nu ved hjælp af de da fundne resultater på forhånd nogenlunde kunne skønne, hvilke grænseværdier, der skulle sættes for ved hver varighed at få mindst 75 regnskyl med og helst ikke alt for mange flere, da dette blot forøger arbejdet unødvendigt.

De først anslåede grænseværdier måtte dog for tiderne over 1 h revideres lidt, da det ved den første station, der blev bearbejdet, viste sig, at man for disse tider fik over 100 regnskyl med, medens antallet for tider under 1 h lå omkring 85, med undtagelse af de laveste tider 5, 10 og 15 min., for hvilke der fandtes henholdsvis 39, 61 og 67 stk. Da det ikke har så stor interesse for disse kortvarige regnskyl, der ikke har betydning ved dimensioneringen af bassiner, at få så mange regnskyl med, og det kunne tænkes, at det var et tilfælde, at antallet var så lavt, navnlig for regnskyllet af 5 min. varighed, ændredes de først fastsatte grænseværdier ikke for tider under 1 h.

De således reviderede grænseværdier, der anvendtes ved de øvrige stationer, er angivet i følgende tabel 1, der samtidig angiver de forskellige regnvarigheder, som blev undersøgt.

Tabel 1.

Laveste grænse for nedbør, som medtages ved bearbejdelsen.

Regnvarighed (min.)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	
Grænseværdi for nedbør (mm)	2,5	3,1	3,4	3,7	3,9	4,2	4,4	4,6	4,7	4,9	5,0	5,3	
Regnvarighed (h)	2	3	4	6	8	10	12	16	20	24	36	48	96
Grænseværdi for nedbør (mm)	7,0	8,5	9,0	10,5	11,5	12,0	12,5	12,8	13,0	13,5	14,0	15,5	18,0

Medens Antallet af regnskyl for den næste station, der blev bearbejdet, på få undtagelser nær lå mellem 80 og 100 for alle varigheder, steg antallet noget for de efterfølgende stationer. Dette hænger formentlig sammen med den forskel i nedbørsforholdene, der trods landets ringe udstrækning findes, og det må derfor anses for rigtigst, såfremt man vil bruge de samme grænseværdier for alle stationer, da at bruge de i tabel 1 angivne, når man gennemsnitlig vil opnå at få 5 regnskyl med om året for hver enkelt af de i tabellen angivne varigheder.

Beskrivelse af den anvendte fremgangsmåde.

Medens målestoksforholdet for pluviogrammerne fra Meteorologisk Institut var således, at 1 mm regnhøjde svarede til 7,8 mm på ordinataksen og tiden 10 min. til 2,6 mm på abscisseaksen, hvilket gav en meget usikker bestemmelse af intensiteten for de kortvarige stærke regnskyl, blev de i 1933 opstillede målere indrettet således, at 1 mm regnhøjde svarer til 4 mm og tiden 10 min. til 5,25 mm.

De af regnmålerne optegnede kurver (pluviogrammer) har for en enkelt regn udseende som kurven ABDE i fig. 1 a, eller såfremt der under regnskyllet sker en tømning af regnmålerens beholder som kurven ABC₁C₂DE i fig. 1 b.

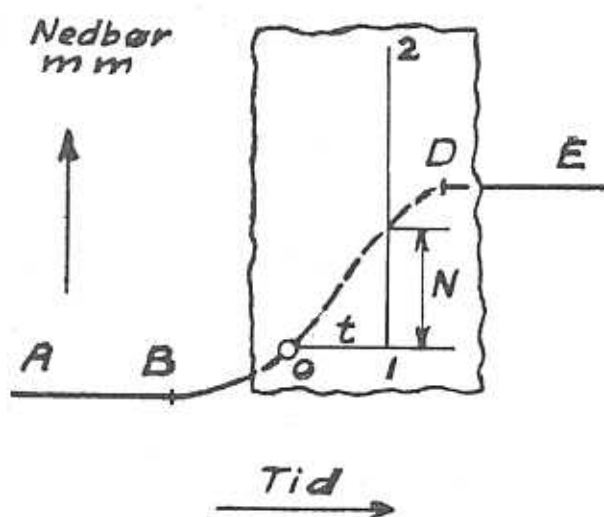


Fig. 1a

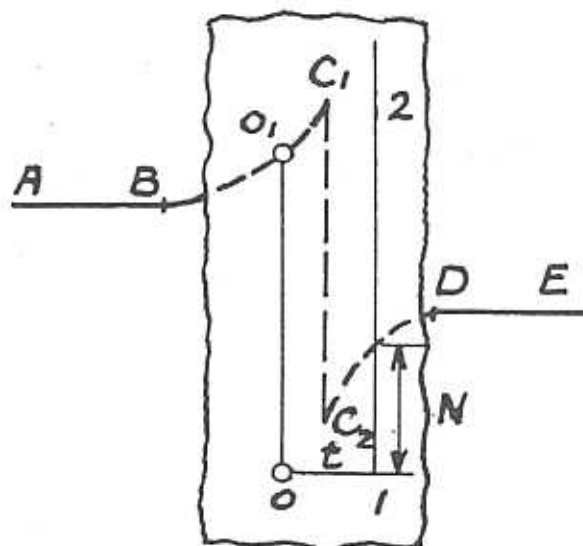


Fig. 1b

Det gælder nu om for de i tabel 1 angivne tidsintervaller at op-søge den strækning af kurven, for hvilken middelintensiteten for det givne tidsrum er størst, d. v. s. opsøge det sted på kurven med den største ordinatdifferens mellem to punkter, hvis abscisse-differens er lig den givne tid.

Dette gøres lettest ved på et stykke transparent papir at tegne et målediagram, der for et givet tidsinterval t består af to på hinanden vinkelrette linier 0—1 og 1—2. Afstanden 0—1 er lig t . Ved at bevæge målediagrammet således, at punkt 0 stadig følger pluviogrammet og således, at de to linier 0—1 og 1—2 stadig er parallelle med henholdsvis abscisse- og ordinataksen, opsøges den stilling, for hvilken pluviogrammet afskærer det største stykke af linien 1—2 målt fra punkt 1. Såfremt man gennem punkt 0 tegner en linie parallel med 1—2 og afsætter et punkt 0_1 , således at afstanden 0— 0_1 er lig den regnhøjde, der kan være i beholderen, forinden den tømmes, kan man i tilfælde b lade punkt 0 følge kurven D— C_2 . Når 0 har nået C_2 vil 0_1 samtidig være nået til C_1 , og herefter lader man 0_1 følge C_1 —B, indtil linien 1—2 falder sammen med C_1 — C_2 , hvorefter målediagrammet forskydes parallelt med ordinataksen indtil punkt 0 når kurven C_1 —B, som derefter følges. Man kan således lige let behandle de to tilfælde.

Da højden $C_1—C_2$ i de fleste tilfælde afviger lidt fra den for tømningen fastsatte regnhøjde (for de opstillede regnmålere 40 mm) kan man kun undtagelsesvis anvende punkt 0_1 , men må i de enkelte tilfælde afsætte et mærke på linien $0—0_1$, således at afstanden fra dette til punkt 0 er lig afstanden fra C_1 til C_2 .

Det bemærkes, at der indenfor et tidsrum af 6 h for hvert enkelt regnskyl eller tæt på hinanden følgende regnskyl kun er medtaget een værdi — den største — for hvert tidsinterval, uanset det var muligt at finde flere værdier over grænseværdien, idet man mener, at såfremt der på grund af overbelastning af kloaksystemet sker opstuvning af kloakvand f. eks. i en kælder to eller flere gange med mindre end 6 timers mellemrum, kan der kun nå at ske skade een gang, idet det er usandsynligt, at man skulle have nået at få tømt kælderen for vand og fjernet de skadelidte varer og anbragt nye. Når man vedtager at dimensionere sit kloaksystem med en vis om man så må sige »usikkerhed« n , vil man jo ikke derved forstå, at der n gange om året optræder det rent meteorologiske fænomen, at det indenfor det givne tidsinterval regner kraftigere, end kloaken er beregnet for, men man vil tolerere, at der n gange om året kan ske skade som følge af overbelastning af systemet.

Det er for en af de undersøgte 6 stationer fundet, at der foruden de 61 noterede regnskyl af 10 min. varighed findes yderligere 4, som alle ligger indenfor et tidsrum af 2 timer fra et regnskyl, der er medregnet.

Såfremt der indenfor et givet tidsinterval optræder to eller flere regnskyl, der er afbrudt af pauser med tørvejr, hvilket jo, når man udstrækker tidsintervallerne til 96 timer, altid vil være tilfældet for de længere tidsrum, bestemmes middelintensiteten uden hensyn til pauserne, og de fundne værdier medtages, sålænge de ligger over de i tabel 1 angivne grænseværdier. Dette gælder også, selv om pausen eller en af pauserne ligger i slutningen af tidsintervallet, således at man kan sige, at man medregner alle regnskyl af kortere varighed til regnskyl af længere varighed, sålænge middelintensiteten ligger over grænseværdien. Rigtighe-

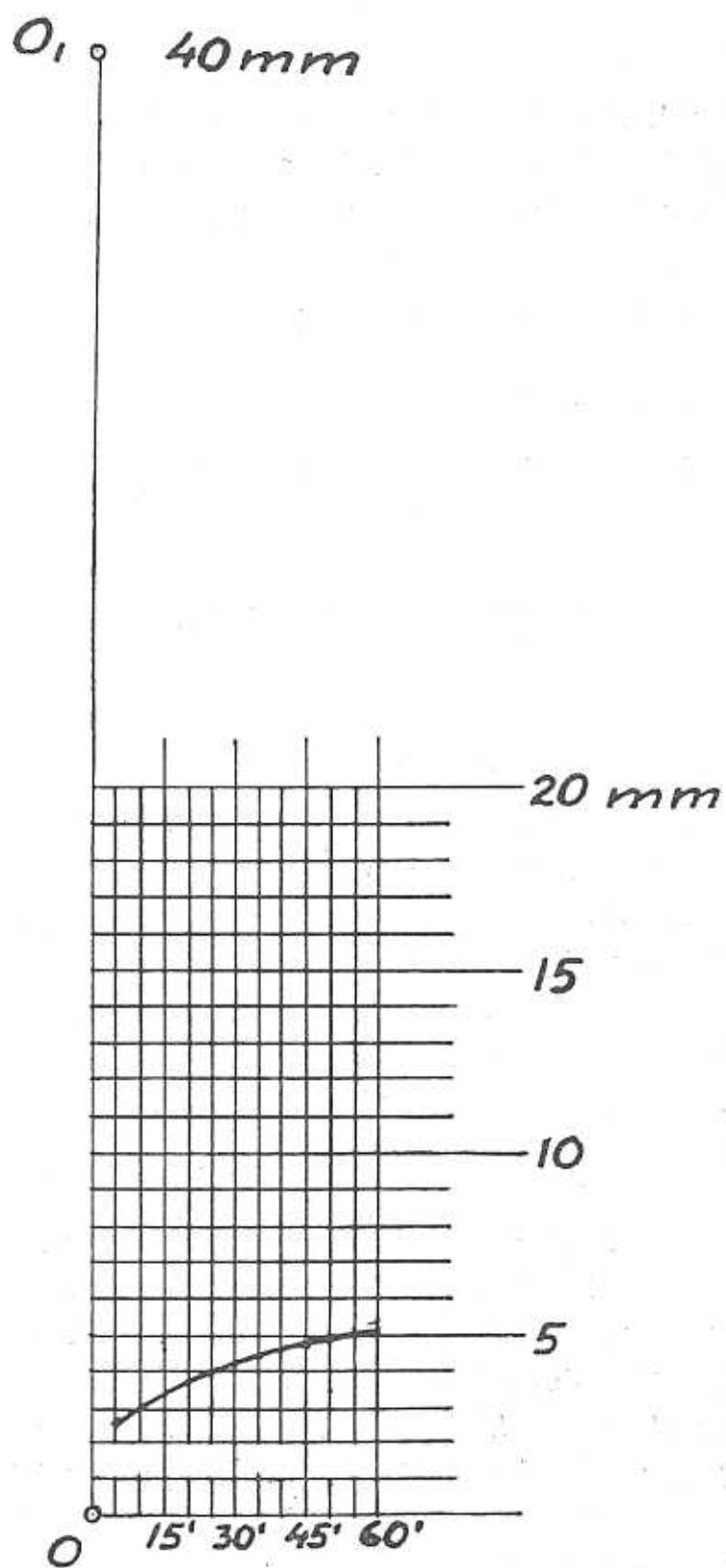


Fig. 2

den heraf er påvist af civilingeniørerne J. P. Mechlenburg Pedersen og Erik Kruse (jvfr. »Ingeniøren« nr. 1/1947, side B 5).

I fig. 2 og 3 er skematisk vist de to målediagrammer, der er anvendt ved bearbejdelsen af pluviogrammerne.

