



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

# Dimensjonering av lukkinger og samlegrøfter i landbruksområder

Vestfold

NIBIO RAPPORT | VOL. 3 | NR. 5 | 2017



Atle Hauge

Divisjon for miljø- og naturressurser

## TITTEL/TITLE

Dimensjonering av lukkinger og samlegrofter i landbruksområder - Vestfold

## FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Atle Hauge

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
14.03.2017	3/5/2017	Åpen	10381	17/01251
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-01775-2	2464-1162	19		

## OPPDRAAGSGIVER/EMPLOYER:

Fylkesmannen i Vestfold

## KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Jon Randby

## STIKKORD/KEYWORDS:

Lukkinger avrenning dimensjonering  
landbruksområder

## FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Hydroteknikk

## SAMMENDRAG/SUMMARY:

Rapporten går gjennom beregningsmetoder for dimensjonering av lukkingsanlegg i landbruket, med spesiell fokus på Vestfold, på bakgrunn av befaringer av eldre lukkingsanlegg i tre Vestfold-kommuner. En bruker den rasjonelle formel og ser hvilke opplysninger som må vurderes. I tillegg går en gjennom mulighetene NVEs internettløsning NEVINA gir for beregning av avrenning og gjentaksintervall.

## LAND/COUNTRY:

Norge

## FYLKE/COUNTY:

Vestfold

## KOMMUNE/MUNICIPALITY:

Sandefjord, Larvik, Re

## GODKJENT /APPROVED

Jannes Stolte

NAVN/NAME

## PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER

Atle Hauge

NAVN/NAME



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

# Forord

Innholdet av denne rapporten ble presentert på seminar med landbruksforvaltningen i Tønsberg 7.–8. desember 2016, etter en bestilling fra Fylkesmannen i Vestfold.

NIBIO takker Fylkesmannen i Vestfold for samarbeidet. Vi vil også spesielt takke landbrukskontorene i kommunene Sandefjord, Larvik og Re for velvillig bistand i feltarbeidet.

Ås, 14.03.17

Atle Hauge

# Innhold

1	Innledning.....	5
1.1	Bakgrunn for prosjektet.....	5
1.2	Forberedelse av prosjektet – Feltundersøkelser .....	5
1.2.1	Resultater fra feltundersøkelsene:.....	5
1.2.2	Anvendelse av feltregistreringene: .....	5
2	Generelt om avrenning fra landbruks- og naturområder .....	7
2.1	Beregning av avrenning .....	7
2.1.1	Nedbørfeltet – A.....	8
2.1.2	Avrenningskoeffisienten – $\phi$ .....	8
2.1.3	Klimafaktor – K.....	10
2.2	Bruk av NEVINA ved dimensjonering – eksempel .....	15

# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn for prosjektet

Fylkesmannen i Vestfold har bedt NIBIO om å se på dimensjoneringskriterier for lukkingsanlegg i landbruket i Vestfold, og finne en metode som er enkel å bruke for riktig dimensjonering av rørene framover. Planleggingen av anlegg i den tida disse ble delfinansiert og planlagt av landbruksetaten var preget av bevisst underdimensjonering for å spare kostnader. I tillegg har vi fått klimaendringer, som fører til at flomepisodene er større og hyppigere enn på 60–70-tallet da de fleste av de eldre anleggene ble bygd.

## 1.2 Forberedelse av prosjektet – Feltundersøkelser

I prosjektet har en besøkt ca. 17 eldre anlegg i 3 kommuner, for å se i hvilken grad dimensjonene hadde vært tilstrekkelige. Med dette som bakgrunn vil en få bedre grunnlag for å regne ut hvilke kriterier en må legge til grunn for framtida når en dimensjonerer og renoverer anlegg.

### 1.2.1 Resultater fra feltundersøkelsene:

Flere av anleggene hadde hatt problemer med kapasiteten, slik at det var blitt erosjonsskader, noen ganger store skader i flomsituasjoner. Felles for omtrent alle skadestedene var at det hadde vært problemer med rørledningen på det tidspunktet kapasitetsproblemene viste seg. Mange steder var utløpet delvis blokkert fordi siste rør hadde falt ut. De største skadene var oppstått når innløpet ble tett av kvister eller jord. Det var vanlig med forskjellige typer hjemmelagde rister, som lett kan gå fulle med kvister, halm og lignende. Det var derfor vanskelig å si noe om den ordinære kapasiteten til ledningen. Undersøkelsene ga derfor lite grunnlag for å bruke undersøkelsene til å endre dimensjoneringsmetodene som har vært brukt. 13 av anleggene hadde ikke hatt problemer dersom vedlikeholdet hadde vært tilfredsstillende.

#### *De problemene som ble registrert var følgende:*

Rister som var dårlig utformet, slik at kvister og halm lett tettet innløpet. Ingen av de 17 anleggene hadde skråstilte rister med stående barrer, slik det er anbefalt. De som hadde rist var helst laget av armeringsnetting, ventilasjonsrister, gjerder og annet som en kan finne på et gårdsbruk. De fleste anlegg hadde imidlertid ingen rister, og dette fungerte vanligvis bedre.

Innløpet til noen anlegg hadde steiner o.l. som delvis dekket åpningen, slik at innløpskapasiteten var redusert.

Flere anlegg hadde også blokkeringer i utløpet, og dette hadde forårsaket at vannet hadde kommet opp og erodert i skjøter lenger oppe. Deler av den nedre del av anlegget var ødelagt og vannet rant opp og utenom rørene. Det var vanlig at de siste rørene i utløpet var ute av stilling.

Et anlegg hadde hatt skader på grunn av røtter fra skog på en åkerholme hadde tettet og forskjøvet rør.

### 1.2.2 Anvendelse av feltregistreringene:

Den beste slutføring av prosjektet vil være å gå gjennom metodene for beregning av rørgater innen landbruket, basert på klima, nedbørfeltets størrelse og beskaffenhet, risikovurdering og nomogrammer for dimensjonering av ledninger, for å kunne foreta en enkel sjekk av noen av de besøkte anleggene i Re, Larvik og Sandefjord.



Bilde 1. Det kan bli store konsekvenser av brudd i lukningsanlegg. Bilde fra Romerike

## 2 Generelt om avrenning fra landbruks- og natur-områder

Landbruks- og naturområder kan en dele inn i skogsområder, dyrket mark, parkområder, åpent vann, myr og bart fjell. I mange nedbørfelt for landbruksområder vil en også finne mer urbane områder, som tun, tomter, veier eller annen bebyggelse.

