

Regns hastighet og retning

Av Oddvar Lindholm og Bjørn Aune

Oddvar Lindholm er siv.ing., 1968 og dr.ing., 1974 fra NTH, og ansatt som divisjonssjef på NIVA. Bjørn Aune er cand.real. fra Universitetet i Oslo med meteorologi som hovedfag og ansatt som fagsjef på Det norske meteorologiske institutt (DNMI).

Norsk Hydrologisk Komité og NTNF's VAR-utvalg har finansiert en fase II i prosjektet «Arealfordeling av korttidsnedbør», hvorfra denne artikkelen har sin bakgrunn.

Problemorientering

Grunnen til at regns hastighet og retning er av interesse for VA-teknikere er det store utslaget i den maksimale vannføringen som oppstår i avløpsvannets transport-system.

Dersom et regn faller over et nedbørfelt med lik regnintensitet over hele feltet i de samme tidspunktene vandrer ikke regnskyllet over feltet og avløpet renner av nedstrøms som om man dro et teppe langsomt nedover. Med andre ord blir regnets avløp i nedstrømspunktet fordelt jevnt over tid (Den tiden det tar for «teppet» å passere enden i feltet).

Når regnet vandrer fra øverst i feltet nedover langs avløpsledningene i samme fart som avløpsvannet renner i rørene, fås en effekt som om «teppet» ble rullet opp ovenfra og «tepperullen» når frem til enden av feltet med et slag. Med andre ord når regnet følger flombølgen nedover i feltet bygges denne opp hele veien og kan bli meget stor. Man kan her tale om et dynamisk tillegg i flomtoppen som er svært stort. Tiden som vannet passerer på blir tilsvarende kort.

Dersom regnet vandrer oppstrøms i feltet blir avrenningen strukket over lengre tid enn normalt og flomtoppene blir til-

svarende mindre. Etter teppeanalogien kunne man da si at teppet dras i enden sakte nedover samtidig som dette holdes igjen noe og strekkes ut i lengderetningen (må da være fleksibelt).

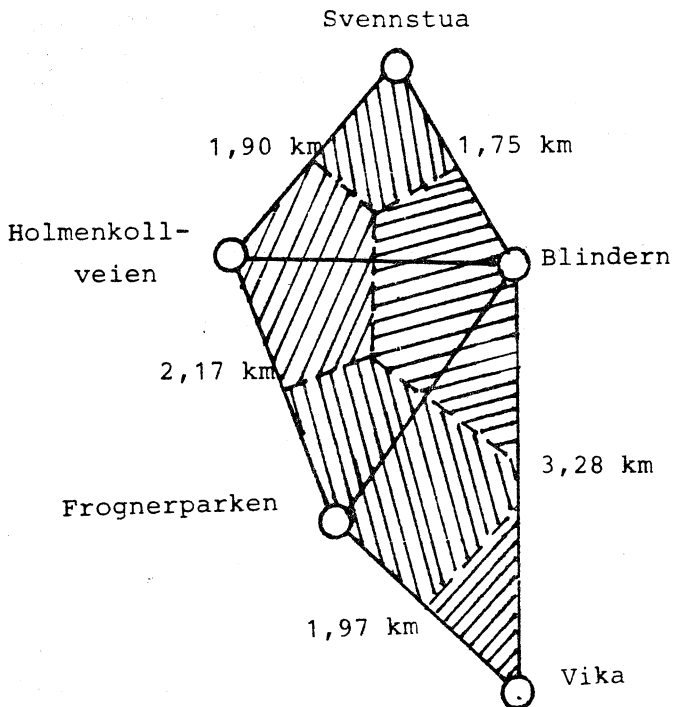
Regn som vandrer på tvers av strømretningen i feltet gir ikke noe nevneverdig dynamisk tillegg i avløpet. Tvert i mot blir avløpet noe dempet da avrenningen fra den ene siden av feltet rekker å renne inn i hovedledningen før den andre siden av feltet kommer med sitt bidrag. På denne måten strekkes også avløpet noe ut i tid.

Prosjektgrunnlag

Mållingene av regn har foregått i 1983 i området Vestbanen—Blindern—Holmenkollen—Frognerparken i Oslo. Stasjonsplasseringene er vist i figur 1. Disse fem stasjonene avgrensar et område på ca. 6 km².

Hver stasjon har en PLUMATIC pluviograf som registrerer hver 0,2 mm nedbør som en impuls på en magnetbånd. Tidsoppløsningen er 1 minutt.

