



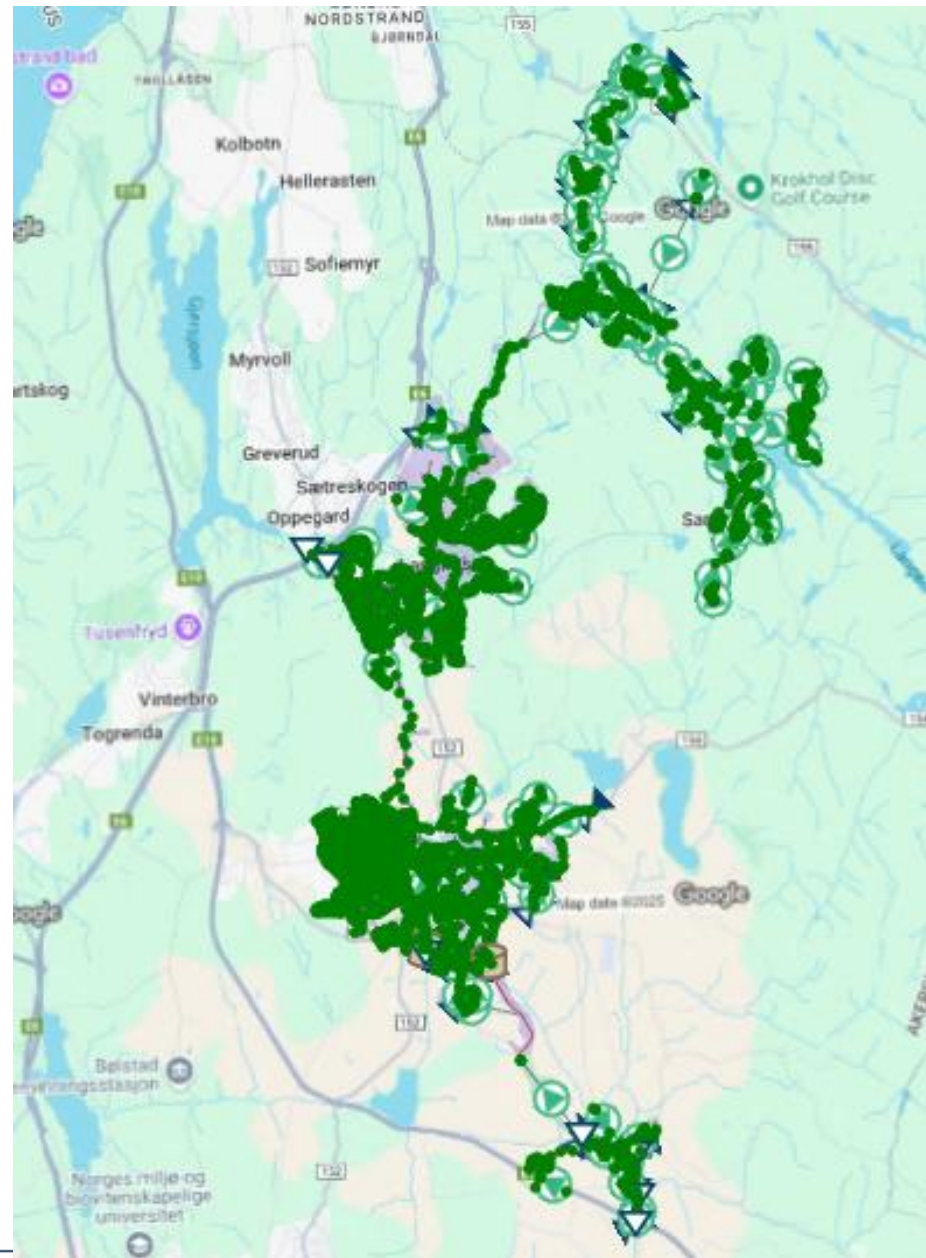