Det finnes dataprogram for beregning av overvannsavrenningen, men disse trenger ofte svært mye input for å fungere. I denne fremstillingen er den enkle rasjonelle formelen lagt til grunn for beregningene.

Den rasjonelle formelen benyttes vanligvis for små nedbørfelt, men brukes opp til ca. 500 ha hvis man har et landbruks- eller naturområde. Usikkerheten øker betydelig med størrelsen på nedbørfeltet.

### 2.1 Beregning av avrenning

Tidligere brukte en den enkle ligningen:

$$Q = q \times A$$

Der Q er vannføring, q kalles her avrenningskoeffisient (l/s x ha) og A er nedbørfeltets areal. For lukkingsanlegg ble ofte  $q = 3-6$  l/s x ha brukt ved tilskuddsfinansiering innen landbruket i Østlandsfylkene. Dette var basert på avrenning i mindre avrenningsfelt i landbruksområder, og en kalkulasjon av pris opp mot risiko.

Denne avrenningskoeffisienten q kan en splitte videre opp, for å øke nøyaktigheten i beregningene. En kan også ta med det endrete klimaet i formelen, siden avrenningen har økt, og forutsettes å øke ytterligere framover.

En kan da bruke formelen:

$$Q = \varphi \cdot i \cdot A \cdot K$$

Her er:

A: Nedbørfeltet i hektar (ha)

$\varphi$ : Ubenevnt avrenningskoeffisient som blant annet angir hvor stor del av nedbøren som

renner av på overflaten. På frosset jord eller når området er totalt vassmettet etter tidligere regn, er denne tilnærmet lik 1. Statens Vegvesen angir maksimal avrenningsfaktor til å være 0,95. Regn på frosset grunn kan gi avrenning som for bart fjell.

i: Dimensjonerende nedbørintensitet i l/s·ha.

Mens verdier for nedbørfeltets størrelse og midlere avrenningskoeffisient baseres på kunnskap om feltet, vil verdier for dimensjonerende nedbørintensitet hentes fra lokal IVF-statistikk (for eksempel [www.eklima.no](http://www.eklima.no)). Valget av dimensjonerende nedbørintensitet gjøres ut i fra ønsket gjentaksintervall og den regnvarighet som vil være verst tenkelig for systemet og dermed kreve de største dimensjonene.

K: Ubenevnt klimafaktor som angir hvor høy fremtidig nedbørintensitet antas å bli i forhold til prognosene fra klima.

### 2.1.1 Nedbørfeltet – A

Nedbørfeltets størrelse kan måles ut fra kart eller hentes fra beregningsprogrammer.

NVE har laget et godt verktøy til beregning av nedbørfelt, i hvert fall såpass store nedbørfelt at bekken har årvisst vannføring, og som er åpent for alle. Verktøyet virker imidlertid bare på bekker som er såpass store at de er karakterisert som vassdrag. Men mange av lukkingene i landbruket det er jo såpass store, og det er store nedbørfelt som er mest arbeid med.

Verktøyet finner du på nettadressen: <http://nevina.nve.no/>

Her kan en sette et punkt i lukningsanleggets innløp, og kartprogrammet vil beregne nedbørfeltet. Dersom en har opplysninger om at grøfter, drenering o.l. går ut av nedbørfeltet, eller føres inn i nedbørfeltet, kan feltet endres ved å klippe ut polygoner, eller dra hjørnepunkter ut eller inn.

I tillegg til å merke av nedbørfeltet og beregne størrelse, får en også sortert arealkategoriene (feltverdier) i på grunnlag av kartet, der det sorteres mellom forskjellige arealkategorier.

I nedbørfelt som er for små må en bruke kotene for å tegne opp nedbørfeltet. Det finnes mange kartprogrammer som beregner arealet av et polygon direkte, kommunene i dette prosjektet har et enkelt verktøy for å beregne. Deretter kan en tegne de viktigste arealkategoriene, f.eks. dyrka jord, harde flater som berg eller asfalt, skog, myr og vann.

### 2.1.2 Avrenningskoeffisienten – $\phi$

Avrenningskoeffisienten varierer ikke bare med grunnforholdene men også med nedbørens varighet. Er nedbøren kortvarig, mindre enn 1 time, kan man regne med en viss infiltrasjon og fordrøyning i groper i terrenget. Ved langvarig nedbør, over 3 timer, er infiltrasjonsevnen redusert samtidig som alle ujevnheter i terrenget er vannfylt.

Er terrenget bratt, grunnens permeabilitet lav og ved høy grunnvannstand bør man velge de høyeste verdiene i tabellen.

Dimensjonerende regnvarighet, konsentrasjonstiden, er den tiden det tar for en dråpe som faller lengst bort fra feltets utløp å nå utløpet.

Statens vegvesens Håndbok 018 (2011) angir følgende formel for konsentrasjonstid for naturlige felt, som for eksempel skogsområder:

$$t = 0,6 \cdot L \cdot H^{-0,5} + 3000 \cdot Ase$$

t = konsentrasjonstid, minutter

L = lengde av feltet, m

H = høydeforskjellen i feltet, m

Ase = andel innsjø i feltet

Vanligvis trenger en ikke å regne på dette, men en kan bruke formelen til å vurdere om en skal velge høye eller lave verdier av avrenningskoeffisienten. Er det bratt velger en høye verdier, er det mye vann velger en lavere verdier. I små felt har formen på nedbørfeltet lite å si.