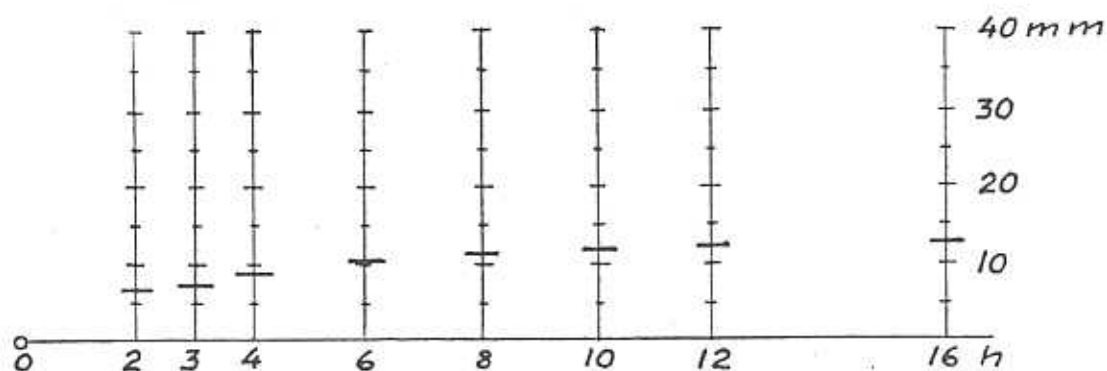


Fig. 3

Fig. 2 anvendes for tider fra 5 min. til 60 min. og fig. 3 for tider fra 2 h til 16 h. Den på fig. 2 indtegnede skrå kurve angiver de i tabel 1 bestemte grænseværdier, medens disse på fig. 3 er afsat med en tyk tværstreg på de til de forskellige varigheder svarende målestokke for nedbørsmængden.

Ved hjælp af disse diagrammer kan man let se, hvilke regnskyl eller hvilke varigheder af et regnskyl der kan udskydes, medens de værdier, der har interesse, ved hjælp af de angivne målestokke let findes.

For tider over 16 h må summationen foretages med en passer, idet man lægger pluviogrammerne således, at linier for samme klokkeslet ligger i forlængelse af hinanden. Derved kan man nogenlunde overse, til hvilke tidspunkter man får de største værdier for de givne tidsintervaller, da det kun drejer sig om ialt 5 intervaller over 16 h. Trods det ringe antal er det dog næsten den vanskeligste del af arbejdet, idet man skal passe på ikke at medregne noget regnskyl flere gange indenfor samme interval.

Ved arbejdet er Meteorologisk Instituts månedsoversigt anvendt dels som kontrol, dels som supplement, hvis måleren i en periode

har været ude af funktion, idet man har taget værdier for døgnnedbørsmængden fra den ved den pågældende station nærmest beliggende meteorologiske observationspost.

De på den ovenfor beskrevne måde fundne nedbørsmængder for hver station (målt i mm) opføres for hvert år i et skema som vist i fig. 4, der er en gengivelse af et tilfældigt skema fra Århus for året 1941.

For hvert regnskyl, der har interesse, angives dato og klokkeslet for regnskyllets begyndelse samt en bogstavbetegnelse til angivelse af regnskyllenes kronologiske rækkefølge. Der er derimod ikke for hver varighed angivet det tidsinterval, indenfor hvilket den angivne nedbørsmængde er faldet, idet dette ville medføre et betydeligt merarbejde, som ikke menes at være af væsentlig betydning.

Når der i skemaet er sat en streg i en rubrik, betyder det, at den for denne varighed fundne nedbørsmængde ligger under den omtalte grænseværdi og derfor er uden interesse. En parentes om et tal betyder, at regnen er ophørt, men at middelintensiteten, når regnens varighed tænkes udstrakt til den for den pågældende rubrik angivne tid, ligger over den fastsatte grænseværdi for denne varighed og derfor i henhold til det før omtalte skal medregnes.

Når man for en station for hvert år har fået et skema som fig. 4, noteres alle regnskyl med samme varighed op for sig, hvorefter de nummereres efter størrelse og indføres i et skema, hvoraf et udsnit er vist i fig. 5.

De i fig. 4 angivne bogstavbetegnelser er også anført i fig. 5, således at man er i stand til at følge de enkelte regnskyl på dette skema og, såfremt det ønskes, let finde tilbage til skemaerne fig. 4 og således konstatere, hvornår det er indtruffet.

De i skemaet i fig. 5 i række nr. 1 angivne værdier er altså de største værdier, der er observeret indenfor det pågældende tidsrum.

Da definitionen på en regnrække som bekendt er sådanne sammenhørende værdier af varighed og intensitet, som indenfor et bestemt tidsrum lige ofte nås eller overskrides, ses det, at alle værdier i samme vandrette række danner en regnrække. Rækkens

Observerede regnearkter for Århus for årene 1933-1947

Nr.	minutter												timer												
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	2	3	4	6	8	10	12	16	20	24	36	48	96
1	10,4 aæ 10,4	17,6 cv 17,6	23,8 cv 23,8	29,5 cv 29,5	32,0 cv 32,0	37,5 cv 37,5	40,0 cv 40,0	43,7 cv 43,7	48,0 cv 48,0	52,4 cv 52,4	57,4 cv 57,4	60,0 cv 60,0	68,3 cv 68,3	69,4 cv 69,4	69,6 cv 69,6	75,1 ed 75,1	80,9 ed 80,9	84,0 ed 84,0	85,6 ed 85,6	86,6 ed 86,6	90,0 ed 90,0	95,0 ed (90,0)	103,7 ed (95,0)	131,5 ed (103,7)	
2	9,6 ef 9,6	17,6 ef 17,6	23,0 aæ 23,0	28,4 aæ 28,4	30,1 aæ 30,1	31,8 ef 31,8	32,9 ef 32,9	33,3 ef 33,3	33,4 ef 33,4	33,5 ef 33,5	33,6 ef 33,6	33,7 ef 33,7	34,3 aæ 34,3	50,0 ed 50,0	61,0 ed 61,0	70,2 cv 70,2	72,2 cv 72,2	72,8 cv 72,8	73,2 cv 73,2	73,4 cv 73,4	74,0 cv 74,0	74,0 cv (74,0)	76,5 cv (74,0)	86,6 cv (76,5)	
3	9,5 cv 9,5	17,4 aæ 17,4	21,1 ef 21,1	22,4 ef 22,4	26,7 ef 26,7	30,2 aæ 30,2	30,3 aæ 30,3	30,4 aæ 30,4	30,5 aæ 30,5	30,6 aæ 30,6	30,7 aæ 30,7	(30,7) aæ (30,7)	34,2 ed 34,2	35,2 aæ 35,2	35,3 ef 35,3	37,2 et 37,2	40,0 O 40,0	45,6 O 45,6	(45,6) O (45,6)	46,2 S 46,2	48,0 S 48,0	52,4 cf 52,4	53,0 cf 53,0	(53,0) cf (53,0)	79,9 eø (53,0)
4	9,2 M 9,2	13,3 C 13,3	16,6 C 16,6	19,5 C 19,5	24,0 C 24,0	25,7 C 25,7	25,8 C 25,8	(25,8) C (25,8)	26,0 C 26,0	(26,0) C (26,0)	28,6 C 28,6	28,7 C 28,7	33,7 ef 33,7	35,2 ef 35,2	(35,2) aæ (35,2)	36,7 O 36,7	37,2 et 37,2	41,5 ax 41,5	42,6 ax 42,6	(45,6) O (45,6)	(45,6) O (45,6)	(48,0) S (48,0)	49,5 S 49,5	51,1 dae 51,1	69,5 Z (51,1)
5	8,5 eh 8,5	13,2 ce 13,2	14,0 ce 14,0	15,6 ax 15,6	17,7 ax 17,7	20,0 ax 20,0	20,8 ax 20,8	21,0 ax 21,0	21,2 ax 21,2	21,3 ax 21,3	21,6 ax 21,6	22,2 dø 22,2	32,7 C 32,7	32,8 C 32,8	(32,8) O (32,8)	36,4 aæ 36,4	36,5 aæ 36,5	37,2 et 37,2	40,4 S 40,4	43,6 ax 43,6	45,4 ax 45,4	45,6 O 45,6	47,9 O 47,9	50,0 Z 50,0	65,6 ar (50,0)
6	8,3 C 8,3	11,6 M 11,6	12,5 M 12,5	14,7 ce 14,7	15,2 ce 15,2	16,0 dø 16,0	17,5 dø 17,5	18,2 dø 18,2	19,0 dø 19,0	20,6 dø 20,6	21,3 dø 21,3	21,8 ax 21,8	26,0 et 26,0	28,2 ax 28,2	30,7 O 30,7	35,5 ef 35,5	(35,5) aæ (35,5)	36,6 aæ 36,6	37,2 et 37,2	(37,2) et (37,2)	39,3 cf 39,3	(45,4) ax (45,4)	46,9 ef 46,9	(49,5) S (49,5)	63,6 dr (49,5)
7	8,0 aa 8,0	10,6 aa 10,6	12,0 ax 12,0	12,6 M 12,6	14,0 dø 14,0	(15,2) ce (15,2)	15,3 ce 15,3	(15,3) ce (15,3)	(15,3) ce (15,3)	16,9 ed 16,9	18,5 ed 18,5	20,3 ed 20,3	25,0 dø 25,0	27,0 dø 27,0	29,2 ax 29,2	35,1 C 35,1	35,3 ax 35,3	(35,5) ef (35,5)	36,7 aæ 36,7	36,8 aæ 36,8	38,0 fb 38,0	39,2 et 39,2	(45,4) ax (45,4)	48,6 O 48,6	62,9 q (48,6)
8	7,0 cf 7,0	9,8 eh 9,8	11,0 cf 11,0	12,5 dø 12,5	13,1 M 13,1	14,0 ah 14,0	14,5 ah 14,5	14,8 ah 14,8	15,2 ed 15,2	16,0 cf 16,0	16,5 cf 16,5	17,2 ah 17,2	24,6 ax 24,6	26,8 O 26,8	27,6 et 27,6	30,4 ax 30,4	(35,1) C (35,1)	(35,1) C (35,1)	35,8 ef 35,8	36,3 fb 36,3	37,2 et 37,2	(38,0) fb (38,0)	44,0 C 44,0	48,1 fb 48,1	61,2 S (48,1)
9																									
...																									
75																									

Fig. 5

nr. angiver det antal gange, disse værdier nås eller overskrides i løbet af den periode, de til grund for værdierne lagte observationer har strakt sig. Ved nærværende behandling af det foreliggende materiale er observationsperioden 15 år. Række nr. 15 nås eller overskrides altså gennemsnitlig een gang om året, hvilket sædvanligvis udtrykkes ved, at hyppigheden $n = 1$. På samme måde er værdierne i række nr. 30 den til $n = 2$ svarende regnrække. Række nr. 45 svarer til $n = 3$, nr. 60 til $n = 4$ og nr. 75 til $n = 5$, medens regnrækken for $n = 0,5$ fås som middeltallene mellem værdierne i rækkerne nr. 7 og 8.

Den af diagrammerne fundne og i skemaerne angivne nedbørsmængde målt i mm kan omregnes til regnintensitet i l/sek/ha på følgende måde:

Ved omregning fra nedbørsmængde i mm til regnintensitet i l/sek/ha indføres et begreb, der kan kaldes regnstyrke s , udtrykt ved $s = \frac{N}{t_r}$, hvor N er nedbørsmængden i mm og t_r regnvarigheden i min. eller h, således at s udtrykkes i mm/min. eller mm/h. Derefter findes regnintensiteten

$$i = 166,7 \cdot s \quad \text{eller} \quad i = 2,78 \cdot s$$

$$\text{l/sek/ha} \quad \text{mm/min} \quad \text{l/sek/ha} \quad \text{mm/h}$$

idet man har

$$1 \text{ mm} = 0,001 \cdot 10000 = 10 \text{ m}^3/\text{ha} = 10000 \text{ l/ha} (= 1 \text{ l/m}^2)$$

$$1 \text{ mm/min} = 10000 \text{ l/min/ha} = \frac{10000}{60} \text{ l/sek/ha} = 166,7 \text{ l/sek/ha}$$

I nedenstående tabel 2 er angivet regnintensiteter i l/sek/ha svarende til 1 mm nedbør for alle tidsrum indenfor en time, der er multipla af 5 min.

Tabel 2.

t min.	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
1 mm/t min. = i l/sek/ha	33,33	16,67	11,11	8,34	6,67	5,56	4,76	4,17	3,70	3,33	3,03	2,78

Fejlkilder og disses betydning.)*

Efter at den anvendte fremgangsmåde er beskrevet, skal, inden selve resultaterne anføres, kort omtales de fejlkilder, bearbejdelsen kan være behæftet med, og den betydning de har, idet fejlkilderne kan hidrøre dels fra fejl i pluviografen og ved dens opstilling, dels fra aflæsningsunøjagtighed ved bearbejdelsen af pluviogrammerne.

Fejlene kan være:

1. Urværksfejl.

For hurtig eller for langsom gang vil bevirke for kort eller for lang tid, men hvis urets gang kontrolleres ved skiftning af papiret eller ved optrækning af uret, kan denne fejlkilde let holdes indenfor sådanne grænser, at den er uden betydning i sammenligning med aflæsningsfejlen.

2. Tromleakselfejl.

Det forekommer, at skrivetromlens aksel ikke står nøjagtig lodret. Dette viser sig i pluviogrammet ved, at den linie, der optegnes under den af en hævert forårsagede tømning af svømmerbeholderen, får en anden hældning end normalt.

*) En del af nærværende afsnit er udarbejdet på grundlag af et særtryk af »Gesundheits-Ingenieur« 60 (1937): Anweisung zur Auswertung von Schreibregenschmessaufzeichnungen für wirtschaftliche Zwecke (Aar 1936).

3. Svømmerbeholderaksefejl.

Såfremt svømmerbeholderens akse ikke er lodret, vil der ligeledes fremkomme en fejl. Også i dette tilfælde findes med tilnærmelse det for tromleakselfejlen fundne udtryk for den virkelige hældning.