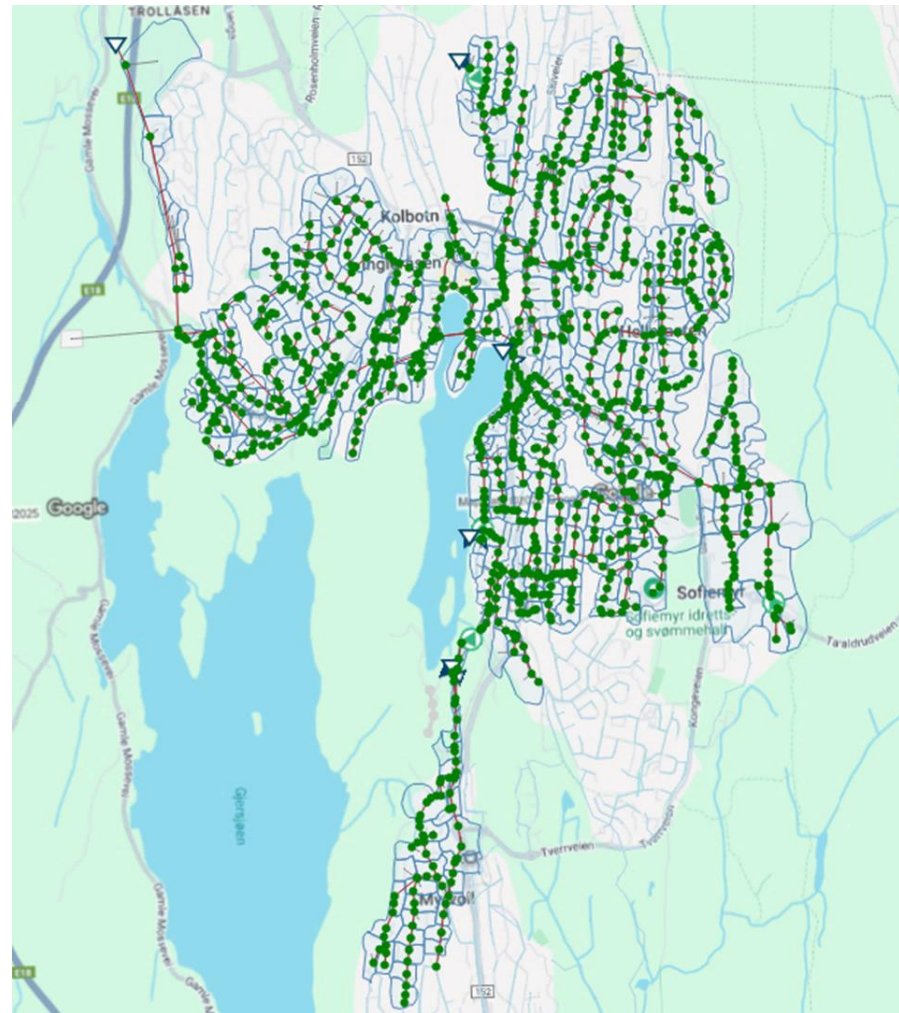
Nordre Follo
kommune