Avrenningsfaktoren beskriver hvor stor del av nedbøren som renner av på overflaten. Statens Vegvesen har laget en oversikt over avrenningsfaktorer som brukes i byområder og i rurale områder, med forskjellig varighet av regnet og forskjellige gjentakintervall:



Tabell 1. Avrenningsfaktorer brukt av statens Vegvesen

	Avrenningsfaktorer fra Statens vegvesen håndbok N200 vegbygging
0.60	Bart fjell ( $t_r < 60$ min og GI = 10 år)
0.90	Bart fjell ( $t_r > 180$ min og GI = 10 år)
0.66	Bart fjell ( $t_r < 60$ min og GI = 25 år)
0.95	Bart fjell ( $t_r > 180$ min og GI = 25 år)
0.72	Bart fjell ( $t_r < 60$ min og GI = 50 år)
0.95	Bart fjell ( $t_r > 180$ min og GI = 50 år)
0.75	Bart fjell ( $t_r < 60$ min og GI = 100 år)
0.95	Bart fjell ( $t_r > 180$ min og GI = 100 år)
0.20	Dyrket mark og parkområder ( $t_r < 60$ min og GI = 10 år)
0.40	Dyrket mark og parkområder ( $t_r > 180$ min og GI = 10 år)
0.22	Dyrket mark og parkområder ( $t_r < 60$ min og GI = 25 år)
0.44	Dyrket mark og parkområder ( $t_r > 180$ min og GI = 25 år)
0.24	Dyrket mark og parkområder ( $t_r < 60$ min og GI = 50 år)
0.48	Dyrket mark og parkområder ( $t_r > 180$ min og GI = 50 år)
0.25	Dyrket mark og parkområder ( $t_r < 60$ min og GI = 100 år)
0.50	Dyrket mark og parkområder ( $t_r > 180$ min og GI = 100 år)
0.20	Skogsområder ( $t_r < 60$ min og GI = 10 år)
0.50	Skogsområder ( $t_r > 180$ min og GI = 10 år)
0.22	Skogsområder ( $t_r < 60$ min og GI = 25 år)
0.55	Skogsområder ( $t_r > 180$ min og GI = 25 år)
0.24	Skogsområder ( $t_r < 60$ min og GI = 50 år)
0.60	Skogsområder ( $t_r > 180$ min og GI = 50 år)
0.25	Skogsområder ( $t_r < 60$ min og GI = 100 år)
0.63	Skogsområder ( $t_r > 180$ min og GI = 100 år)

### 2.1.3 Klimafaktor – K

De klimaendringene som er inntrådt allerede vil kreve en oppdimensjonering av anlegg i forhold til tidligere dimensjoneringskriterier. Men det skal bli verre, i henhold til prognosene. Det har derfor betydning hvor lang varighet det anlegget skal ha som en planlegger for. Klimafaktoren må derfor fastsettes på bakgrunn av antatt økning av nedbøren i løpet av de tekniske anleggs brukstid. I tabellen er det forutsatt en brukstid opp til 100 år, og dette kan være passende også for lukninger i landbruket.

#### *Klimafaktor ved forskjellig gjentaksintervall:*

I følge Statens vegvesens håndbok bør en bruke følgende klimafaktorer ved forskjellige gjentaksintervall:

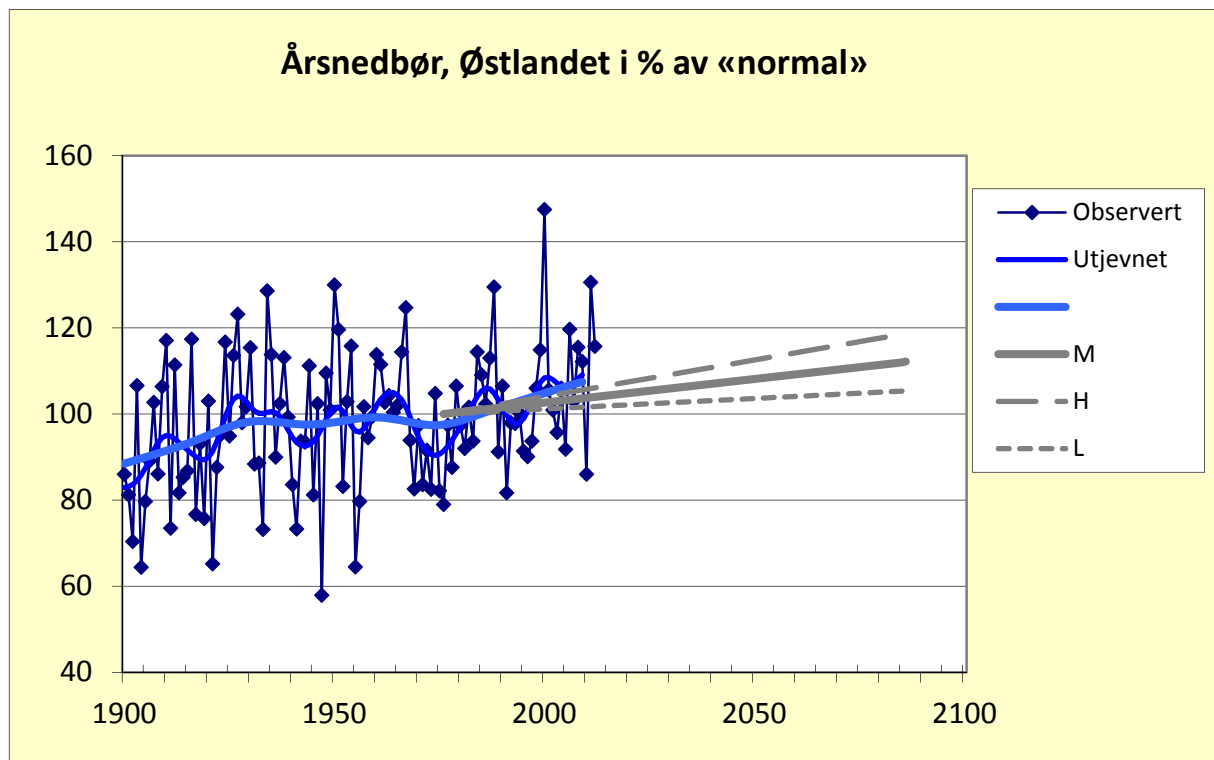
10 år 1,3

100 år 1,4

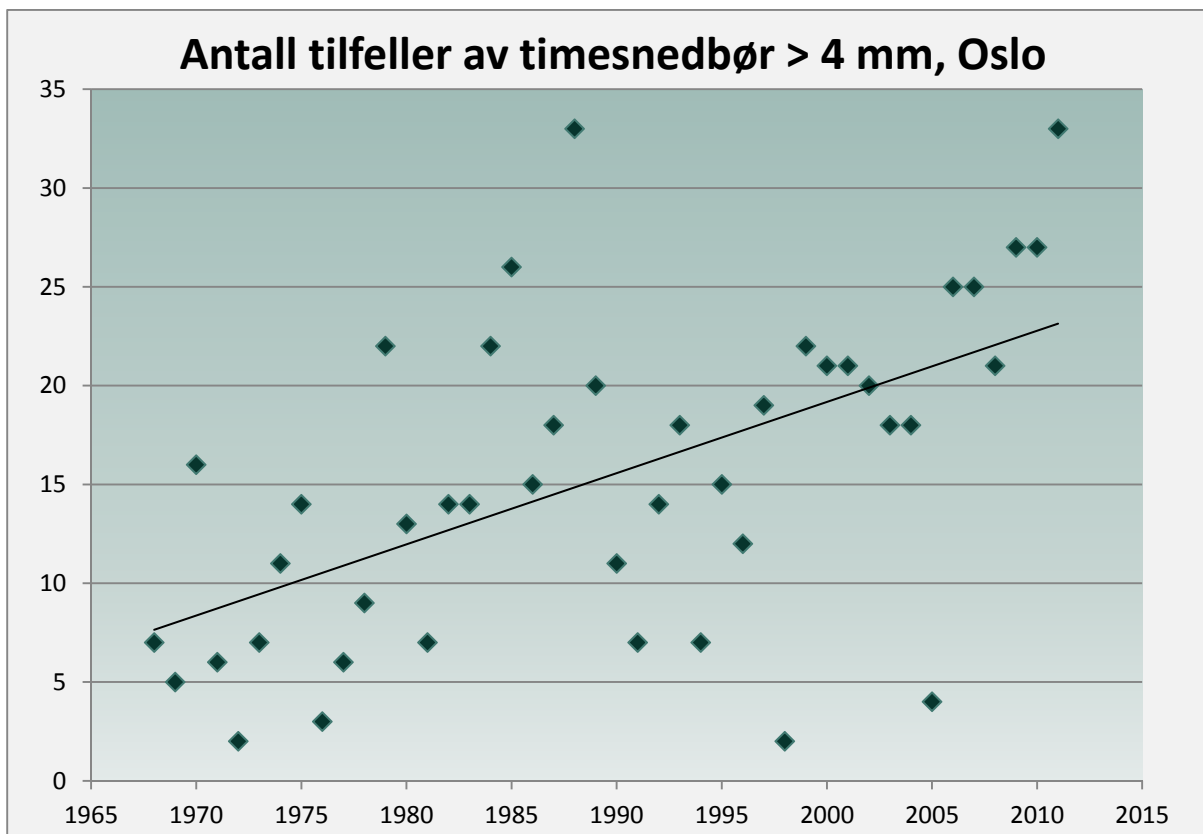
Så for anlegg som skal vare 100 år, bør en bruke 100 års gjentaksintervall.

I en artikkel i Norsk Vann anbefales det at det benyttes en klimafaktor på mellom 1,3 og 1,5 for dimensjonering av nye avløpsanlegg med levetid på 100 år. Det spesifiseres at klimafaktorene skal benyttes på IVF-statistikk som er utarbeidet før år 2011.

Statistikk over nedbørforhold på Østlandet viser at nedbøren er økende, men at variasjonen mellom år er mye større enn trenden, og større enn den totale økningen fra 1900 til i dag.



Figur 1. Årsnedbør og forventet økning 1900–2100. (Kilde NMI)



Figur 2. Antall episoder med >4 mm i Oslo, 1967–2013 (Kilde NMI)

### Hvilket gjentaksintervall skal en benytte?

Gjentaksintervall vil si hvor mange år det gjennomsnittlig går mellom hver gang kapasiteten til anlegget er for liten. En vil vanligvis ikke dimensjonere anlegget for å tåle absolutt alle flommer.

Optimalt gjentaksintervall bør baseres på privatøkonomiske vurderinger, samfunnsøkonomiske betraktninger og bærekraftige løsninger. I landbruket vil en velge gjentaksintervall ut fra hvilke fordeler en kan få, og hvilke skader en kan forvente ved underdimensjonering, enten på egen eiendom eller hos naboer.

Tabell 2. Gjentaksintervall for avrenningsfaktor. Avrenningsfaktoren øker med lengden av nedbørepisoden, fordi alle hulrom etter hvert er fylt opp

Type område	Gjentaksintervall (år)							
	10		25		50		100	
	Nedbørens varighet i timer							
	<1	>3	<1	>3	<1	>3	<1	>3
Bart fjell	0,6	0,9	0,66	0,95	0,72	0,95	0,75	0,95
Dyrket mark og parkområder	0,2	0,4	0,22	0,44	0,24	0,48	0,25	0,5
Skogsområder	0,2	0,5	0,22	0,55	0,24	0,6	0,25	0,63

For valgt gjentaksintervall fås dimensjonerende nedbørintensitet fra Meteorologisk institutt ([www.eklima.no](http://www.eklima.no)) fra mange stasjoner over hele Norge. Tabellene er fritt tilgjengelige ved registrering av bruker hos [www.eklima.no](http://www.eklima.no)