Er f. Eks. $\text{tg } \alpha = 0,035$ ($\alpha \sim 2^\circ$) fås

H'	H	Fejl
1	1,037	3,5 %
2	2,15	7,0 %
5	6,06	17,5 %
10	15,4	35,0 %

Fejlen vokser altså meget hurtigt med nedbørskurvens hældning; den kan derfor blive stor for de sjældne, kortvarige regnskyl. For et 5 min. regnskyl med en gennemsnitlig hyppighed af een gang hvert andet år ($n = 0,5$) er maksimalt fundet en nedbørmængde på 7,5 mm. Dette giver med de for pluviogrammerne tidligere nævnte anvendte målestoksforhold en tilsyneladende hældning

$$H' = \frac{7,5 \cdot 4}{\frac{1}{2} \cdot 5,25} = 11,4$$

En skævhed ved pluviografen af nævnte størrelsesorden ($\alpha = 2^\circ$) ville derfor give resultater, der afveg over 35 % fra de virkelige for regnskyl af 5 min. varighed og $n = 0,5$.

4. Hævertfejl.

Forstoppelse af hæverten kan forlænge tømningstiden betydeligt, hvorved fejl i optegningen opstår. Det kan derfor blive nødvendigt at udskyde de observationer, der stammer fra regnskyl, hvis begyndelse og ophør ligger henholdsvis før og efter tømningen.

5. Opstillingsfejl.

Regnmålerens placering i forhold til bygninger, træer og lign. kan indvirke på resultatet, idet der på grund af disse genstandes

tilstedeværelse dannes lufthvirvler. Såfremt der ved visse vindretninger dannes et »regnlæ« på regnmålerens plads, bliver resultatet ved disse vindretninger i høj grad påvirket deraf.

6. Aflæsningsfejl.

Foruden de allerede nævnte fejl, der alle hidrører fra fejl ved apparatet eller dets opstilling, vil aflæsningsfejl forårsage fejl i bestemmelsen af regnstyrken s .

Til bestemmelse af den fejl ds , der begås ved beregningen af regnstyrken s , når regnvarigheden t_r aflæses med en fejl dt_r , haves (jvfr. fig. 7)

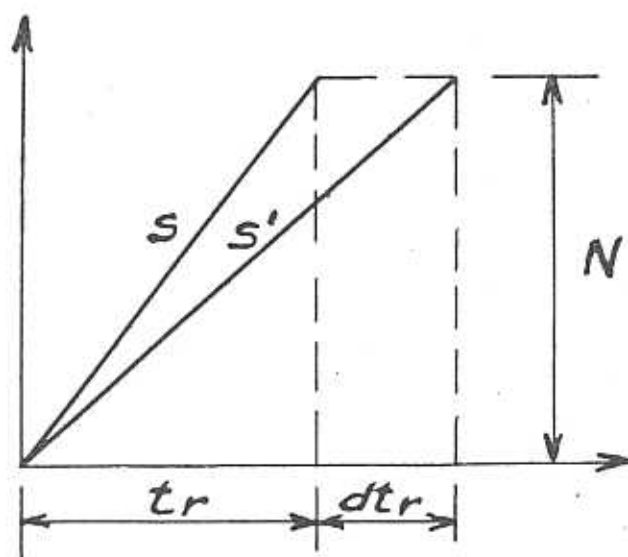


Fig. 7

$$\div ds = s \div s' = \frac{N}{t_r} \div \frac{N}{t_r + dt_r} = \frac{N dt_r}{t_r^2 (1 + \frac{dt_r}{t_r})}$$

som, når man ser bort fra sidste led i nævneren som værende uden betydning, kan skrives

$$\div ds = \frac{\frac{N}{t_r} \cdot dt_r}{t_r} = \frac{s}{t_r} \cdot dt_r$$

Fejlen Δs i bestemmelse af regnstyrken vokser følgelig med tiltagende regnstyrke s og aftagende regnvarighed t_r .

En aflæsningsfejl på $\Delta t_r = \frac{1}{4}$ mm = ca. 0,5 min. giver f. eks. en fejl ved bestemmelse af regnstyrken for varighederne $t_r = 5$ min. og 10 min. på henholdsvis ca. 10 % og ca. 5 %.

Det bearbejdede materiale.

Som omtalt i indledningen blev der opstillet regnmålere 6 steder, nemlig i byerne Esbjerg, Gentofte, Odense, Vejle, Ålborg og Århus.

Det har desværre vist sig, at det kun var muligt at foretage en bearbejdelse for hele den 15-årige periode fra 1933—47 for de tre byer Gentofte, Odense og Århus. For Ålborg kunne kun den 9-årige periode fra 1939—47 bearbejdes, idet der ikke kunne fremskaffes pluviogrammer fra årene 1933—38.

Fra Vejle var det kun muligt at fremskaffe pluviogrammer fra årene 1937—40 og 1943—47, d. v. s. ialt 9 år, men desværre afbrudt i 2 år, således at den længste sammenhængende periode var 5 år. Endelig tydede de foreliggende pluviogrammer på, at der var enten en skævhed i apparatet eller en jævnlig forstoppelse i hævertledningen, hvorfor resultaterne ville blive meget upålidelige. Grundet herpå og på den korte periode har det ikke været muligt at foretage nogen endelig bearbejdelse af resultaterne, men den sidste 5-årige periode foreligger opført i skemaer som figur 4 og kan således indgå i en senere bearbejdelse i forbindelse med den efterfølgende periodes pluviogrammer, når disse foreligger.

For Esbjergs vedkommende gælder, at der kun foreligger pluviogrammer for årene 1933—37 samt 1939. Da regnmåleren ikke har været i funktion de senere år, er der ikke foretaget nogen bearbejdelse af den isolerede 5-årige periode 1933—37.

Man har hidtil betragtet det som tilstrækkeligt at registrere nedbøren i halvåret april til september (begge inclusive), hvilket også var fuldt forsvarligt for det område, der hidtil har været anset for at have interesse ved dimensionering af kloaksystemer, nemlig regnskyl med op til en times varighed og med en hyppighed af en

til to gange om året. Når man udstrækker området til 4 døgn og hyppigheden til 5 gange årlig, ville det imidlertid have betydning at få i hvert fald månederne oktober og november med. Disse måneder har særlig betydning for langvarige regnskyl, men der kan dog også i oktober måned indtræffe enkelte kortvarige regnskyl af betydning.

Den tid, i hvilken målerne har været i funktion, har været noget forskellig for de forskellige målesteder.

I Gentofte og Århus har måleperioden i hovedsagen været fra midt i april til slutningen af oktober. I Ålborg er registreringen først påbegyndt fra slutningen af april til midt i maj og til gengæld afsluttet fra slutningen af oktober til hen mod midten af november.

I modsætning hertil er registreringen i Odense på et par undtagelser nær først afsluttet i slutningen af november og for 6 års vedkommende endog gennemført hele året.

Det blev for Gentoftes vedkommende ved hjælp af »Meteorologisk Instituts Månedsoversigt« undersøgt, hvilken betydning det har for de langvarige regnskyl at medtage hele året i stedet for sommerhalvåret. Det viste sig da, at man for varigheden fra 1 til 4 døgn ville få noget større værdier af nedbørsmængden ved at medtage observationer for hele året. Tilvæksten beløb sig rundt regnet til fra 0 til 20 % voksende med hyppigheden og varigheden. Da Meteorologisk Instituts observationer ikke er foretaget samme sted som de her behandlede, og da man ikke kan få korri-geret for varigheder under 1 døgn, er der kun regnet med de virkelige observerede nedbørsmængder, men det ville være ønskeligt, om man i fremtiden ville udstrække måleperioden, således at den i hvert fald omfatter månederne april—november (begge incl.).

*Resultaterne af bearbejdelsen af pluviogrammerne fra
Gentofte, Odense, Århus og Ålborg.*

Af de for hvert målested fundne sammenhørende værdier af nedbørsmængde og regnvarighed, som er opstillet i et skema som

det tidligere omtalte (fig. 5), er udtaget værdierne svarende til $n = \frac{1}{15}$ (de største observerede værdier), $n = 0,1 - 0,2 - 0,3 - 0,4 - 0,5 - 1 - 2 - 3 - 4$ og 5, idet der dog for Ålborgs vedkommende ikke er medtaget værdier for $n < 0,5$, da der, på grund af, at måleperioden som før nævnt for denne by kun er 9 år, for disse værdier foreligger for få observationer til, at man kan tillægge de fundne resultater større betydning. Man får derefter de i tabellerne 3—6 angivne værdier, idet nedbørsmængden er opført dels i mm og dels omregnet i l/sek/ha.

De i tabellerne 3—6 angivne sammenhørende værdier af regnvarighed t_r (min.) og regnintensitet i (l/sek/ha) for $n = 0,2 - 0,5 - 1 - 2$ og 5 er i fig. 8 — 11 for hver by afsat i dobbelt logaritmisk koordinatsystem med t_r som abscisse og i som ordinat.

Medens det efter erfaringer andre steder (jvfr. Moderne Kloakteknik, 1944, side 26) måtte forventes, at punkter svarende til samme værdi af hyppigheden n — for varigheder op til 1 time — ville være beliggende omkring en ret linie, foreligger der såvidt vides ikke tilsvarende undersøgelser for længere varigheder, således at man ikke på forhånd kunne vide, om punkterne, når varigheden udstrækkes til 4 døgn, stadig ville gruppere sig om den samme rette linie, eller om man nu ville få en krum kurve, som eventuelt kunne erstattes med flere rette linier.

Det vil ved betragtning af fig. 8 — 11 ses, at man ikke kan få alle punkterne for et bestemt observationssted og en given værdi af n til at gruppere sig om een ret linie, idet punkterne for de mindre varigheder vil ligge under den rette linie, der passer til punkter svarende til længere varighed.

Der findes 2 typer af regnformler, nemlig eksponentialformlen $i = c \cdot t^{-a}$, der fremstilles ved en ret linie i dobbelt logaritmisk koordinatsystem, og en formel af typen $i = \frac{a}{b + ct}$. Sidstnævnte vil nok kunne give bedre overensstemmelse ved de små varigheder, hvor kurven kan få en passende krumning, medens linien $i = c \cdot t^{-a}$ giver bedre overensstemmelse ved større varigheder. Da

GENTOFTE

Tabel 3.

Nedbørmængde i mm og tilsvarende regnintensitet i l/sek/ha for forskellige værdier af varigheden t_r og det årlige antal overbelastninger n , bestemt på grundlag af pluviogrammer for årene 1933-1947.

n \ t_r	minutter															timer									
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	2	3	4	6	8	10	12	16	20	24	36	48	96
1/15 mm l/sek/ha	11,0 367	14,0 233	17,6 196	22,2 185	22,6 151	22,6 126	22,6 108	25,4 106	27,2 101	27,7 92	27,8 84	27,9 78	27,9 38,8	27,9 25,9	27,9 19,4	27,9 12,9	30,7 10,7	35,7 9,9	37,0 8,6	38,2 6,6	43,8 6,1	49,9 5,8	49,9 3,85	62,8 3,63	65,4 1,89
0,1 mm l/sek/ha	9,7 323	13,9 232	16,3 181	18,9 157	19,2 128	19,2 107	19,2 92	20,6 86	21,5 80	22,4 75	23,0 70	23,5 65	23,5 32,6	23,8 22,0	25,8 17,8	27,8 12,9	30,4 10,6	33,3 9,3	34,0 7,9	37,4 6,5	42,1 5,9	45,6 5,3	47,9 3,70	54,3 3,15	64,4 1,86
0,2 mm l/sek/ha	7,6 253	13,7 228	14,8 165	15,4 128	15,5 103	15,5 86	15,5 74	15,5 65	15,8 59	15,8 53	15,8 47,9	15,8 43,9	17,6 24,4	19,4 18,0	22,7 15,8	27,0 12,5	27,9 9,7	27,9 7,8	29,8 6,9	34,8 6,1	37,1 5,2	38,0 4,41	44,6 3,44	44,6 2,58	57,6 1,67
0,3 mm l/sek/ha	7,0 233	10,6 177	11,2 125	11,4 95	11,7 78	12,6 70	12,7 60	13,7 57	14,4 53	14,4 48,0	14,6 44,2	14,6 40,6	16,8 23,3	18,2 16,8	21,5 15,0	24,9 11,5	26,2 9,1	27,5 7,7	29,3 6,8	32,8 5,7	34,0 4,72	37,0 4,29	41,9 3,23	42,1 2,44	55,4 1,60
0,4 mm l/sek/ha	5,0 167	8,6 143	10,3 115	10,3 86	10,3 69	10,7 60	12,4 59	12,6 53	12,6 46,6	12,7 42,3	12,7 38,5	12,7 35,3	16,2 22,5	17,4 16,1	20,5 14,3	22,7 10,5	23,7 8,2	25,4 7,1	27,9 6,5	28,6 4,98	31,0 4,30	36,2 4,20	37,2 2,87	41,7 2,42	53,2 1,54
0,5 mm l/sek/ha	4,7 157	6,9 115	9,5 106	10,0 83	10,1 67	10,4 58	11,1 53	11,5 47,9	11,6 42,9	11,7 39,0	11,7 35,4	12,3 34,2	15,8 21,9	17,1 15,8	18,4 12,8	20,3 9,4	22,8 7,9	23,7 6,6	27,0 6,3	27,9 4,86	30,5 4,23	32,7 3,80	37,0 2,85	38,3 2,22	52,0 1,50
1,0 mm l/sek/ha	3,8 127	5,2 87	6,2 69	6,8 57	7,3 48,7	7,6 42,2	8,2 39,1	8,5 35,4	9,0 33,3	9,5 31,7	9,8 29,7	10,3 28,6	12,8 17,8	14,6 13,5	16,5 11,5	17,5 8,1	19,1 6,6	21,3 5,9	23,0 5,3	24,9 4,33	26,2 3,64	27,0 3,13	30,0 2,31	34,9 2,02	39,6 1,14
2,0 mm l/sek/ha	3,1 103	4,2 70	4,8 53	5,4 45,0	5,8 38,7	6,3 35,0	6,6 31,4	7,1 29,6	7,4 27,4	7,7 25,7	7,9 24,0	8,2 22,8	10,8 15,0	12,8 11,8	14,2 9,9	16,0 7,4	16,8 5,8	17,5 4,85	18,6 4,31	20,0 3,48	21,3 2,96	21,6 2,51	25,0 1,93	26,3 1,53	31,0 0,90
3,0 mm l/sek/ha		3,5 58	4,0 44,5	4,6 38,3	4,9 32,6	5,2 28,9	5,6 26,7	5,9 24,6	6,2 23,0	6,4 21,3	6,7 20,3	7,1 19,8	9,5 13,2	11,0 10,2	12,4 8,6	14,2 6,6	14,6 5,1	15,8 4,39	16,1 3,74	16,5 2,88	17,0 2,36	17,5 2,03	18,4 1,42	20,6 1,19	26,2 0,76
4,0 mm l/sek/ha		3,1 52	3,5 39,0	4,0 33,3	4,4 29,3	4,8 26,7	5,2 24,8	5,4 22,5	5,7 21,1	5,9 19,7	6,1 18,5	6,3 17,5	8,4 11,7	9,7 9,0	11,0 7,6	12,4 5,7	12,9 4,48	13,8 3,84	14,2 3,30	14,4 2,50	15,0 2,08	15,6 1,81	16,3 1,26	18,0 1,04	22,4 0,65
5,0 mm l/sek/ha					4,1 27,3	4,4 24,4	4,6 21,9	4,9 20,4	5,1 18,9	5,3 17,7	5,6 17,0	5,8 16,1	7,5 10,4	8,8 8,2	9,5 6,6	11,2 5,2	12,0 4,16	12,4 3,44	12,9 2,99	13,2 2,30	13,6 1,89	14,2 1,65	14,6 1,13	15,8 0,92	