Nordre Follo kommunes søknad om utslippstillatelse for avløpsnettet:

Forurensningsregnskap og virkningsgrad

Randi Aamodt, rådgiver Vann og Avløp

Nordre Follo's spillvannsnett: Nesten 100 % separatsystem



Konsulentoppdrag 2025 – to deloppgaver:

Oppgave 1 Forurensningsregnskap:

- Hvor mye av følgende næringsstoffer kommer ut i bekkene i åtte målepunkter i tørrvær og i regnvær: Total nitrogen, total fosfor, ortofosfat/totalt reaktivt fosfor, ammonium og nitrat?
- Hvor mye kommer fra spillvann i forhold til naturlig bakgrunn og avrenning fra overflater av disse fem stoffene?

Det er ikke landbruk av betydning i nedbørfeltene



Nordre Follo
kommune



Nordre Follo
kommune

Utførende

Nordre Follo, virksomhet Vann og avløp:

Grethe Arnestad, Kristine Nerbråten, Hilde Bergheim Naustdal og
Randi Aamodt

Multiconsult AS:

Alexander Engebretsen, Sunniva Ygre, Maja Kirkhus, William Stott,
Britt Rasten

Norsk Regnesentral: Ola Haug, Ingrid Dæhlen, Magne Aldrin



Hvordan beregne dette?

IKKE med MIKE-modell av spillvannsnettet.

Hvorfor ikke?

Fordi utlekking, redusert tverrsnitt og forbindelser mellom spillvann og overvann (utette ledninger, felleskummer) ikke er lagt inn i modellen.

Vi har i stedet bare brukt data fra bekkene.

Kjemi: Laboratorieanalyserte vannprøver (Eurofins) tatt ca. 10 ganger pr. år i fem år, 2020-2024.

Vannføring: Målt hele tiden i to stasjoner (NVE), seks simulert med godt kalibrerte overvannsnettmodeller i MIKE+.



Nordre Follo
kommune

Følgende problemstilling kom opp våren 2025:

Hvor mye kommer fra *overflatene* under regnvær og smelting?

For det kommer *samtidig* som overløp og utspyling av akkumulert kloakk fra spillvannssystemet (dårlig selvrensing) og overvannssystemet (feilkoblinger).

Teotil-data kan ikke brukes her. Verdiene fra tettbygde strøk i Teotil er stort høyere enn det vi målte i våre bekker.

Spillvannsutslipp er *inkludert* i Teotil fra bebygde strøk



Innovasjonsprosjekt med bl.a. SINTEF: *Clean Urban Water*

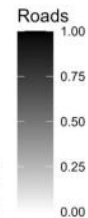
Metodikk for å beregne stoffmengder fra overflater:

Case Skredderstubekken nedbørfelt (ett av de åtte i Forurensningsregnskapet)