Magnetbåndene er gitt som input til en datamaskin som midler nedbøren for hvert 5. minutt. Tidsoppløsningen er derfor 5 minutter i selve beregningsarbeidet.



Figur 1. Stasjonens relative plassering.

For å kunne beregne et regns hastighet er det hensiktsmessig å definere et punkt i byens utstrekning. Dette punktet er valgt til regnets intensitetsmessige tyngdepunkt.

Byens tyngdepunkt er definert ved koordinatene x og y . Disse beregnes ved følgende uttrykk:

$$\bar{x} = \frac{I_1 \cdot X_1 + I_2 \cdot X_2 + I_3 \cdot X_3 + I_4 \cdot X_4 + I_5 \cdot X_5}{I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5} \quad \bar{y} = \frac{I_1 \cdot Y_1 + I_2 \cdot Y_2 + I_3 \cdot Y_3 + I_4 \cdot Y_4 + I_5 \cdot Y_5}{I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5}$$

- Der I_i = regnintensitet på stasjon i
 X_i = X -koordinaten til stasjon i
 Y_i = Y -koordinaten til stasjon i

Beregningsresultater

Tabell 1 viser et eksempel på hastighets og retningsberegninger for et regnsomfalt 3. september. X og Y koordinater er beregnet for hvert 5. minutt, hastig-

het og retning relativt til tyngdepunktet, slik det lå i foregående 5. minutt, samt hastighet og retning relativt til tyngdepunktets plassering ved regnets start.

Tabell 1. Eksempel på beregning av et regns hastighet og retning.

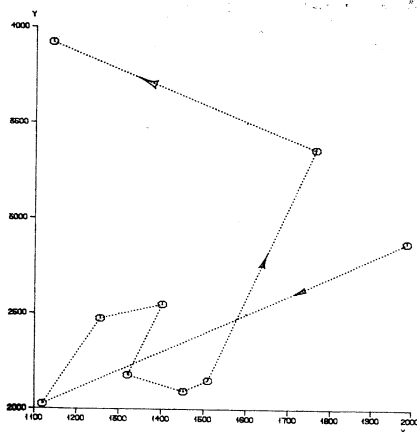
BYGENES HASTIGHET OG RETNING

REGNBYGENS START : 15.10 3/09
SLUTT : 15.39 3/09

REGNBYGENE ER MIDLET FOR HVERT 5 MIN.
(0 GRADER ER MOT NORD)

HR	5 MIN		X	Y	RELATIVT FORRIGE TYNGDEPUNKT		RELATIVT FØRSTE TYNGDEPUNKT	
	FRA	TIL			HASTIGHET M/TIME	RETNING GRADER	HASTIGHET M/TIME	RETNING GRADER
0	0	5	2396	813	0	0	0	0
1	5	10	2292	1162	4377	343	4377	343
2	10	15	2570	230	11671	163	3647	153
3	15	20	847	2668	35819	325	9667	320
4	20	25	1388	3993	17179	22	10010	342
5	25	30	1438	4543	6619	5	9243	345

Figur 2 viser eksempel på uttegning av et regns vandring. Tiden mellom hver posisjon er 10 minutter.