ODENSE

Tabel 4.

Nedbørsmængde i mm og tilsvarende regnintensitet i l/sek/ha for forskellige værdier af varigheden t_r og det årlige antal overbelastninger n , bestemt på grundlag af pluviogrammer for årene 1933-1947.

t_r n	minutter												timer												
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	2	3	4	6	8	10	12	16	20	24	36	48	96
$1/15$ mm l/sek/ha	10,1 337	18,0 300	21,5 239	25,3 211	29,2 195	30,2 168	30,8 147	31,8 133	32,6 121	32,9 110	33,2 101	33,6 93	34,0 47,2	34,1 31,6	34,2 23,7	36,0 16,7	41,1 14,3	42,8 11,9	42,9 9,9	50,6 8,8	53,5 7,4	55,3 6,4	55,3 4,27	64,5 3,73	86,5 2,50
0,1 mm l/sek/ha	10,1 337	17,1 285	20,2 224	23,9 199	26,0 173	26,6 148	27,0 128	27,6 115	28,0 104	28,1 93	28,3 86	28,5 79	28,8 40,0	30,8 28,6	33,1 23,0	35,7 16,5	38,3 13,3	39,2 10,9	41,4 9,6	46,8 8,1	48,2 6,7	49,1 5,7	53,3 4,12	59,9 3,47	75,9 2,19
0,2 mm l/sek/ha	8,6 287	14,0 233	16,4 182	17,2 143	18,5 123	18,7 104	19,0 90	19,4 81	19,6 73	19,8 66	20,0 61	20,1 56	23,3 32,4	25,2 23,3	28,3 19,7	34,2 15,9	34,2 11,9	35,5 9,9	38,7 9,0	39,9 6,9	41,3 5,7	41,3 4,78	50,1 3,88	52,8 3,06	59,7 1,73
0,3 mm l/sek/ha	7,2 240	10,9 182	14,2 158	16,8 140	17,2 115	17,3 96	17,4 83	17,4 72	17,5 65	17,5 58	17,5 53	17,6 48,9	21,6 30,0	23,7 21,9	25,6 17,7	26,7 12,4	30,1 10,5	32,2 8,9	35,6 8,2	35,6 6,2	37,8 5,3	38,4 4,44	42,1 3,26	43,4 2,51	49,4 1,43
0,4 mm l/sek/ha	6,1 203	8,2 137	11,0 122	11,7 98	11,7 78	11,9 66	12,4 59	12,7 53	13,8 51	15,1 50	16,5 50	16,6 46,2	19,7 27,3	23,3 21,6	23,7 16,4	26,2 12,1	27,1 9,4	28,6 7,9	29,0 6,7	30,1 5,2	34,4 4,78	35,6 4,12	38,4 2,97	38,6 2,23	48,0 1,39
0,5 mm l/sek/ha	5,8 193	7,9 132	9,5 106	10,6 88	11,3 75	11,6 65	12,0 57	12,5 52	13,3 49,3	14,0 46,7	14,3 43,4	14,6 40,6	18,4 25,6	21,7 20,1	22,7 15,7	25,5 11,8	26,8 9,3	27,5 7,6	27,8 6,4	28,1 4,88	30,3 4,20	33,0 3,82	36,7 2,84	38,2 2,21	46,8 1,35
1,0 mm l/sek/ha	4,8 160	7,0 117	8,0 89	8,8 73	9,9 66	10,3 57	10,5 50	10,8 45,0	11,0 40,7	11,3 37,7	11,9 36,0	12,0 33,3	15,3 21,3	17,1 15,8	18,4 12,8	21,2 9,8	21,9 7,6	22,9 6,4	23,3 5,4	24,8 4,32	25,7 3,56	26,9 3,11	32,3 2,50	34,4 1,99	43,7 1,26
2,0 mm l/sek/ha	3,5 117	5,0 83	5,9 66	6,5 54	7,4 49,3	7,9 43,9	8,4 40,0	8,5 35,4	9,0 33,3	9,2 30,7	9,5 28,8	9,8 27,2	11,6 16,1	13,5 12,5	14,1 9,8	16,2 7,5	17,6 6,1	18,6 5,2	19,8 4,59	20,8 3,62	22,0 3,06	22,0 2,54	24,1 1,86	26,0 1,51	34,5 1,00
3,0 mm l/sek/ha	3,0 100	4,0 67	4,7 52	5,4 45,0	6,1 40,7	6,5 36,1	6,8 32,4	7,2 30,0	7,7 28,6	8,0 26,7	8,3 25,2	8,4 23,3	10,0 13,9	11,3 10,5	11,7 8,1	13,3 6,2	14,7 5,1	16,0 4,44	16,2 3,76	18,0 3,13	19,7 2,73	20,1 2,32	21,4 1,66	23,1 1,34	29,2 0,84
4,0 mm l/sek/ha	2,5 83	3,4 57	3,8 42,2	4,3 35,8	4,8 32,0	5,0 27,8	5,6 26,7	5,9 24,6	6,2 23,0	6,6 22,0	6,9 20,8	7,0 19,4	8,5 11,8	9,8 9,1	10,9 7,6	12,0 5,6	12,6 4,37	13,1 3,64	13,9 3,22	14,8 2,57	16,8 2,33	17,2 1,99	19,5 1,51	21,0 1,21	25,9 0,75
5,0 mm l/sek/ha	3,0 50	3,5 38,9	3,9 32,5	4,3 28,7	4,6 25,6	4,8 22,8	4,9 20,4	5,3 19,6	5,6 18,7	5,7 17,3	5,8 16,1	7,6 10,6	8,8 8,2	10,0 7,0	11,0 5,1	11,8 4,09	12,4 3,44	12,6 2,92	13,2 2,29	14,5 2,02	15,8 1,83	17,0 1,31	19,6 1,13	23,9 0,69	

ÅRHUS

Tabel 5.

Nedbørsmængde i mm og tilsvarende regnintensitet i l/sek/ha for forskellige værdier af varigheden t_r og det årlige antal overbelastninger n , bestemt på grundlag af pluviogrammer for årene 1933-1947.

t_r n	minutter												timer												
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	2	3	4	6	8	10	12	16	20	24	36	48	96
1/15 mm l/sek/ha	10,4 347	17,6 293	23,8 262	29,5 246	32,0 214	37,5 208	40,0 190	43,7 182	48,0 178	52,4 175	57,4 174	60,0 167	68,3 95	69,4 64	69,6 48,3	75,1 34,7	80,9 28,1	84,0 23,3	85,6 19,8	86,6 15,0	90,0 12,5	90,0 10,4	95,0 7,3	103,7 6,0	131,5 3,81
0,1 mm l/sek/ha	10,0 333	17,6 293	23,4 260	29,0 242	31,1 207	34,6 192	36,5 174	38,5 160	40,7 151	43,0 143	45,5 138	46,9 130	51,3 71	59,7 55	65,3 45,3	72,7 33,7	76,6 26,6	78,4 21,8	79,4 18,4	80,0 13,9	82,0 11,4	82,0 9,5	84,5 6,5	91,1 5,3	109,1 3,15
0,2 mm l/sek/ha	9,5 317	17,4 290	21,1 234	22,4 187	26,7 178	30,2 168	30,3 144	30,4 127	30,5 113	30,6 102	30,7 93	30,7 85	34,2 47,6	35,2 32,6	35,3 24,5	37,2 17,2	40,0 13,9	45,6 12,7	45,6 10,6	46,2 8,0	48,0 6,7	52,4 6,1	53,0 4,09	53,0 3,06	79,9 2,31
0,3 mm l/sek/ha	8,9 297	13,3 222	15,3 170	17,6 147	20,9 139	22,9 127	23,3 111	23,4 97	23,6 87	23,7 79	25,1 76	25,5 71	33,2 46,1	34,0 31,5	34,0 23,6	36,6 16,9	36,9 12,8	39,4 10,9	41,5 9,6	44,6 7,7	45,5 6,3	46,8 5,4	48,7 3,76	50,6 2,92	67,6 1,95
0,4 mm l/sek/ha	8,3 277	11,6 193	12,5 139	14,7 123	15,2 101	16,0 89	17,5 83	18,2 76	19,0 70	20,6 69	21,3 65	21,8 61	26,0 36,2	28,2 26,1	30,7 21,3	35,5 16,4	35,5 12,3	36,6 10,2	37,2 8,6	37,2 6,5	39,3 5,5	45,4 5,2	46,9 3,62	49,5 2,86	63,6 1,84
0,5 mm l/sek/ha	7,5 250	10,2 170	11,5 128	12,6 105	13,6 91	14,6 81	14,9 71	15,1 63	15,3 57	16,5 55	17,5 53	18,8 52,2	24,8 34,5	26,9 24,9	28,4 19,7	32,8 15,2	35,2 12,2	35,3 9,8	36,3 8,4	36,6 6,3	37,6 5,2	38,6 4,47	44,7 3,46	48,4 2,80	62,1 1,79
1,0 mm l/sek/ha	5,4 180	7,2 120	9,0 100	10,0 83	10,7 71	10,9 61	11,2 53	11,6 48,3	11,9 44,1	12,2 40,7	12,6 38,2	13,3 36,9	17,4 24,2	19,6 18,2	22,6 15,7	25,5 11,8	26,0 9,0	27,6 7,7	27,6 6,4	29,7 5,2	32,0 4,45	33,9 3,92	37,2 2,88	41,0 2,37	49,1 1,42
2,0 mm l/sek/ha	3,7 123	5,3 88	6,1 68	6,8 57	7,4 49,3	7,9 43,8	8,1 38,5	9,0 37,5	9,4 34,8	9,6 32,0	9,8 29,7	10,0 27,8	13,1 18,2	15,3 14,2	17,3 12,0	18,2 8,4	20,4 7,1	21,1 5,9	21,2 4,95	22,1 3,84	23,6 3,27	24,9 2,88	28,0 2,16	28,8 1,66	37,2 1,07
3,0 mm l/sek/ha	3,2 107	4,2 70	5,1 57	5,8 48,3	6,2 41,3	6,5 36,1	7,3 34,7	7,5 31,3	7,7 28,5	7,8 26,0	8,1 24,5	8,4 23,3	11,2 15,6	12,9 11,9	13,8 9,6	15,7 7,3	16,0 5,6	17,0 4,72	17,7 4,10	18,8 3,26	20,8 2,89	21,3 2,46	23,0 1,78	24,5 1,42	30,4 0,88
4,0 mm l/sek/ha	2,7 90	3,8 63	4,5 50	5,0 41,7	5,5 36,7	5,9 32,8	6,2 29,5	6,4 26,7	6,6 24,4	7,1 23,7	7,4 22,4	7,5 20,9	9,1 12,7	10,8 10,0	11,8 8,2	14,0 6,5	14,7 5,1	15,4 4,28	16,0 3,71	17,0 2,95	17,8 2,47	19,0 2,20	21,3 1,65	21,6 1,25	26,0 0,75
5,0 mm l/sek/ha	3,4 57	3,8 43,3	3,9 34,2	4,1 30,0	4,5 27,8	5,0 25,7	5,4 23,3	5,6 21,9	5,9 20,3	6,1 19,1	6,3 18,1	6,5 18,1	8,5 11,8	9,7 9,0	10,7 7,4	11,9 5,5	13,0 4,52	14,0 3,89	15,0 3,47	15,7 2,73	16,5 2,29	17,0 1,97	18,0 1,39	18,5 1,07	22,4 0,65

ÅLBORG

Tabel 6.