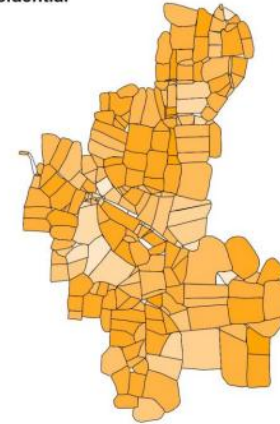


AR5 Skog Lav Impediment Epen fastmark Ferskvann

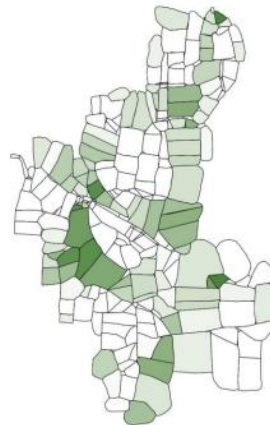
Roads



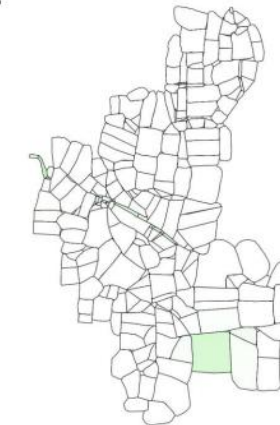
Residential



Forest



Grass



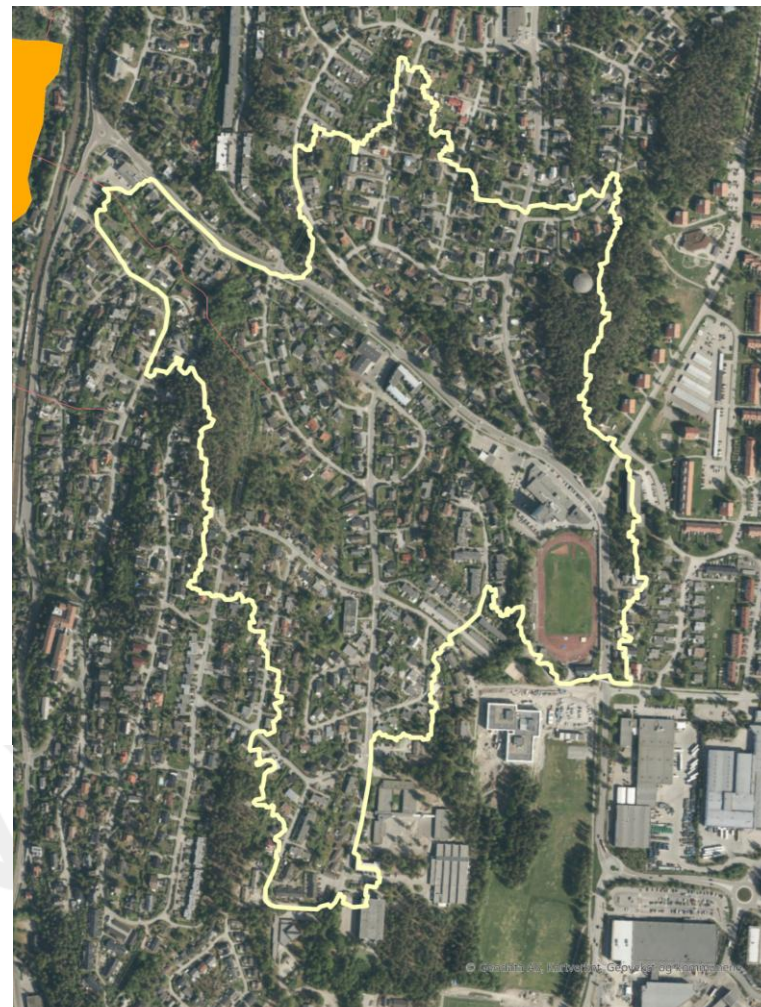
Nordre Follo
kommune

Multiconsult, Norsk Regnesentral og Nordre Follo kommune

Forenklet SINTEF-metode:

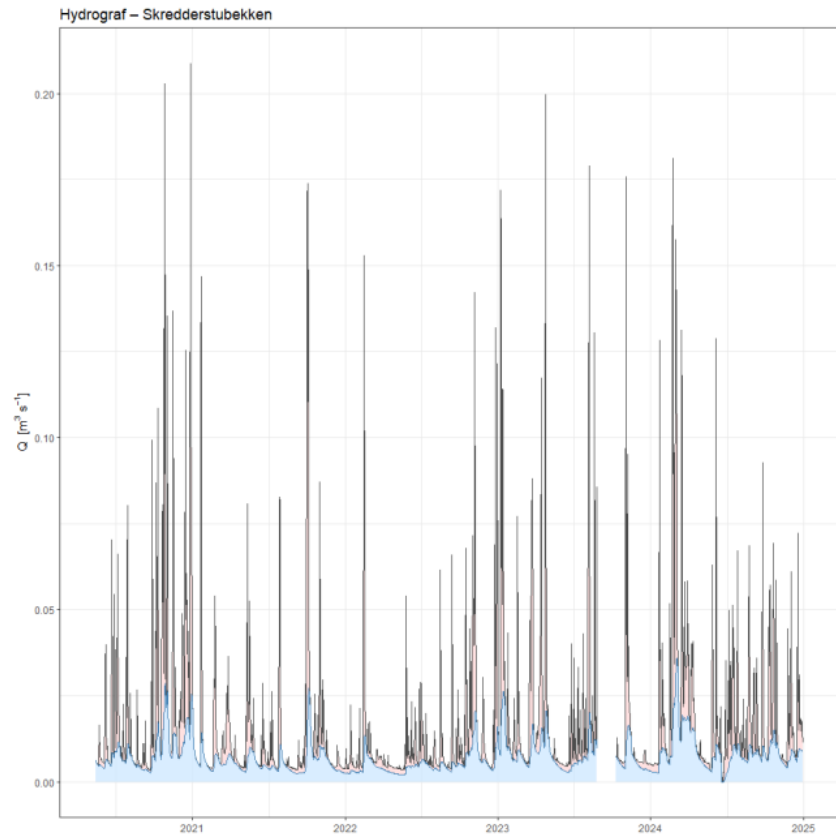
- Overflater delt inn i åtte typer med Scalgo.
- Bare kjemidata i endepunktet ble benyttet.
- **Event mean concentrations (EMC)** og ikke faktorer for akkumulering og utspyling.
- Data for bakgrunn: En blanding av litteraturdata og egne data i ikke-forurensede punkter (minst 100 av dem)
- EMC-konsentrasjoner fra litteratur og internasjonale databaser.
- Bruker bare vannføring til å beregne totalmengder og normalisere mengdene mot den – metoden er helt **nedbørbasert**.