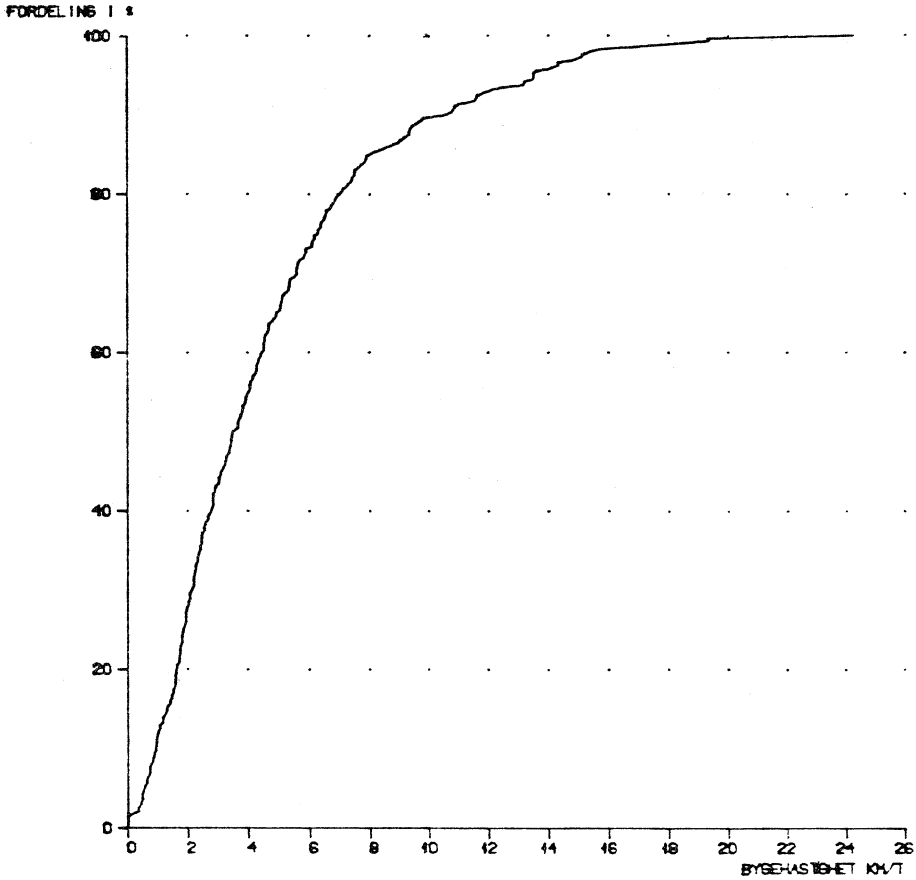


Figur 2.

Eksempel på en regnbyges vandring regn
13. september kl. 5.23—7.00.

Figur 3 er en frekvensfordelingsfunksjon for alle hastighetene i 1983 midlet over 10 minutters intervaller. Antall intervaller med er 288.

En ser at 90% av hastighetene ligger mellom 1 og 14 km/h, mens medianhastigheten er ca. 3,5 km/h.



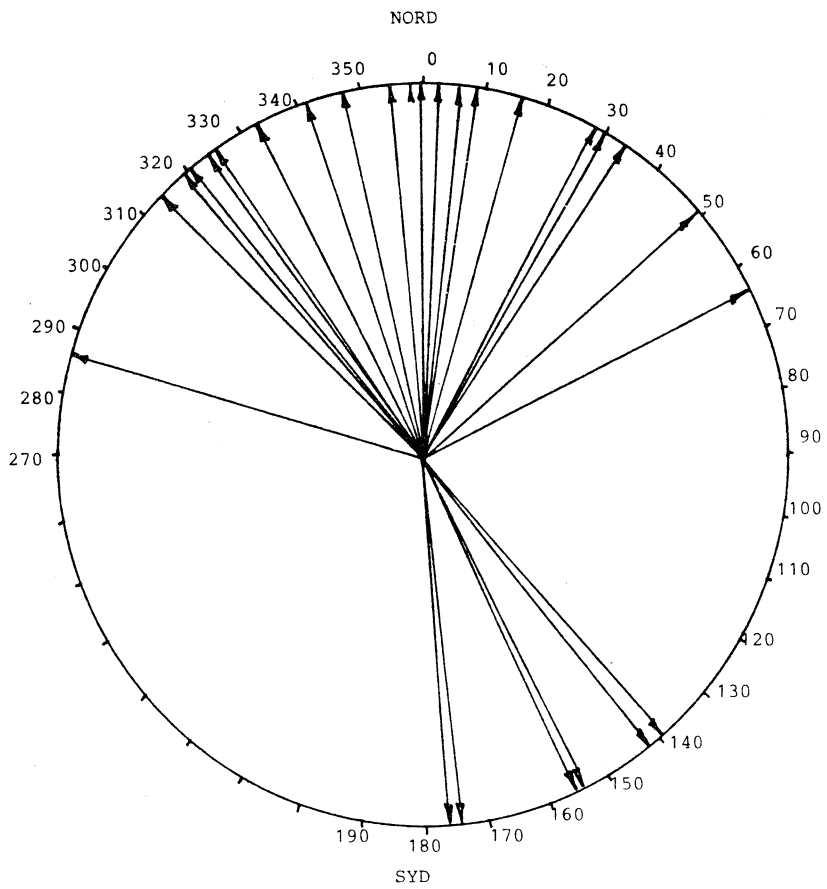
Figur 3. Frekvensfunksjon for byggehastigheter i 1983, midlet over 10 minutters intervall 288 hastighetsintervaller.