Nedbørmængde i mm og tilsvarende regnintensitet i l/sek/ha for forskellige værdier af varigheden t_r og det årlige antal overbelastninger n , bestemt på grundlag af pluviogrammer for årene 1939-1947.

n \ t_r	minutter															timer									
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	2	3	4	6	8	10	12	16	20	24	36	48	96
$1/15$ mm l/sek/ha	9,6 320	13,6 227	15,0 167	15,8 132	16,6 111	17,0 95	17,3 82	17,7 74	17,9 66	18,2 61	18,3 56	18,4 51	20,0 27,8	23,7 22,0	26,7 18,6	29,8 13,8	30,2 10,5	30,4 8,4	32,3 7,5	36,0 6,3	36,8 5,1	40,6 4,70	45,8 3,53	46,5 2,69	61,4 1,7
0,1 mm l/sek/ha																									
0,2 mm l/sek/ha																									
0,3 mm l/sek/ha																									
0,4 mm l/sek/ha																									
0,5 mm l/sek/ha	5,6 187	8,7 145	10,2 113	11,7 97	12,9 86	13,4 75	13,9 66	14,0 58	14,1 52	14,4 48,0	15,2 46,0	15,7 43,6	18,3 25,4	19,3 17,9	20,6 14,3	23,8 11,0	27,7 9,6	28,6 7,9	29,5 6,8	31,2 5,4	32,3 4,48	33,6 3,89	36,7 2,83	39,1 2,26	47,5 1,37
1,0 mm l/sek/ha	5,0 167	7,6 127	8,8 98	10,2 85	10,9 73	11,1 62	11,1 53	12,2 51	13,0 48,1	13,0 43,3	13,0 39,4	13,0 36,1	16,2 22,5	18,0 16,7	19,3 13,4	19,4 9,0	21,5 7,5	23,1 6,4	25,0 5,8	27,0 4,68	27,4 3,80	30,4 3,52	34,0 2,63	34,7 2,01	42,3 1,23
2,0 mm l/sek/ha	3,8 127	5,7 95	6,6 73	6,7 56	7,8 52	8,6 47,7	9,0 42,9	9,3 38,8	9,7 35,8	10,0 33,3	10,5 31,8	10,8 30,0	12,6 17,5	13,9 12,9	15,4 10,7	18,1 8,4	18,5 6,4	18,8 5,2	19,5 4,50	19,7 3,42	22,2 3,08	25,2 2,91	27,2 2,10	30,4 1,76	37,0 1,07
3,0 mm l/sek/ha	3,0 100	4,2 70	5,0 56	5,8 48,3	6,1 40,7	6,7 37,2	7,5 35,7	8,0 33,4	8,0 29,6	8,0 26,7	8,0 24,2	8,0 22,2	10,2 14,2	12,4 11,5	14,0 9,7	15,4 7,1	15,7 5,5	16,0 4,45	17,2 3,97	18,0 3,12	18,5 2,57	19,2 2,22	21,1 1,63	24,1 1,39	31,5 0,91
4,0 mm l/sek/ha	2,6 87	3,6 60	4,2 46,7	4,7 39,2	5,4 36,0	5,5 30,6	5,8 27,6	6,1 25,4	6,4 23,7	6,5 21,7	6,7 20,3	7,1 19,7	8,7 12,1	10,3 9,6	11,4 7,9	13,0 6,0	14,0 4,86	14,3 3,97	14,7 3,40	15,8 2,74	17,0 2,36	17,2 1,99	19,3 1,49	21,3 1,23	26,7 0,77
5,0 mm l/sek/ha			3,6 40,0	4,0 33,3	4,6 30,7	4,9 27,2	5,0 23,8	5,3 22,1	5,5 20,3	5,6 18,7	5,9 17,9	6,1 17,0	8,1 11,1	8,8 8,2	10,5 7,3	11,5 5,3	12,6 4,38	13,3 3,70	13,7 3,16	14,3 2,48	15,8 2,19	15,4 1,78	18,0 1,39	19,6 1,13	24,0 0,69

det ved opstilling af formler til beregning af regnvandsbassiner er mest praktisk at anvende eksponentialformlen, og de for regnvandsbassiner bestemmende regnvarigheder så godt som altid ligger i det interval, hvor denne formel passer bedst, er det valgt at angive regnrækkerne ved formler af typen $i = c \cdot t^{-\alpha}$. Det vil endvidere lette dimensioneringen af regnvandsbassiner — enten denne sker grafisk eller ved beregning — såfremt hældningen for alle de rette linier er den samme, idet man da vil kunne nøjes med at udarbejde eet sæt diagrammer eller formler til bestemmelse af bassinrumfanget.

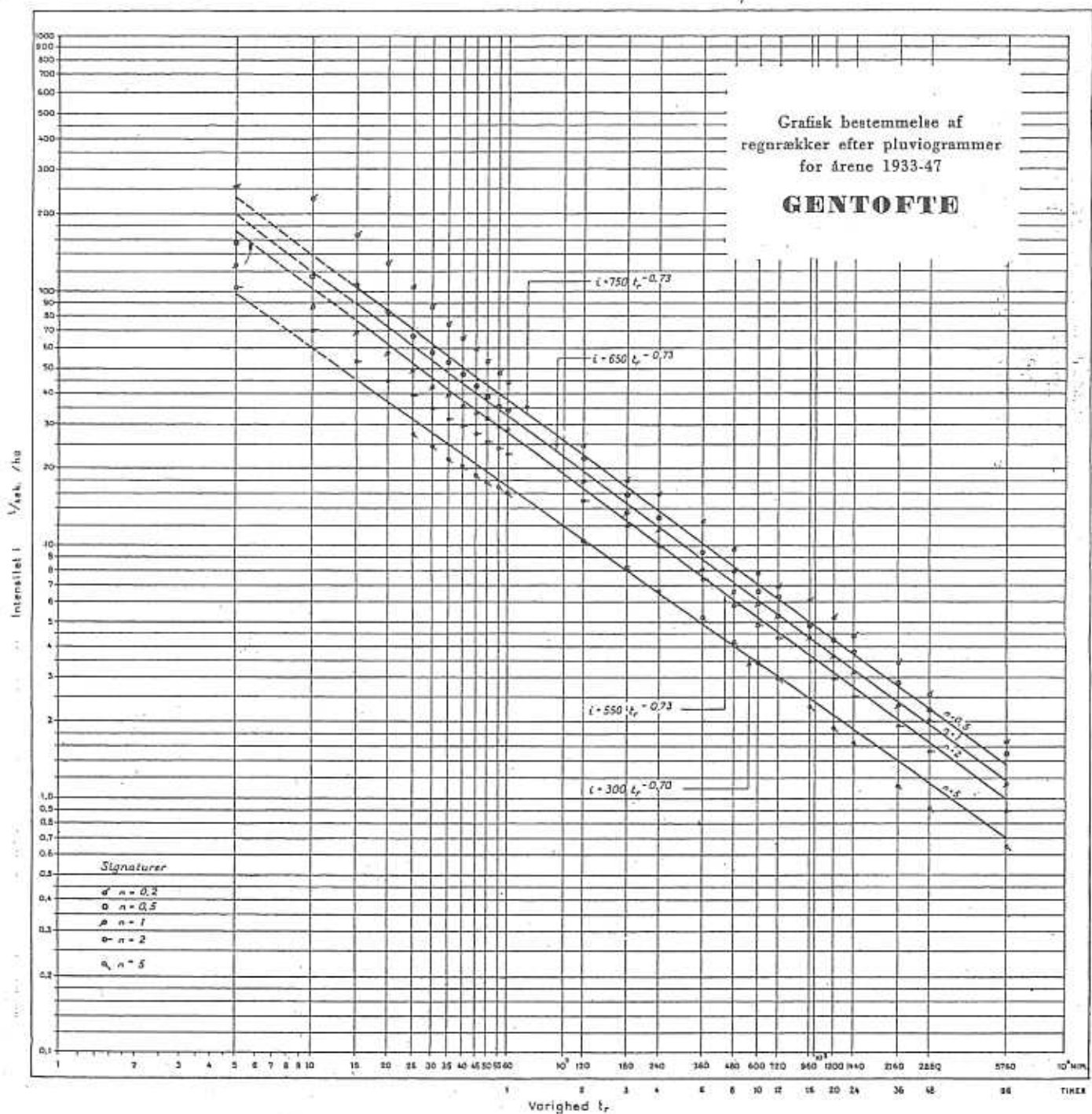
Ud fra disse synspunkter er det valgt at indlægge de på fig. 8 — 11 viste rette linier gældende for $15 \text{ min.} \leq t_r \leq 4 \text{ døgn}$.

De til $n = 0,2$ svarende punkter ligger — formentlig på grund af de få observationer, på hvilke de er baseret — så spredt, at det ikke var muligt at indlægge een linie gældende for tider $\geq 15 \text{ min.}$, ligesom man for de forskellige byer ville få forskellige hældninger. Formålet med at indlægge de rette linier er at nå frem til en formel for regnintensiteten i udtrykt ved regnvarigheden t_r . Man ville derfor i dette tilfælde få flere forskellige udtryk for i gældende for de forskellige byer og forskellige varigheder. Da der kun undtagelsesvis vil være brug for at anvende så lav en værdi af n som 0,2, er disse udtryk ikke bestemt, men man kan anvende de i tabellerne 3 — 6 angivne værdier for $n = 0,2$ direkte og eventuelt, hvis det er nødvendigt, bestemme en ligning for den rette linie, der passer bedst indenfor det tidsinterval, der har interesse i hvert enkelt tilfælde.

De for $n = 0,5$ — 1 og 2 indtegnede linier har for alle 4 byer samme hældning.

For $n = 5$ kunne ikke indlægges en linie, der — med samme hældning som de øvrige — passede tilstrækkelig godt, men der måtte vælges en anden hældning, der dog er den samme for alle 4 byer.

Da de observerede værdier af regnintensiteten for Gentofte og Odense for $t_r \geq 15 \text{ min.}$ er meget nær ens (jvfr. tabellerne 3 og 4)



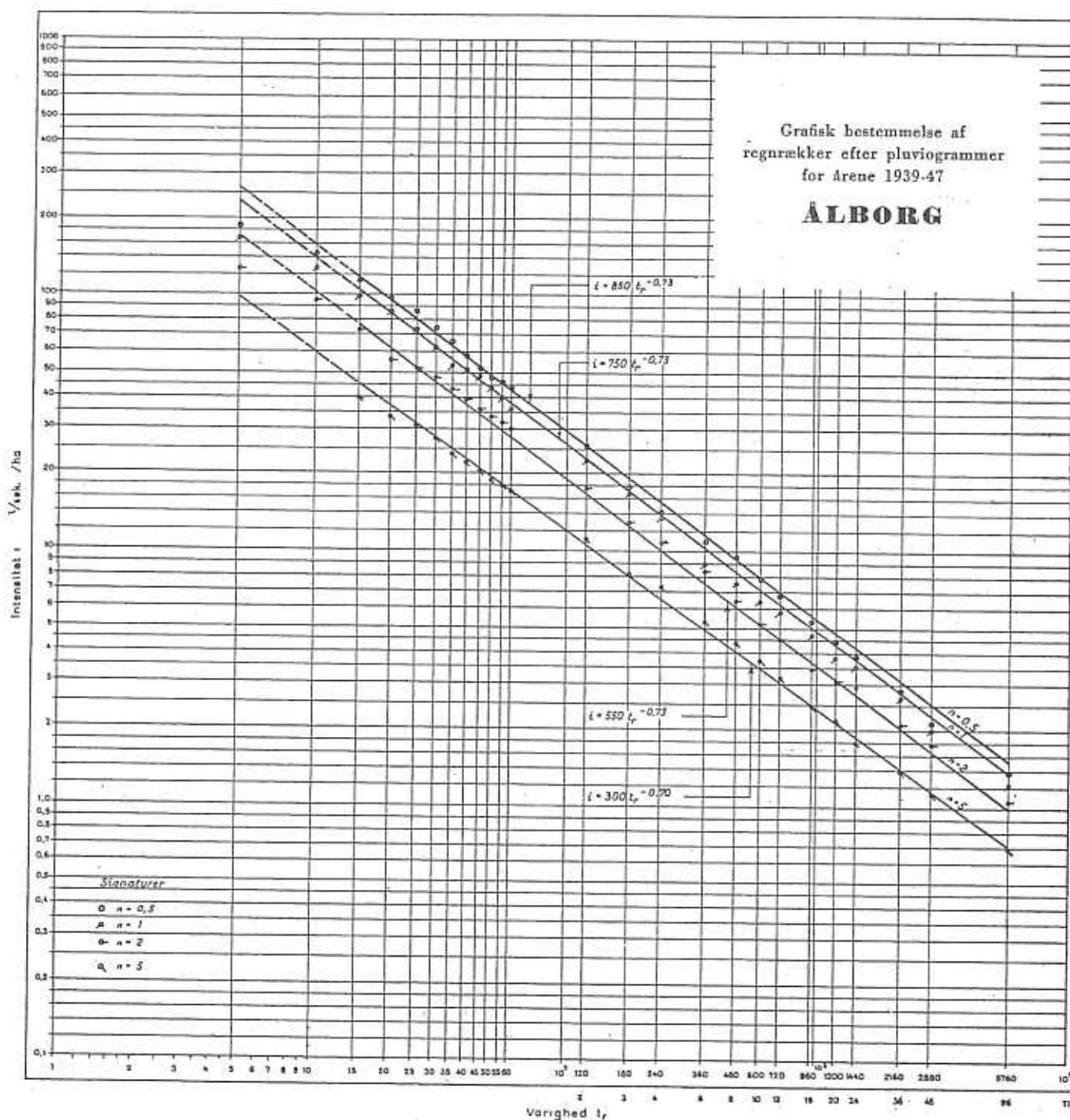


Fig. 11.