		m2	%
Arealdekke		483 148	
Tette flater		241 651	50.02
	Andre tette flater (plasser/industri)	131 428	27.2
	Asfalterte veier	43 964	9.1
	Bygninger (tak)	66 259	13.71
Naturlig		241 310	49.95
	Bare land	6105	1.26
	Lav vegetasjon (gress/park)	72 748	15.06
	Tett vegetasjon (skog)	162 064	33.54
	Fjell	393	0.08
Vannflater		187	0.04



Nordre Follo
kommune

Figur 2 viser vannføringen i Skredderstubekken fra 13. mai 2020 til og med 2024. Vannføringen er splittet opp i tørrværsvannføring (baseflow), avrenningsepisoder (Storm-Q) og total vannføring i henhold til metoden i kapittel 3.2.



Figur 2. Hydrograf som er delt opp i andelen baseflow (blå flate), storm-Q (rød flate) og total vannføring (grå)

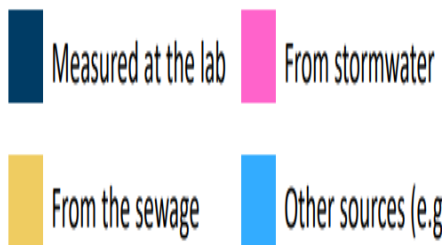
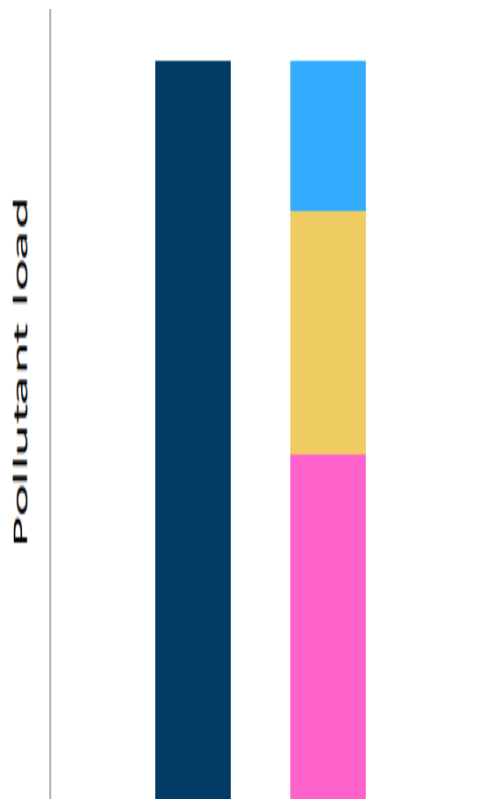
Nedbørbasert beregningsmetode

Tabell 5 viser totale tilførsler over hele analyseperioden (sum av alle år) for Skredderstubekken. «Mengde i tørrvær» og «Mengde ved nedbør» er fordelt i bakgrunnsbidrag (baseflow) og overflatebidrag ved hendelser (EMC). Resten av observert totalmengde fordeles som «Spillvann i tørrvær» og «Spillvann ved nedbør» proporsjonalt etter vannvolum.