### Eksisterende avrenningsstasjoner

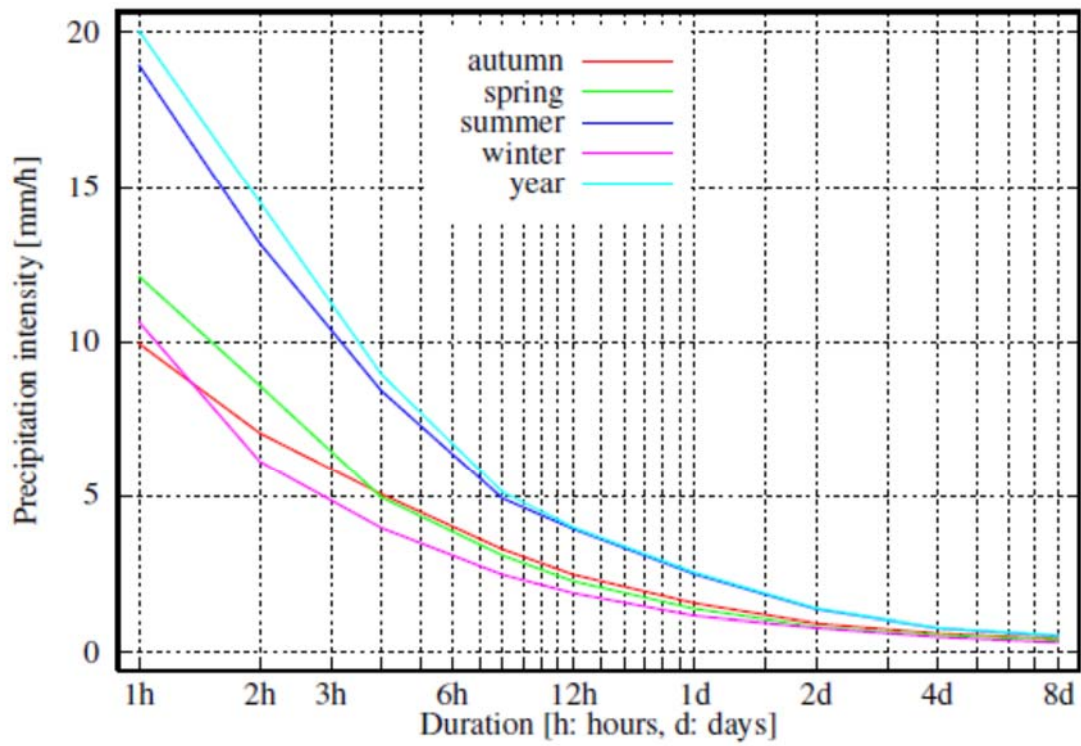
I Norge er det 86 målestasjoner med feltstørrelse < 5 km<sup>2</sup> og 59 målestasjoner med feltstørrelse 5–< 10 km<sup>2</sup> (NVE, 2013). Totalt antall stasjoner er 460 og totalt antall aktive stasjoner er 179. Det er få stasjoner med lange findataserier, det vil si data med kortere enn 1 døgn oppløsning. Dette viser at det i Norge fortsatt finnes svært få nedbør- og avrenningsmålinger som sammen kan benyttes ved dimensjonering og planlegging av avløpsanlegg. Dermed er man fortsatt avhengig av å bruke standardiserte verdier for avrenningsfaktorer som antas å ha utgangspunkt i utenlandske studier. Det er ønskelig å etablere nasjonale verdier for avrenningsfaktorer med optimal detaljeringsgrad som kan benyttes sammen med lokale nedbørintensiteter som er kvalitetssikret av Meteorologisk Institutt og kan hentes fra [www.eKlima.no](http://www.eKlima.no). For øvrig arbeider Meteorologisk Institutt for tiden med å oppdatere intensitet-varighet-frekvenskurvene for ekstremnedbør med kort varighet i Norge (NVE, 2013).

I tillegg til NVEs stasjonsnett har også NIBIO langvarige avrenningsmålinger i mindre nedbørfelt i landbruksområder gjennom JOVA-programmet. Det gode med disse stasjonene er at de er lagt i typiske landbruksområder, og dermed gir gode tall for slike områder.

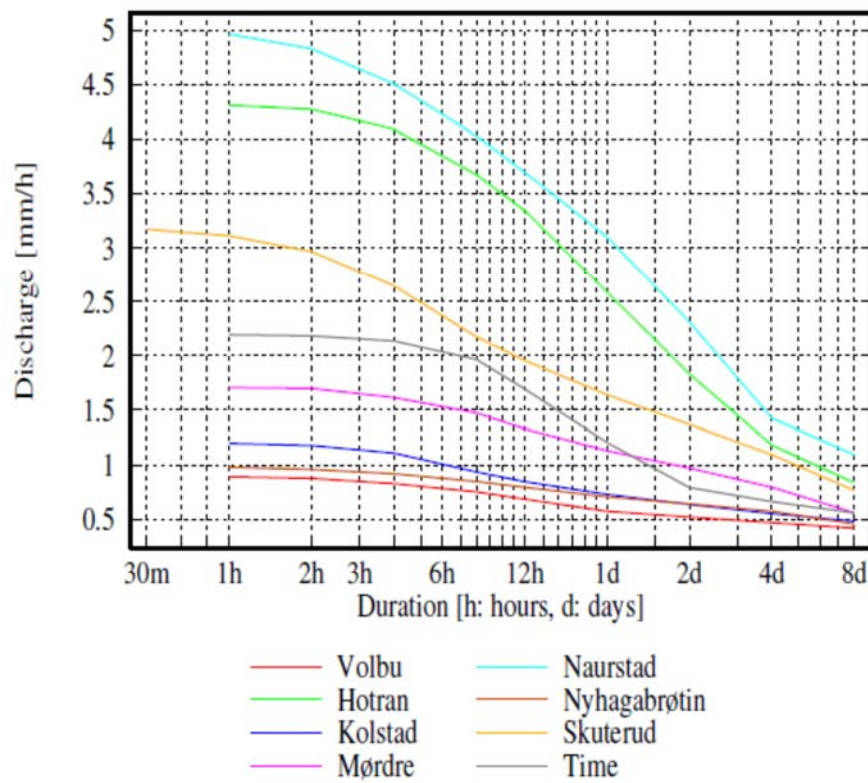
Tabell 3. Oversikt over NIBIOs avrenningsstasjoner gjennom JOVA-programmet

Nedbørfelt	(ha)	Dyrka(ha)	Moh	Værstasjon
Naurstad	146	51	4–91	
Hotran	2000	1155	10–282	Kvithamar LMT (40 km away)
Kolstad	308	209	200–318	
Volbu	166	72	440–863	Løken LMT
Nyhagabrøtin (Del av Volbu)*	19	0	679–863	Løken LMT
Mørdre	680	420	130–230	Vandsemb LMT
Skuterud	449	272	91–146	
Vasshaglona	650	420		
Time	117	100	35–100	