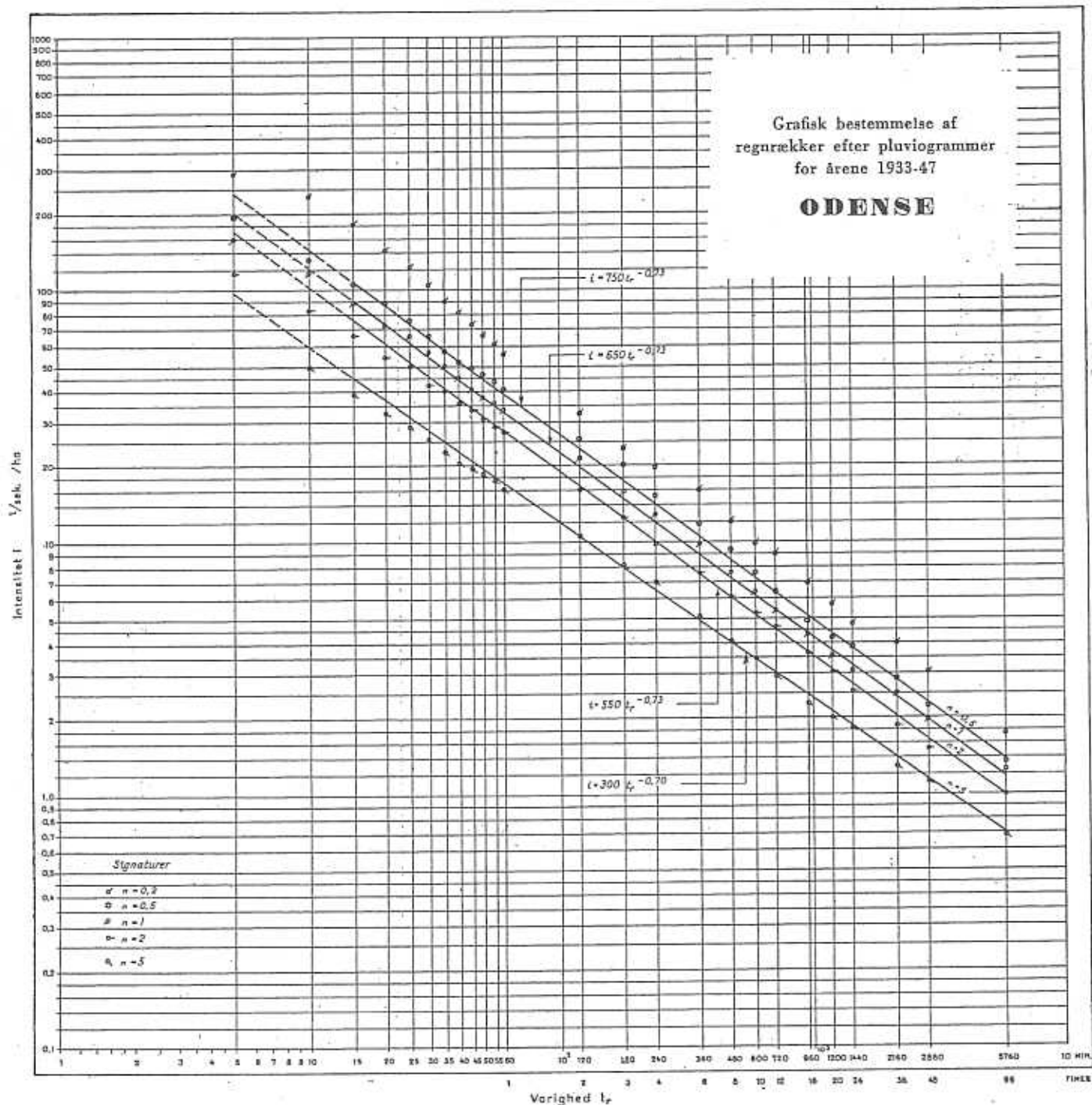
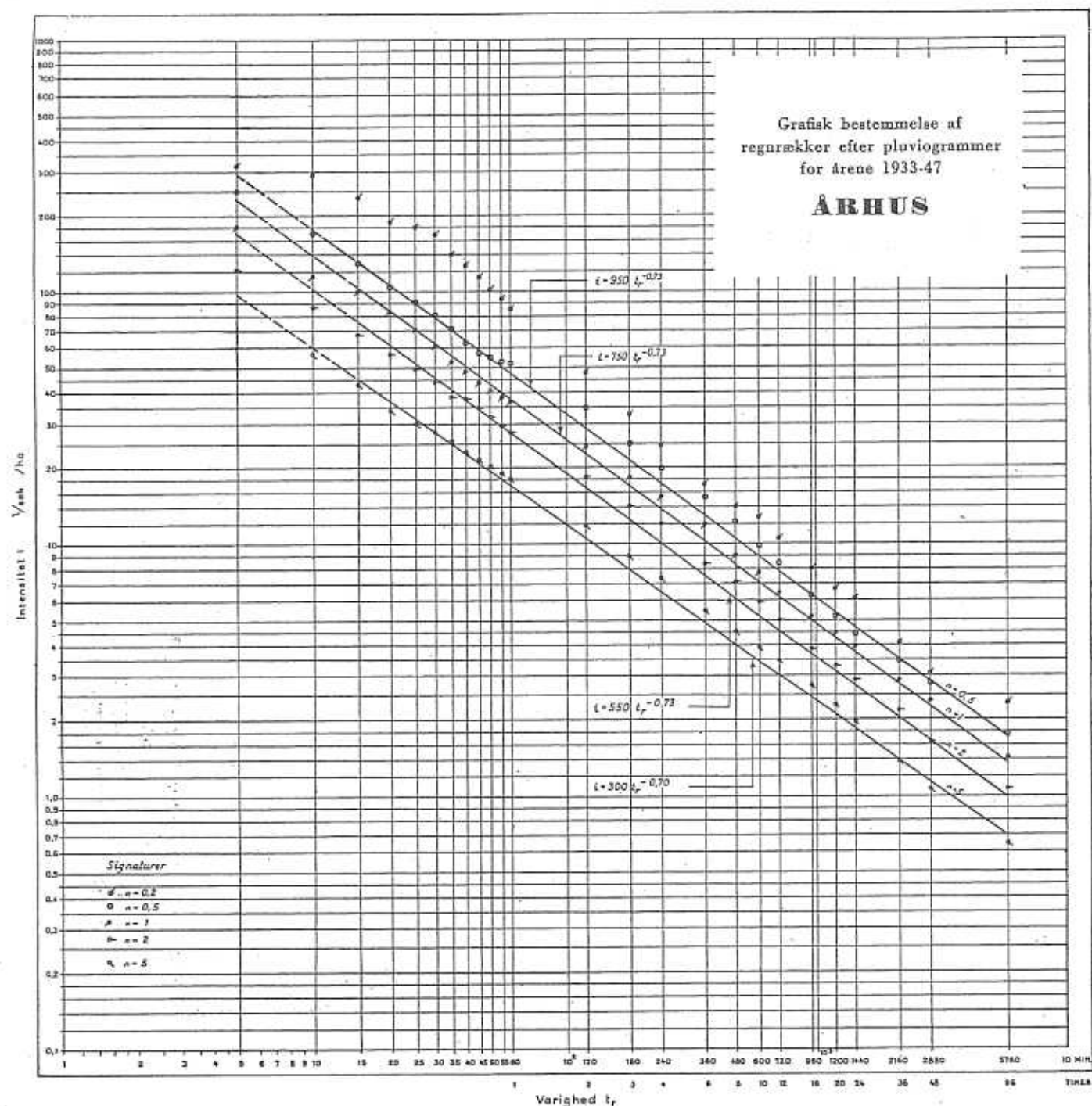


Fig. 9.



for $n = 0,5$, er valgt den samme beliggenhed af de rette linier for denne værdi for disse 2 byer, medens der for Århus og Ålborg findes 2 andre linier, men som tidligere nævnt med samme hældning.

For $n = 1$ er valgt een beliggenhed af linien gældende for Gentofte og Odense og een gældende for Århus og Ålborg, medens der for $n = 2$ findes een linie gældende for alle 4 byer og ligeså for $n = 5$.

Ligningen for en ret linie i et dobbelt logaritmisk koordinatsystem med t_r som abscisse og i som ordinat er $i = c \cdot t_r^{-\alpha}$, hvor konstanten c er ordinaten til liniens skæringspunkt med ordinataksen, d. v. s. den til $t_r = 1$ svarende værdi af i og eksponenten

$$\alpha = \frac{\log i_1 - \log i_2}{\log t_1 - \log t_2}$$

hvor (t_1, i_1) og (t_2, i_2) er 2 vilkårligt valgte punkter på linien. Vælges $t_1 = 10$ og $t_2 = 100$, fås $\alpha = \log i_1 - \log i_2$.

De til de indtegnede rette linier svarende ligninger er angivet på fig. 8 — 11 og sammenstillet i tabel 7.

Tabel 7.

Ligninger for regnrækker.

Regnintensitet i (l/sek/ha)		Regnvarighed t_r (min.)		
n	0,5	1,0	2	5
Gentofte Odense Århus Ålborg	$i = 750 \cdot t_r^{-0,73}$ $i = 950 \cdot t_r^{-0,73}$ $i = 850 \cdot t_r^{-0,73}$	$i = 650 \cdot t_r^{-0,73}$ $i = 750 \cdot t_r^{-0,73}$	$i = 550 \cdot t_r^{-0,73}$	$i = 300 \cdot t_r^{-0,70}$

I tabel 8 er konstanten c i ligningerne omregnet, svarende til at t_r indsættes i sek, medens i stadig findes i l/sek/ha.

Tabel 8.

Ligninger for regnrækker.

Regnintensitet i (l/sek/ha)		Regnvarighed t_r (sek.)		
n	0,5	1,0	2	5
Gentofte	$i = 14900 \cdot t_r^{\div 0,73}$ $i = 18870 \cdot t_r^{\div 0,73}$ $i = 16880 \cdot t_r^{\div 0,73}$	$i = 12910 \cdot t_r^{\div 0,73}$ $i = 14900 \cdot t_r^{\div 0,73}$	$i = 10925 \cdot t_r^{\div 0,73}$	$i = 5270 \cdot t_r^{\div 0,70}$
Odense				
Århus				
Ålborg				

De i tabel 8 for Gentofte for $n = 0,5$ og $1,0$ angivne formler er ikke meget forskellige fra de af civilingeniørerne J. P. Mechlenburg Pedersen og Erik Kruse på basis af Meteorologisk Instituts diagrammer fra Virumgård, Lyngby, opstillede formler

$$i = 16000 \cdot t_r^{\div 0,72} \quad \text{og} \quad i = 13000 \cdot t_r^{\div 0,72}$$

(jvfr. »Ingeniøren« nr. 1/1947, side B 8).

De af formlerne i tabel 7 beregnede værdier af regnintensiteten i for $t_r \geq 15$ min. er opført i tabel 9, i hvilken der desuden til sammenligning er opført de i tabellerne 3 — 6 angivne observerede værdier.

For Gentofte og Odense er desuden for $n = 0,5$ og $n = 1$ angivet de observerede værdier, når resultaterne fra begge stationer slås sammen og betragtes som resultater fra een station. Det ses, at værdierne fra formlen stemmer godt overens med de observerede værdier for Gentofte + Odense.

For $t_r = 15$ min. ligger den beregnede værdi $i = 104$ l/sek/ha dog nærmere de for hver by for sig observerede 106 l/sek/ha, idet man, når observationerne slås sammen til een række, kun finder $i = 99$ l/sek/ha. Dette kan se mærkeligt ud, men skyldes, at der

Tabel 9.