Dette er den hastigheten som avløpsvann strømmer med i avløpsledningsnettene i stor grad. Det indikerer at regnbygene i

sommerhalvåret i Oslo har typiske hastigheter som kan ha stor flomforsterkende virkning i avløpsnettene.

Figur 4 viser retningen på de 27 største regnene i 1983 i Oslo-området. Retningen er den resulterende vektors fra regnstart til regnslutt, uansett hvor lenge dette varer. Man ser at det er en særlig konsentra-

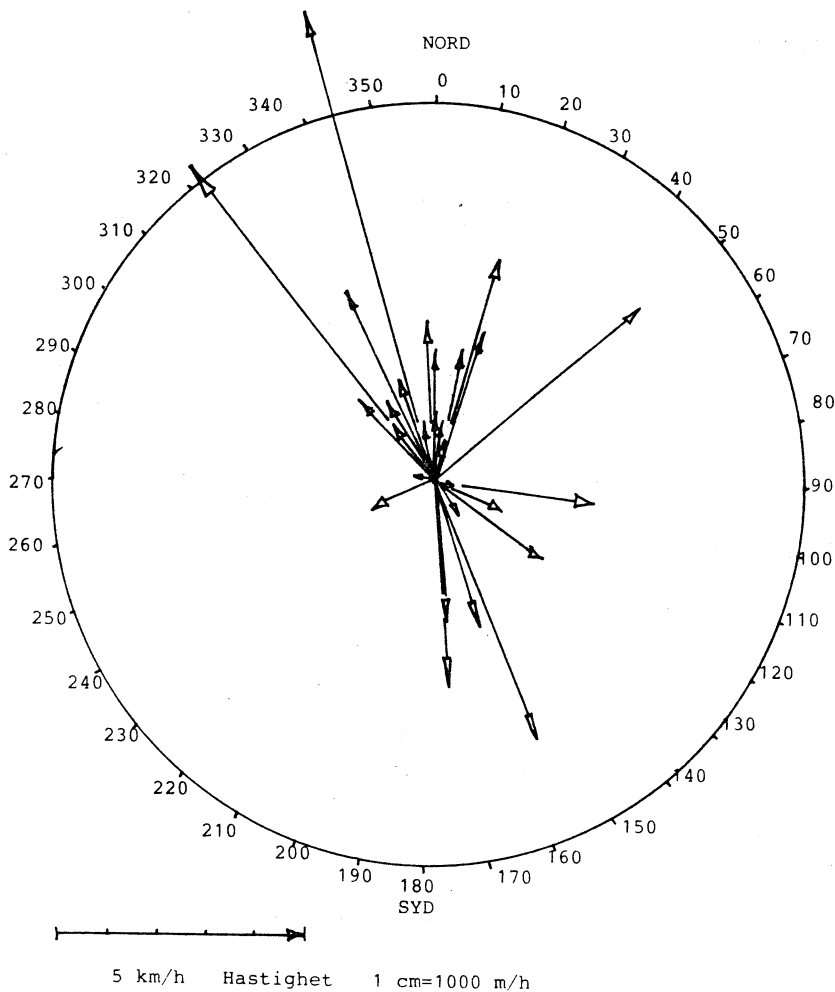
sjon av retninger mellom 320 til 10 grader, d.v.s. en sektor på 50 grader. Figuren viser med andre ord at store sommerregn har typiske retninger som er mer fremherskende enn andre.



Figur 4. Resulterende retning for regnets tyngdepunkt fra regnstart til regnslutt for de 27 største regn i 1983.

Figur 5 viser hastighet og retning etter 1. halvtime av regnet. Pilenes lengde indikerer hastigheten over denne halvtimen. En ser igjen at retning mot nord-nord-vest

dominerer sterkt, mens retning mot syd-øst også er ganske fremherskende. Hastigheter omkring 3 km/h er de mest typiske i regnets første halvtime.