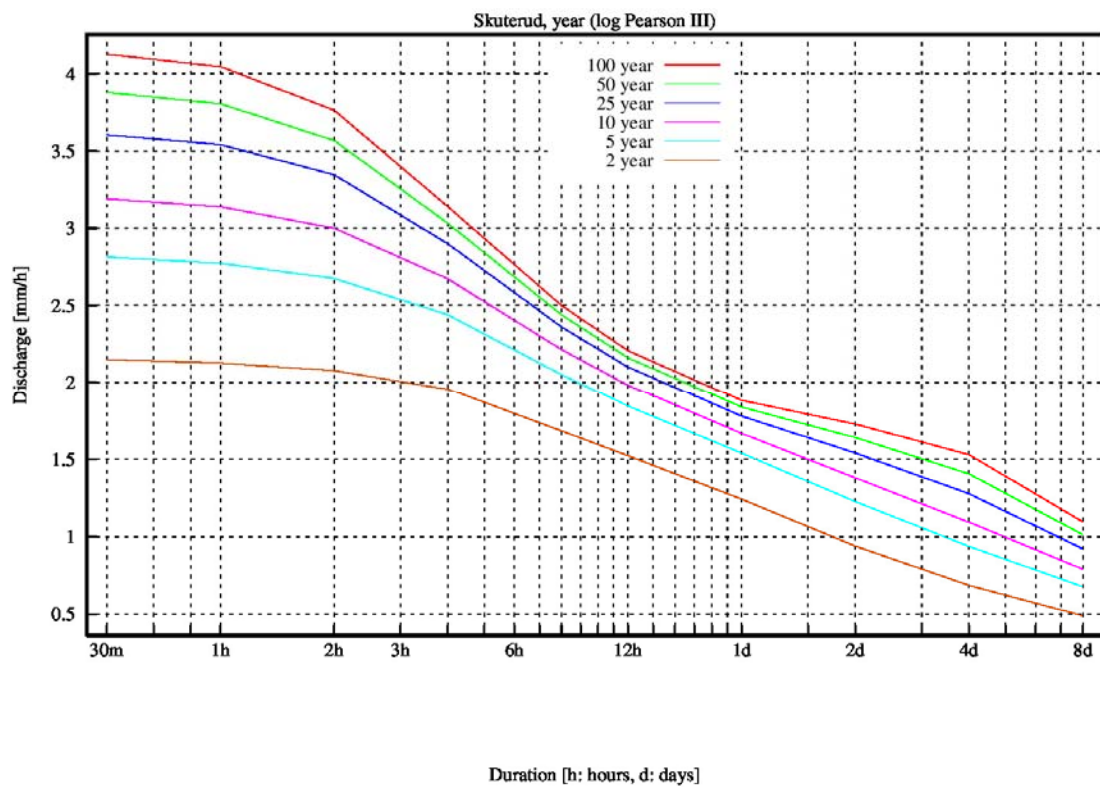
(e) Skuterud



Figur 3. Eksempel på avrenning i JOVA-feltet Skuterud, som ligger nærmest Vestfold



(e) year, return interval 10 years

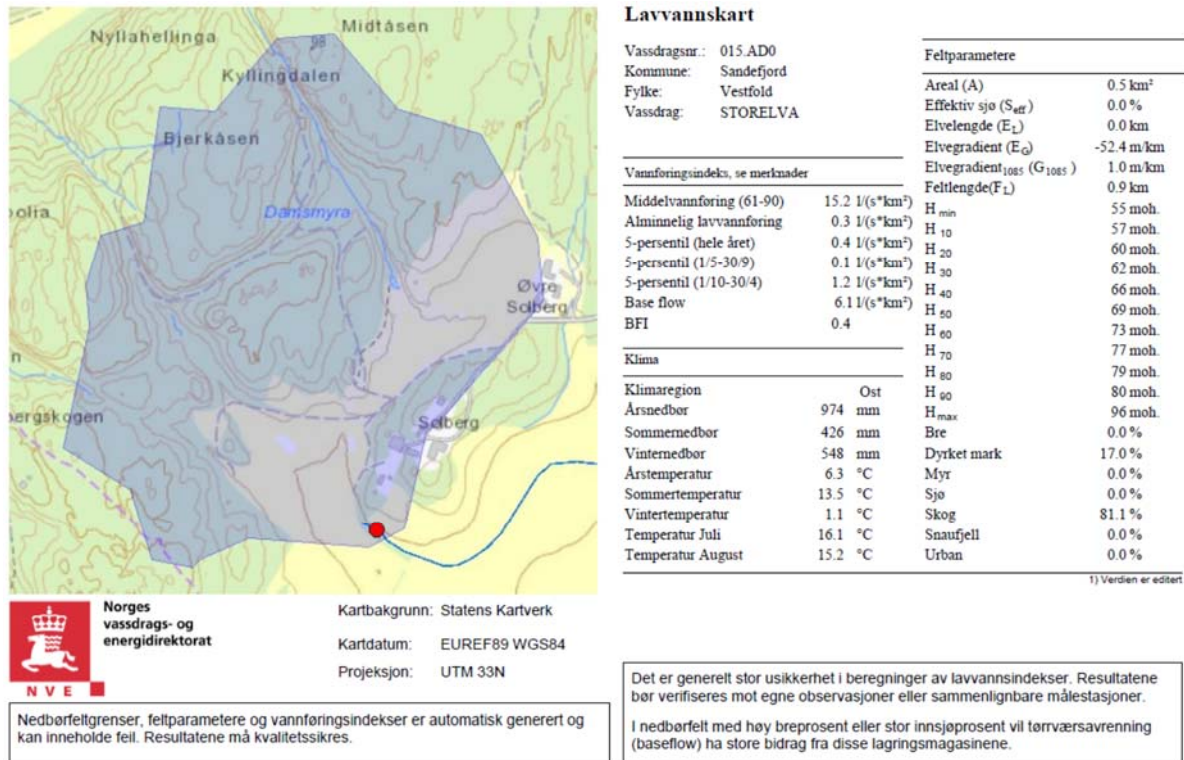


Figur 4. Eksempel. Avrenning og varighet på NIBIO's avrenningsstasjoner, og i Skuterud, Ås. (JOVA-programmet)

## 2.2 Bruk av NEVINA ved dimensjonering – eksempel

NIBIO har prøvd ut beregningene i NEVINA for et av de besøkte anleggene. Prøvekjøringen viser at en kan ha god nytte av NEVINA for såpass store anlegg at de er karakterisert som vassdrag.