n	målested	regintensiteten anført på grundlag af	c _n	d	regintensitet i l/sek/ha																								
					t _p minutter												t _p timer												
					5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	2	3	4	6	8	10	12	16	20	24	36	48	96
0,5	Gentofte Odense Gentofte + Odense	observationer observationer observationer			157 133 180	115 132 130	106 106 99	83 88 85	67 75 71	58 65 62	53 57 56	47,9 49,3 46,0	42,9 46,7 42,4	39,0 43,4 38,5	35,4 40,6 35,9	32,1 25,6 23,2	21,9 15,7 17,7	15,8 11,8 10,8	12,8 11,8 10,8	9,4 9,3 8,8	7,9 7,6 7,1	6,3 6,4 6,2	4,86 4,88 4,83	4,23 4,20 4,22	3,80 3,82 3,69	2,85 2,84 2,20	1,50 1,35 1,39		
	Gentofte og Odense	reginformel	750	0,73	180	130	104	84	72	63	56	51	46,6	43,2	40,2	37,8	22,8	16,9	13,7	10,2	8,3	7,0	6,2	5,0	4,24	3,71	2,76	2,24	1,35
	Århus	observationer			250	170	128	105	91	81	71	63	57	55	53	52,2	34,5	24,9	19,7	15,2	12,2	9,8	8,4	6,3	5,2	4,47	3,46	2,80	1,79
	Århus	reginformel	950	0,73	230	165	132	107	91	79	71	64	59	55	51	47,8	28,8	21,5	17,4	12,9	10,5	8,9	7,8	6,3	5,4	4,70	3,50	2,83	1,71
	Ålborg	observationer			187	145	113	97	86	75	66	58	52	48,0	46,0	43,6	25,4	17,9	14,3	11,0	9,6	7,9	6,8	5,4	4,48	3,89	2,83	2,26	1,37
1	Ålborg	reginformel	850	0,73	205	145	118	95	81	71	63	58	53	48,9	45,6	42,8	25,8	19,2	15,6	11,6	9,4	8,0	7,0	5,7	4,80	4,21	3,13	2,54	1,53
	Gentofte Odense Gentofte + Odense	observationer observationer observationer			127 160 140	87 117 100	69 89 80	57 73 68	48,7 57 52	42,2 50 47,7	39,1 45,0 42,9	35,4 40,7 38,1	33,3 37,7 35,0	31,7 36,0 31,8	29,7 33,3 30,0	28,6 32,1 19,2	17,8 13,5 14,8	13,5 12,8 12,0	11,5 12,8 12,0	8,1 9,8 8,9	6,6 7,6 7,2	5,9 6,4 6,1	5,3 5,4 5,3	4,33 4,32 4,30	3,64 3,56 3,57	3,13 2,50 2,38	2,31 1,99 1,99	2,02 1,14 1,18	
	Gentofte og Odense	reginformel	650	0,73	155	110	90	73	62	54	48,5	44,0	40,4	37,4	34,9	32,7	19,7	14,7	11,9	8,8	7,2	6,1	5,3	4,32	3,67	3,22	2,39	1,94	1,17
	Århus	observationer			180	120	100	83	71	61	53	48,3	44,1	40,7	38,2	36,9	24,2	18,2	15,7	11,8	9,0	7,7	6,4	5,2	4,45	3,92	2,88	2,37	1,42
	Århus og Ålborg	reginformel	750	0,73	180	130	104	84	72	63	56	51	46,6	43,2	40,2	37,8	22,8	16,9	13,7	10,2	8,3	7,0	6,2	5,0	4,24	3,71	2,76	2,24	1,35
2	Ålborg	observationer			167	127	98	85	73	62	53	51	48,1	45,3	40,4	36,1	22,5	16,7	13,4	9,0	7,5	6,4	5,8	4,68	3,80	3,52	2,63	2,01	1,23
	Gentofte Odense Århus Ålborg	observationer observationer observationer observationer			103 117 123 127	70 88 83 95	53 66 68 73	45,0 54 49,3 56	38,7 49,3 43,8 47,7	35,0 54 38,5 42,9	31,4 49,3 34,8 38,8	29,6 35,4 32,0 35,8	27,4 33,3 32,0 33,8	25,7 30,7 29,7 31,8	24,0 33,0 29,7 33,3	22,8 27,2 18,2 30,0	15,0 16,1 14,2 17,5	11,8 12,5 12,0 10,7	9,9 9,8 14,2 12,9	7,4 7,5 8,4 8,4	5,8 6,1 6,4 6,4	4,85 5,2 4,95 5,2	4,31 4,59 3,84 4,50	3,48 3,62 3,27 3,42	2,96 2,54 2,88 3,08	2,51 1,86 1,66 2,91	1,93 1,51 1,07 2,10	1,50 1,00 0,65 1,76	0,90 1,00 0,66 0,07
	Gentofte, Odense, Århus og Ålborg	reginformel	550	0,73	130	95	76	62	52	45,9	41,0	37,2	34,2	31,6	29,5	27,7	16,7	12,4	10,1	7,5	6,1	5,2	4,51	3,66	3,11	2,72	2,02	1,64	0,99
	Gentofte Odense Århus Ålborg	observationer observationer observationer observationer			50 57 40,0	38,9 43,3 33,3	32,5 34,2 30,7	28,7 30,0 27,2	25,6 27,8 23,8	22,8 25,7 23,3	20,4 21,9 20,3	18,9 18,9 18,1	17,7 17,0 17,9	16,1 16,1 18,1	10,4 10,6 11,8	8,2 8,2 9,0	6,6 7,0 7,4	5,2 5,1 5,5	4,16 4,09 4,52	3,44 3,42 3,89	2,92 2,92 3,47	2,29 2,02 2,73	2,29 2,02 2,29	1,83 1,31 1,39	1,13 0,69 1,07	0,92 0,69 0,65	0,02 0,21 0,66		
	Gentofte, Odense, Århus og Ålborg	reginformel	300	0,70	45,1	36,8	31,5	27,7	24,9	22,7	20,4	19,4	18,1	17,1	10,5	7,9	6,5	4,87	3,98	3,41	3,00	2,45	2,10	1,85	1,39	1,14	0,76	0,76	0,76

ved observationerne for denne varighed er et særligt stort fald i nedbørsmængden fra regnskyl nr. 7 til nr. 8 i de til fig. 5 svarende skemaer for de 2 byer, samt at de tilsvarende værdier for begge byer er meget nær ens. Værdierne for $n = 0,5$ for hver række for sig bestemmes som middeltallet mellem nr. 7 og 8, medens man, når rækkerne slås sammen, får den største af de to nr. 8 værdier, og denne sidste er altså i dette tilfælde mindre end de to middelværdier.

Tabel 10.

Regnintensiteter fundet af Westergård og Poulsen

Regnintensitet (l/sek/ha)

$\begin{array}{c} t_r \\ \backslash \\ n \end{array}$	5 min.	10 min.
0,5	190	130
1,0	150	100

I tabel 10 er efter »Stads- og Havneingeniøren« nr. 10/1928 gengivet nogle af resultaterne af de i indledningen omtalte af W. & P. foretagne undersøgelser af nedbørsforholdene i København.

Sammenligner man disse værdier med de ved nærværende undersøgelse for Gentofte fundne (jvfr. tabel 9) ses, at disse sidste ligger noget lavere end de af W. & P. fundne, medens der er bedre overensstemmelse mellem disse og de nu fundne tilsvarende værdier for Odense.

Da man ved den her foretagne undersøgelse måtte forvente større værdier end tidligere fundet på grund af, at regnskyllene er medregnet ud over deres faktiske varighed, må de mindre værdier, der er fundet for Gentofte, skyldes tilfældigheder ved regnskyllene i den pågældende periode.

Da man ved at slå de 2 rækker observationer for Gentofte og Odense sammen for $n = 0,5$ får værdierne 180 og 130 l/sek/ha for henholdsvis $t_r = 5$ og 10 min., og disse værdier stemmer godt med de i tabel 10 angivne, har man valgt at lade de nævnte værdier $i = 180$ l/sek/ha og $i = 130$ l/sek/ha være gældende for Gentofte og Odense for $n = 0,5$.

De øvrige værdier for $t_r = 5$ og 10 min. er derefter bestemt således, at man for to forskellige regnrækker fra $n = 0,5$ til $n = 2$ får et konstant forhold mellem intensiteterne for alle varigheder. Dette forhold er lig forholdet mellem konstanterne c_n .

Værdierne, der er afrundet til multipla af 5, ses at stemme ganske godt med de observerede værdier, når hensyn tages til den nøjagtighed, med hvilken de kortvarige regnskyls intensitet kan bestemmes.

For $n = 5$ er ikke angivet regnintensiteter for varighederne 5 og 10 min., idet der ved undersøgelsen — med de på forhånd fastsatte grænseværdier — ikke fremkom tilstrækkelig mange observationer til bestemmelse af disse intensiteter. Da regnskyl med hyppigheden $n = 5$ kun har interesse for regnvandsbassiner, og det for disse bygværker formentlig er regnskyl af længere varighed, der er bestemmende, mente man at kunne se bort fra fastsættelsen af disse værdier, idet der henvises til de i tabellerne 3 — 6 angivne værdier for $n = 4$.

Resultaternes anvendelighed.

Såfremt nedbørsforholdene betragtet gennem et længere åremål var ensartede for hele landet — såvel med hensyn til regnskyl af længere varighed som med hensyn til de kortvarige regnskyl — således at den kendsgerning, at der er fundet forskellige værdier for konstanten c i regnformlerne, skyldes tilfældigheder indenfor den ret kortvarige måleperiode, ville man kunne komme til en for hele landet gældende regnrække ved at betragte samtlige resultater fra de 4 byer gennem 15 år som resultater fra et enkelt observationssted gennem den firedobbelte periode på 60 år og følgelig få en mere sikker bestemmelse.

Oplysninger om nedbørsforholdene gennem perioden 1886—1925 fås i »Danmarks Klima« (udsendt af Meteorologisk Institut 1933). Det fremgår heraf, at middelværdien af den årlige nedbør varierer fra 450—700 mm. Nedbørsmængden er i store træk stigende fra øst mod vest, samtidig med at der er en stigning fra de lavere til de højere beliggende dele af landet. Den laveste værdi optræder i Store Bælt.

Såfremt der er nogen forbindelse mellem den årlige nedbørsmængde og nedbørsmængden indenfor det tidsrum op til 4 døgn, der har interesse for nærværende undersøgelse, synes der ikke at være mulighed for at nå til en for hele landet gældende regnrække.

For at undersøge om der er en sådan forbindelse og i bekræftende fald, om de ved den her foretagne bearbejdelse fundne resultater må antages at være udtryk for normale værdier, eller de på grund af unormale nedbørsforhold i måleperioden må antages at ligge enten over eller under normalværdierne, er der i fig. 12, 13 og 14 for henholdsvis Gentofte, Odense og Århus øverst angivet variationen i den årlige nedbørsmængde i årene 1933—47 (beregnet efter Meteorologisk Instituts Månedsoversigt) samt den heraf beregnede middelværdi for den pågældende årrække.

Desuden er indtegnet en linie svarende til den gennemsnitlige årlige nedbørsmængde i årene 1886—1925 (efter »Danmarks Klima«). Når der ikke er foretaget en tilsvarende undersøgelse for Ålborgs vedkommende, skyldes det, at der i »Månedsoversigterne« ikke er angivet nogen værdi for denne by efter 1937.

I figurerne er nedenunder diagrammerne for den årlige nedbørsvariation for regnvarighederne $t_r = 10 \text{ min.}, 1 \text{ h}, 24 \text{ h}$ og 96 h angivet fordelingen af de henholdsvis 7 og 15 kraftigste regnskyl indenfor den pågældende årrække, svarende til henholdsvis $n \sim 0,5$ og $n = 1$. (De 7 kraftigste regnskyl er angivet med skravering).

Det ses af det øverste diagram i fig. 12, 13 og 14, at middelværdierne for den årlige nedbørsmængde i perioden 1933—47 for