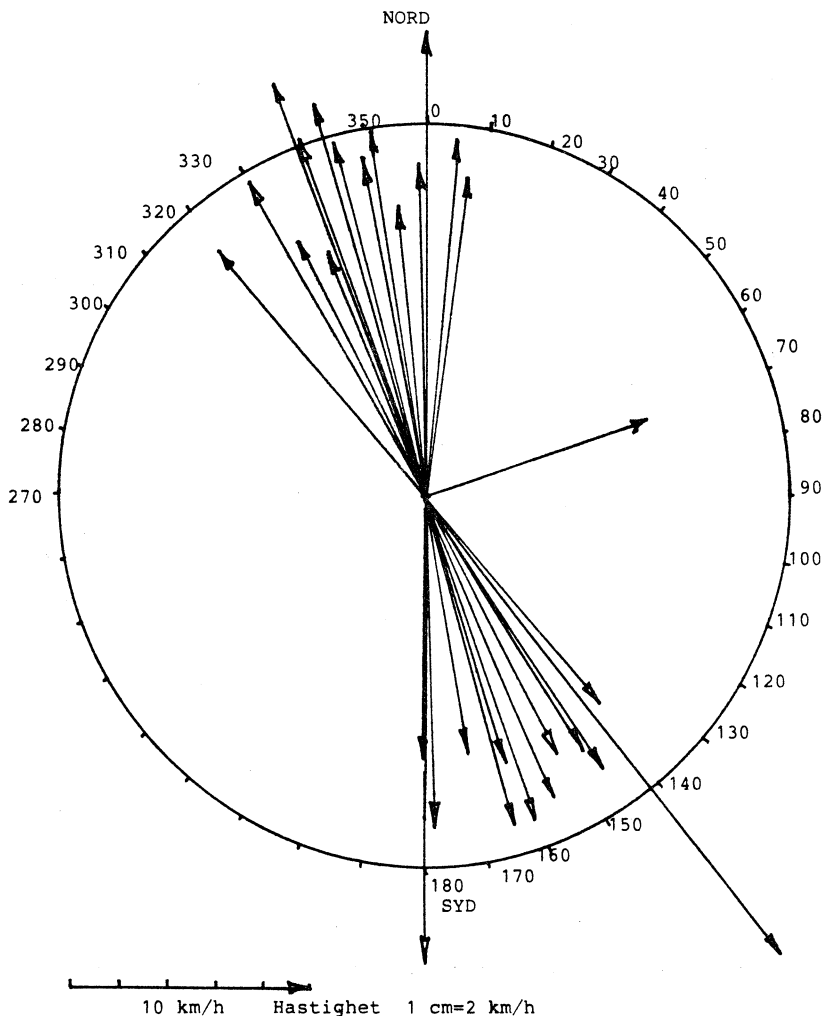


Figur 5. Hastighet og retning i middel over 1. halvtime for 27 regnbendelser i 1983.

Figur 6 viser de 29 største hastighetene over 10 minutters intervaller i 1983. Man ser at de fremherskende retningene igjen er N-N-V og S-S-Ø.

På basis av de foregående resultatene kan man konkludere med at typiske retninger er sterkt fremherskende på sommer-

regnene i Oslo-området. Typiske hastigheter ligger også i det samme området som avløpsvannets i avløpsledningene. Dette kan være kunnskaper, som om de finnes i det lokale aktuelle området, kan brukes for å få mer effektive avløpsanlegg.



Figur 6. Retning og hastighet på de 29 ti-minutters regnintervallene som har større hastighet enn 10 km/h.

Sammendrag og konklusjon

På basis av målinger på 5 pluviografstasjoner i vestlige deler av Oslo i 1983 er hastighet og retning på store regnskyll beregnet.

Analysene viser at man i det nevnte området har helt dominerende retninger for store regn. De mest vanlige hastighetene er dessuten nær opp til den hastigheten avløpsvannet har i ledningsnettene.

Dette er indikasjoner på at man i analyser av avløpsledningsnettene virkemåte

burde ta hensyn til at avrenningsflommene relativt ofte får et dynamisk tillegg av stor betydning for maksimalavløpets størrelse.

Dagens avløpsmodeller er imidlertid ikke innrettet på å simulere det dynamiske elementet i en vandrende regnbyge. Dette kan enkelt rettes på av modellbyggerne, men inntil så skjer, kan man likevel simulere den dynamiske situasjonen ved å justere avrenningskoeffisienten i de ulike delfeltene i takt med bygens vandring over hovedfeltet.

LITTERATUR

1. Lindholm, O. «Arealfordeling av korttidsnedbør. Fase II». Norsk Hydrologisk Komité og NTNF's VAR utvalg (Til trykking).
2. Niemczynowicz, J. «Dynamic Properties of Rainfall in Lund». Nordic Hydrology 15, 1984, 9—24.