Figurene viser skjermbildene en får ved beregning:



### Flomverdier FRA NEVINA – Eksempel fra Solberg i Sandefjord

Parameternavn	Flomvannføring (m <sup>3</sup> /s)	95 % intervall – nedre grense (m <sup>3</sup> /s)	95 % intervall – øvre grense (m <sup>3</sup> /s)
Middelflom (Q <sub>M</sub> )	0,3	0,2	0,5
5-årsflom (Q <sub>5</sub> )	0,4	0,2	0,7
10-årsflom (Q <sub>10</sub> )	0,4	0,2	0,8
20-årsflom (Q <sub>20</sub> )	0,5	0,3	1,0
50-årsflom (Q <sub>50</sub> )	0,6	0,3	1,2
100-årsflom (Q <sub>100</sub> )	0,7	0,4	1,5
200-årsflom (Q <sub>200</sub> )	0,8	0,4	1,7

## Flomberegning

Vassdragsnr.: 015.AD0

Kommune: Sandefjord

Fylke: Vestfold

Vassdrag: STORELVA

Flomverdiene viser størrelsen på kulminasjonsflommer for ulike gjentakintervall. De er beregnet ved bruk av et formelverk som er utarbeidet for nedbørfelt under ca 50 km<sup>2</sup>. Feltparametere som inngår i formelverket er areal, effektiv sjøprosent og normalavrenning (l/s\*km<sup>2</sup>). For mer utdypende beskrivelse av formelverket henvises det til NVE –Rapport 7/2015 «Veileder for flomberegninger i små uregulara felt». Det pågår fortsatt forskning for å

Det pågår fortsatt forskning for å bestemme klimapåslag for momentanflommer i små nedbørfelt. Frø til resultatene fra disse prosjektene foreligger anbefales et klimapåslag på 1.2 for døgnmiddelflom og 1.4 for kulminasjonsflom i små nedbørfelt.

STORELVA	
Areal (km <sup>2</sup> )	0.53
Klimafaktor	1.4

	Q <sup>M</sup>		Q 5	Q 10	Q 20	Q 50	Q 100	Q 200
	m <sup>3</sup> /s	l/(s*km <sup>2</sup> )						
Flomfrekvensfaktorer	-	-	1.28	1.55	1.79	2.21	2.55	2.93
95% intervall øvre grense (m <sup>3</sup> /s)	0.5	968.5	0.7	0.8	1.0	1.2	1.5	1.7
Flomverdier (m <sup>3</sup> /s)	0.3	547	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.9
95% intervall nedre grense (m <sup>3</sup> /s)	0.2	309	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4
Flommer med klimapåslag (m <sup>3</sup> /s)	0.4	766.0	0.4	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2

Beregningene er automatisk generert og kan inneholde feil. Det er generelt stor usikkerhet i denne typen beregninger. Resultatene må verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner. Resultatene er ikke gyldig som grunnlag til flomberegninger for klassifiserte dammer.

Opplysninger en får i NEVINA som vil ha betydning for avrenning og dimensjonering:

Areal nedbørfelt (km<sup>2</sup>)

Avrenning (mm/år)

Min høyde (m)

Maks høyde m

Sjø (%)

Skog (%)

Dyrket mark (%)

Myr (%)

Snaufjell (%)

Urban (%)

Effektiv sjø (%)

Årsnedbør (mm)

Feltlengde (km)

Delta Hmax (m)

Når en har funnet dimensjonerende vannføring, kan en regne ut fallet på ledningen, og bruke nomogrammer for å finne dimensjonen. Det er mest vanlig med dobbeltvegget plastrør i dag. Her er et eksempel på nomogram, fra Icopal.



# Avrenningskapasiteter

Prod  
Data  
Janu

Icopal DV-rør med sin glatte innervegg, har en fremragende vannføringsevne sammenlignet med andre tradisjonelle rørmaterialer. Som eksempel kan vi nevne at et Icopal DV-rør i dim. 300 mm ved 10‰ fall, har en kapasitet på 125 l/sek., et betongrør og et stålrør (korrugert innvendig) i samme dimensjon har en vannføringsevne på henholdsvis 96 l/sek. og

60 l/sek. med andre ord 23% og 52% lavere enn for Icopal DV-rør.

Dette er også en viktig faktor å ta hensyn til ved valg av anleggør.

Vannføring l/sek., ved gitt fall og innvendig diameter:

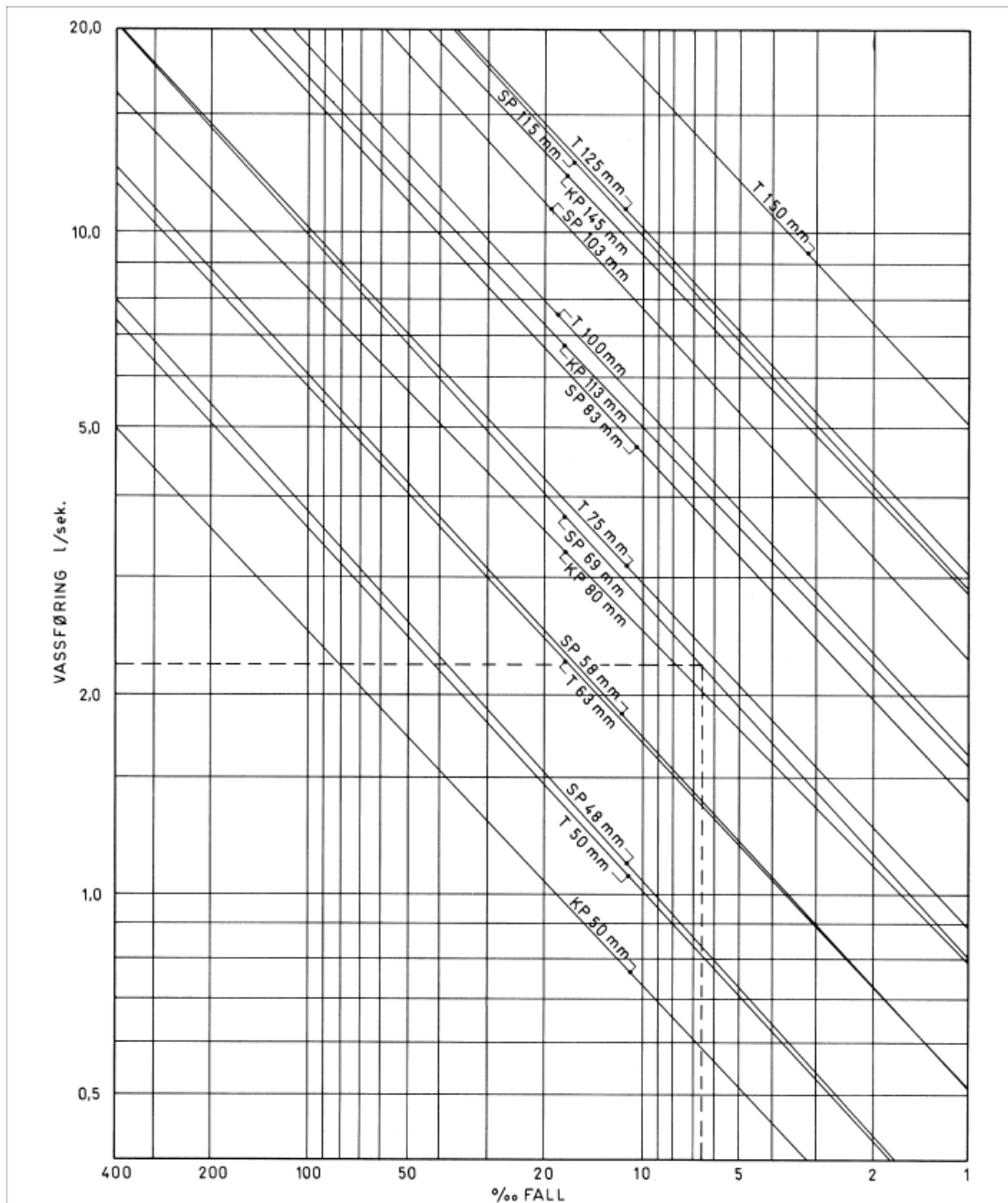
Q = vannmengde l/s

v = hastighet m/s

k = ruhet 0,2 mm - temp. + 10° C

Diam. innv.	100	150	200	250	300	400	500	600
Fall 0/00	Q v	Q v	Q v	Q v	Q v	Q v	Q v	Q v
200	31.8 - 4.05	92.6 - 5.24	197.3 - 6.28	354.3 - 7.22	571.3 - 8.03			
125	25.1 - 3.19	73.0 - 4.13	155.6 - 4.95	279.6 - 5.70	451.0 - 6.38	958.0 - 7.62		
100	22.4 - 2.85	65.2 - 3.69	139.0 - 4.43	249.9 - 5.09	403.0 - 5.70	855.0 - 6.81	1534.1 - 7.81	
80	20.0 - 2.54	58.3 - 3.30	124.2 - 3.95	223.2 - 4.55	360.1 - 5.09	765.0 - 6.09	1371.2 - 6.98	2207.6 - 7.81
62.5	17.6 - 2.24	51.4 - 2.91	109.6 - 3.49	197.1 - 4.01	318.0 - 4.50	675.5 - 5.38	1211.0 - 6.17	1950.0 - 6.90
50	15.7 - 2.00	45.9 - 2.60	97.9 - 3.12	176.0 - 3.59	284.0 - 4.02	603.5 - 4.80	1032.2 - 5.51	1742.6 - 6.16
40	14.0 - 1.79	41.0 - 2.32	67.4 - 2.78	157.2 - 3.20	253.7 - 3.59	539.3 - 4.29	967.0 - 4.92	1557.3 - 5.51
33.3	17.8 - 1.63	37.3 - 2.11	79.7 - 2.54	143.3 - 2.92	231.2 - 3.27	491.6 - 3.91	831.5 - 4.49	1419.8 - 5.02
25	11.0 - 1.40	32.2 - 1.82	68.9 - 2.19	123.9 - 2.52	200.0 - 2.83	425.2 - 3.38	762.6 - 3.88	1228.5 - 4.34
20	9.8 - 1.25	28.8 - 1.63	61.4 - 1.96	110.6 - 2.25	178.5 - 2.53	379.7 - 3.02	681.2 - 3.47	1097.5 - 3.88
16.7	8.9 - 1.14	26.2 - 1.48	56.0 - 1.78	100.9 - 2.05	162.9 - 2.30	346.5 - 2.76	621.8 - 3.17	1001.8 - 3.54
14.3	8.3 - 1.05	24.2 - 1.37	51.8 - 1.65	93.2 - 1.90	150.5 - 2.13	320.3 - 2.55	574.7 - 2.93	926.1 - 3.28
12.5	7.7 - 0.98	22.6 - 1.28	48.3 - 1.54	87.0 - 1.77	140.5 - 1.99	299.1 - 2.38	536.8 - 2.73	865.1 - 3.06
11.1	7.3 - 0.92	21.6 - 1.20	45.5 - 1.45	81.9 - 1.67	132.3 - 1.87	281.6 - 2.24	505.4 - 2.57	814.5 - 2.88
10.0	6.9 - 0.87	20.1 - 1.14	43.1 - 1.37	77.6 - 1.58	125.4 - 1.77	267.0 - 2.12	479.3 - 2.44	772.5 - 2.73
8.0	6.1 - 0.78	18.0 - 1.02	38.4 - 1.22	69.2 - 1.41	111.9 - 1.58	238.3 - 1.90	427.8 - 2.18	689.7 - 2.44
6.7	5.6 - 0.71	16.4 - 0.93	35.0 - 1.12	63.2 - 1.29	102.1 - 1.44	217.6 - 1.73	390.8 - 1.99	630.2 - 2.23
5.7	5.1 - 0.65	15.0 - 0.85	32.2 - 1.03	58.1 - 1.18	94.0 - 1.33	200.3 - 1.59	359.9 - 1.83	580.3 - 2.05
5.0	4.8 - 0.61	14.0 - 0.79	30.1 - 0.96	54.3 - 1.11	87.9 - 1.24	187.3 - 1.49	336.6 - 1.71	542.8 - 1.92
4.0	4.2 - 0.54	12.5 - 0.71	26.8 - 0.85	48.4 - 0.99	78.3 - 1.11	167.0 - 1.33	300.2 - 1.53	484.3 - 1.71

Tabell 4. Nomogram for beregning av rørdimensjon, Icopal DV-rør



Figur 2.18 Nomogram for dimensjonering av drenerør. Utarbeidet på grunnlag av kapasitetsmålinger ved Norges landbruks-høgskole. T = teglrør, SP = slette plastrør, KP = korrugerte plastrør (utsnitt av typetegning TG/N0a).

Figur 5. Nomogram for beregning av kapasitet for forskjellige eldre rørtyper. Denne figuren er hentet fra landbruksdepartementets typetegninger, laget på 80-tallet



Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.