Gentofte

Årlig nedbør 1933-47

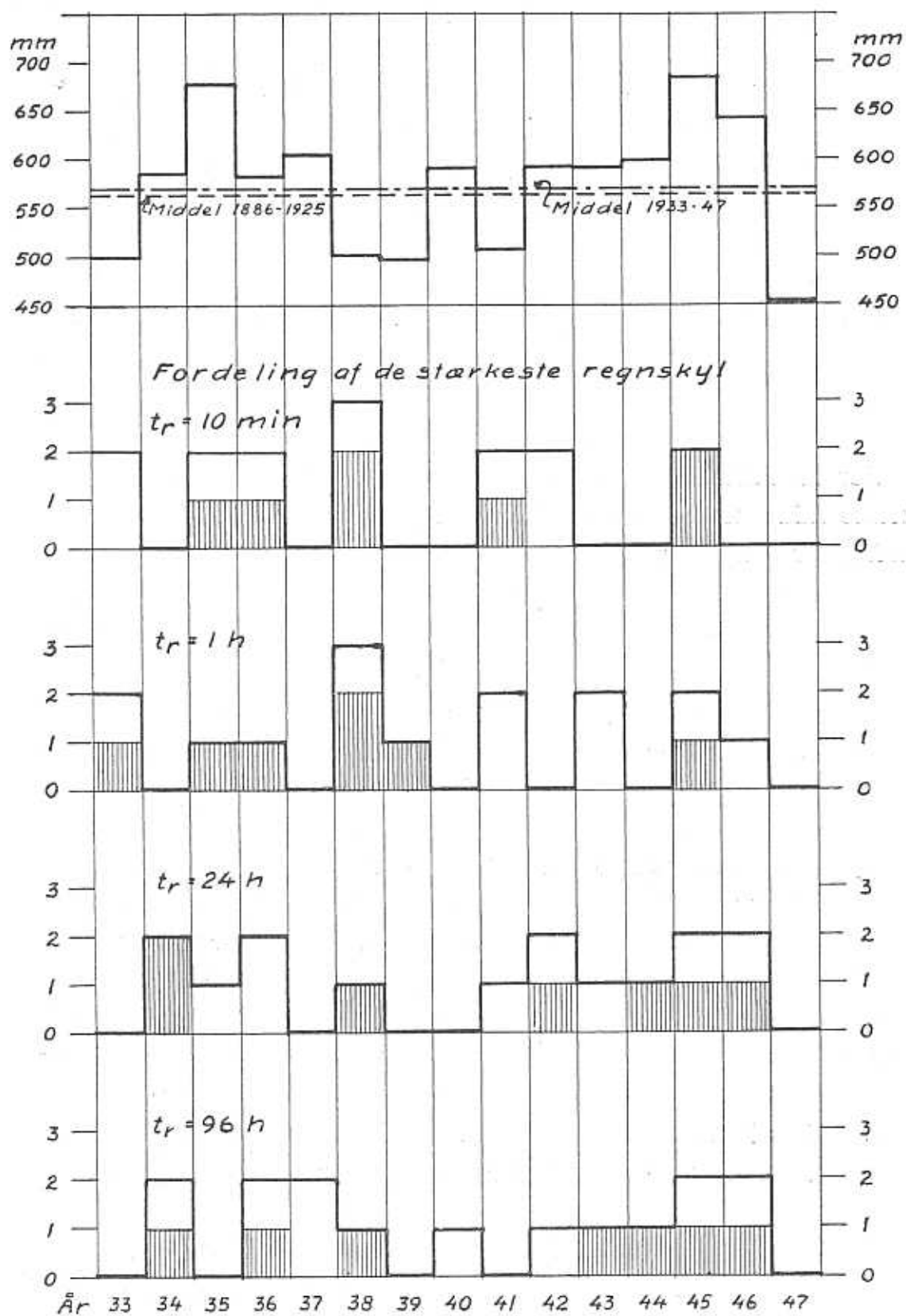


Fig. 12

Odense

Årlig nedbør 1933-47

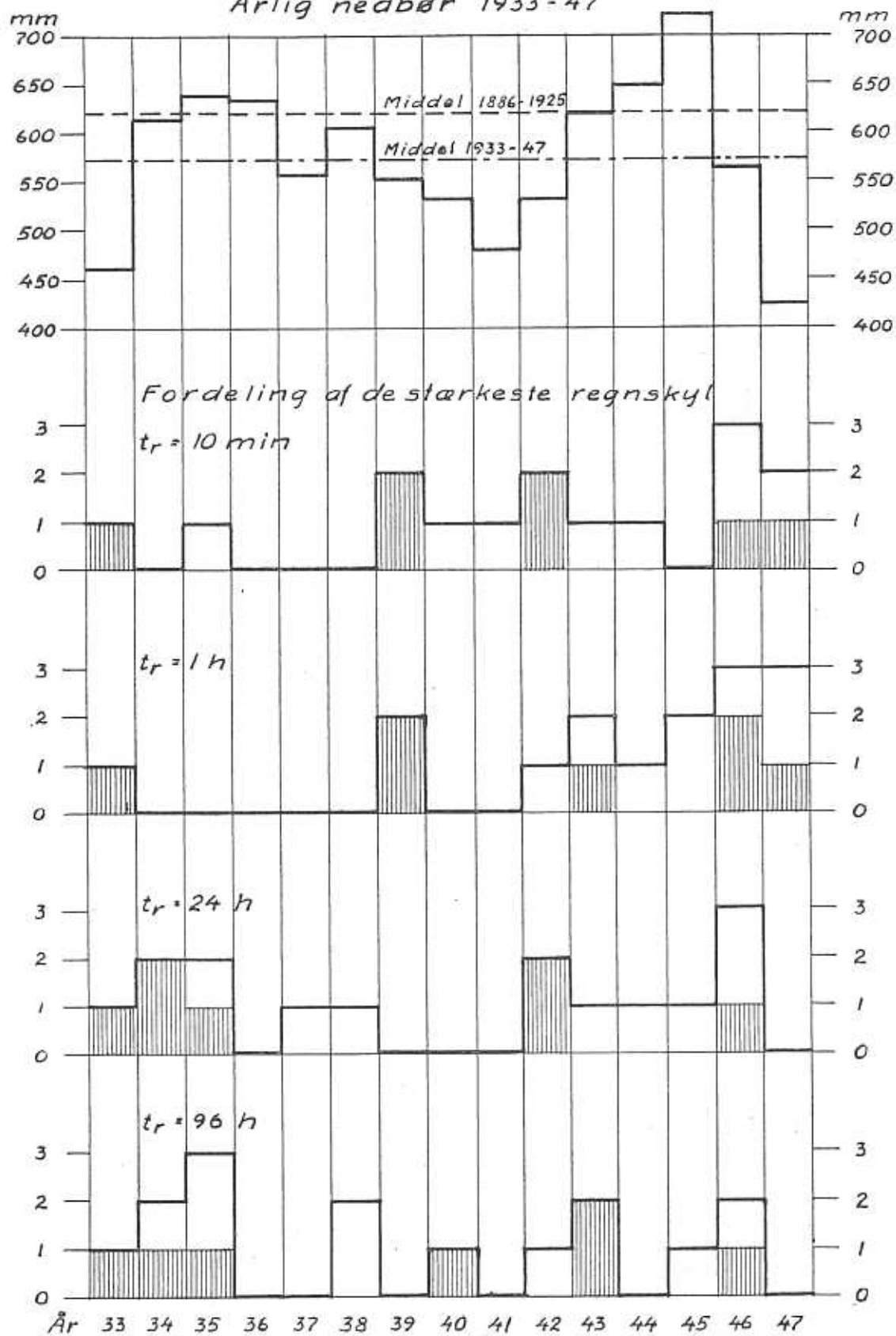


Fig. 13

Århus

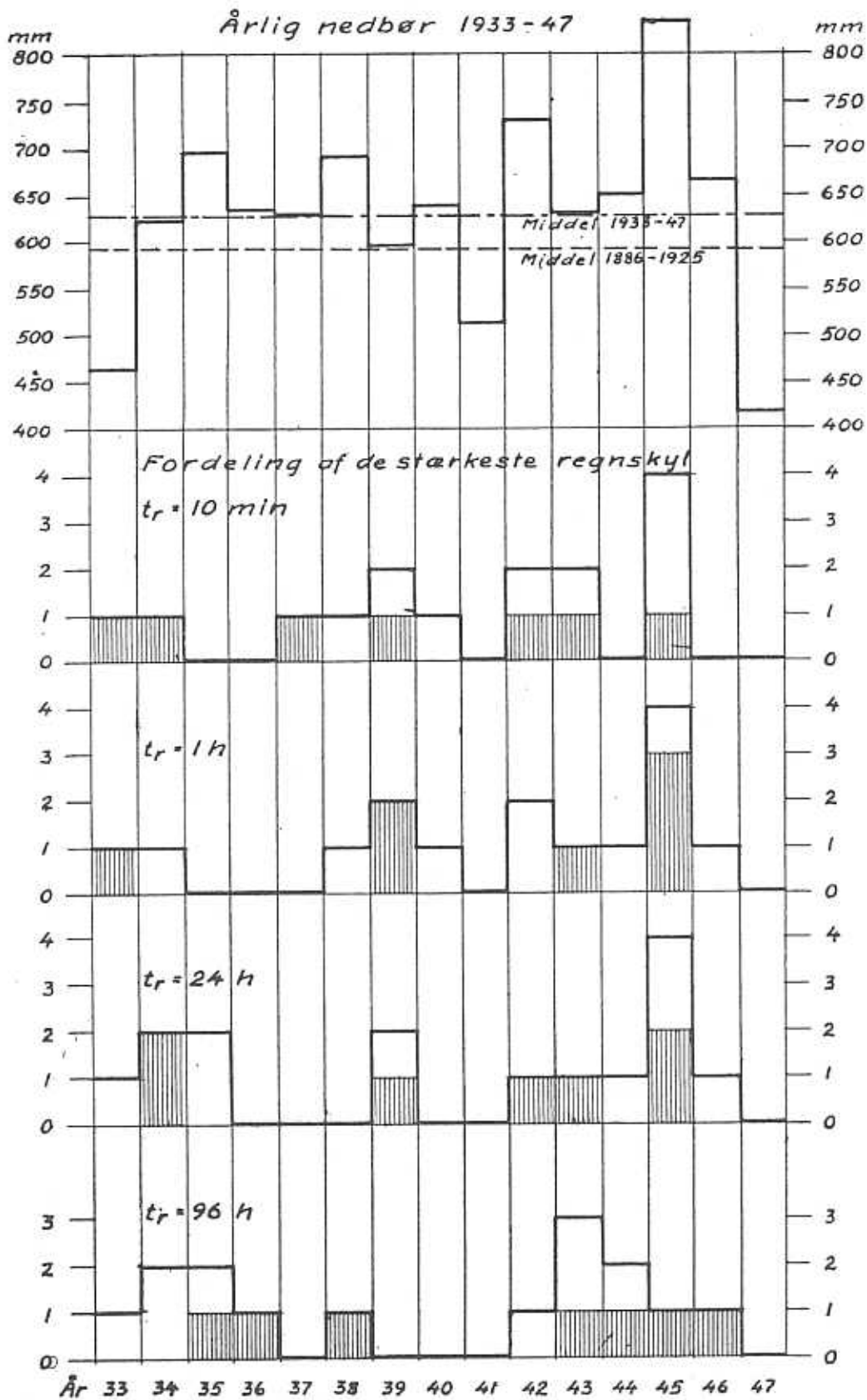


Fig. 14

Gentofte ligger ganske lidt over, for Odense en del under og for Århus noget over gennemsnitsværdierne for årene 1886—1925.

Ved betragtning af figurerne ses, at der ikke er nogen udpræget sammenhæng mellem den årlige nedbørsmængde og de kraftige regnskyls optræden selv for de længere varigheder.

Man kan derfor ikke af middelnedbørens størrelse indenfor måleperioden (1933—47) drage nogen slutning, om de ved bearbejdelsen fundne værdier ligger over eller under de værdier, man ville finde ved observationer gennem en længere periode.

Det er derefter undersøgt, om man vil få bedre overensstemmelse ved alene at betragte nedbørsforholdene gennem månederne juni, juli og august eventuelt udstrakt fra maj—september. Af disse to perioder giver perioden juni—august noget større overensstemmelse, men resultaterne er også her så tilsyneladende tilfældige, at de ikke skal gengives.

Resultatet af denne afsluttende undersøgelse er altså det negative, at man ikke — hverken udfra de årlige eller de månedlige nedbørsmængder — kan drage nogen slutning om, hvilken af de fundne regnrækker, det vil være rigtigst at anvende et vilkårligt sted udenfor de her undersøgte.

Man må håbe, at der i fremtiden vil kunne skaffes materiale fra alle de 6 regnmålere, eventuelt suppleret med nye, hvorved man bedre ville blive i stand til at bestemme de fundne regnrækkers gyldighedsområde.

RESUMÉ

Det foreliggende materiale fra de selvregistrerende regnmålere i Gentofte, Odense, Ålborg og Århus for årene 1933—47 (for Ålborgs vedkommende dog kun 1939—47) fører som angivet i tabel 7 til opstilling af nedenstående regnformler *gældende for varigheder fra 15 minutter til 4 døgn*.

n =	0,5	1	2	5
Gentofte Odense Århus Ålborg	$\left\{ \begin{array}{l} i = 750 \cdot t_r \div 0,73 \\ i = 950 \cdot t_r \div 0,73 \\ i = 850 \cdot t_r \div 0,73 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} i = 650 \cdot t_r \div 0,73 \\ i = 750 \cdot t_r \div 0,73 \end{array} \right.$	$\left\{ i = 550 \cdot t_r \div 0,73 \right.$	$\left\{ i = 300 \cdot t_r \div 0,70 \right.$

Her betyder i regnintensiteten i l/sek/ha, t_r regnvarigheden i minutter og n det årlige antal overbelastninger.

For $t_r = 10$ min. og $t_r = 5$ min. fås efter afrunding af værdierne følgende regnintensiteter i l/sek/ha:

n =	0,5		1		2	
	$t_r = 5$ min.	$t_r = 10$ min.	$t_r = 5$ min.	$t_r = 10$ min.	$t_r = 5$ min.	$t_r = 10$ min.
Gentofte & Odense	180	130	155	110	130	95
Århus	230	165	180	130	130	95
Ålborg	205	145	180	130	130	95

I efterfølgende tabel er for tider indtil 30 min. angivet de værdier af regnintensiteter, der fås af ovenstående to tabeller. Desuden er fra tabellerne 3 — 6 opført de observerede værdier for $n = \frac{1}{15}$, d. v. s. de største observerede værdier. Endelig er for $n = 0,5$ og $n = 1$ til sammenligning anført de af Westergaard & Poulsen tidligere angivne værdier.

n	målested	regnintensitet i l/sek/ha t _r minutter					
		5	10	15	20	25	30
$1/15$	Gentofte	367	233	196	185	151	126
	Odense	337	300	239	211	195	168
	Århus	347	293	262	246	214	208
0,5	Gentofte og Odense	180	130	104	84	72	63
	Århus	230	165	132	107	91	79
	Ålborg	205	145	118	95	81	71
	W. & P.	190	130	90	70	50	40
1	Gentofte og Odense	155	110	90	73	62	54
	Århus og Ålborg	180	130	104	84	72	63
	W. & P.	150	100	70	50	35	30
2	Gentofte, Odense, Århus og Ålborg	130	95	76	62	52	46

Det må fremhæves, at ved bestemmelse af regnrækker for små værdier af n er 15 år en forholdsvis kort periode, og det kan eventuelt bero på en tilfældighed, der skyldes de få observationer, når regnintensiteterne for $n = 0,5$ og $n = 1$ viser sig forskellige for forskellige stationer.

Det har ikke været muligt ud fra det bearbejdede materiale at konstatere nogen sammenhæng mellem årsnedbør eller sommernedbør og nedbørsmængden under de kraftige regnskyl. Derfor kan man ikke udtale sig om, hvorledes regnrækkerne bliver for et vilkårligt sted uden for observationsstederne.

Det kan fremhæves, at det synes at være en almindelig erfaring, at det hidtil anvendte dimensioneringsgrundlag (Westergård

og Poulsen) ikke fører til overbelastning af kloakledninger, undtagen hvor bebyggelsen er blevet tættere end forudsat, eller der er andre fejl ved beregningen. Dette kan muligvis skyldes, at de almindeligvis anvendte afløbskoefficienter er for store, og udelukker derfor ikke, at de ved dimensioneringen anvendte regnintensiteter nogle steder kan være for små.

Da spørgsmålet om afløbskoefficienternes størrelse vil blive undersøgt i nær fremtid, ligesom også spørgsmålet om beregningsgrundlaget for dimensionering af kloakledninger er under revision, mener man at måtte afvente resultaterne af disse undersøgelser, inden man tager endelig stilling til spørgsmålet om regnrækkernes anvendelse.