Parameter	Total mengde [kg]	Mengde i tørrvær [kg]	Mengde ved nedbør [kg]	Bakgrunn i tørrvær [kg]	Bakgrunn ved nedbør [kg]	Overflate (EMC) ved nedbør [kg]	Spillvann i tørrvær [kg]	Spillvann ved nedbør [kg]
NH4-N	196	7	189	3	18	109	4	62
NO3-N	3906	210	3696	31	176	700	179	2821
PO4-P	94	3	91	1	4	45	3	42
TN	5468	286	5181	62	351	1267	224	3564
TP	170	3	167	2	11	134	1	23



Resultat Skredderstubekken



Naturlig bakgrunn
Overflater
Spillvann



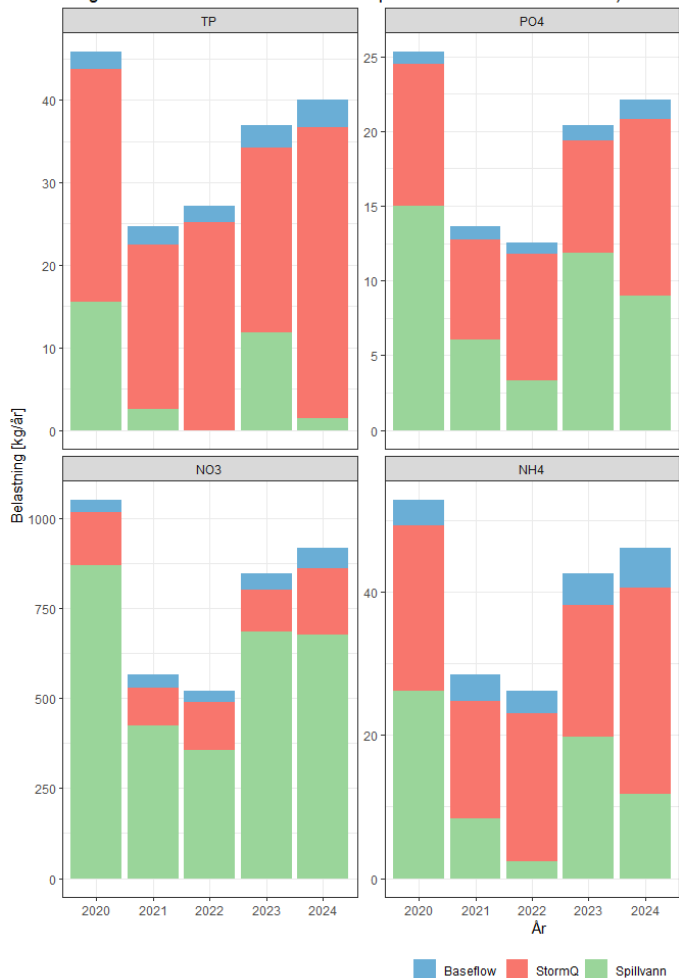
Nordre Follo
kommune

Viktige feilkilder

1. EMC har med first flush, men vannprøver i bekkene har *ikke* med first flush, fordi vi så godt som aldri treffer den ved prøvetaking.
2. Vannføring i bekken ved tørrvær er *betydelig større* enn det som nedbør gir, på grunn av utlekking av både drikkevann og spillvann.
3. Vannføring ved mye nedbør er *mindre* i bekkene enn det som nedbøren gir, på grunn av at betydelige mengder overflatevann går til spillvannsnettet. 25-50 %.
4. **Altså: Det er ikke noe 1-1-forhold mellom nedbør og vannføring.**
5. **MC sin metode er helt *nedbørbasert*, og summene er for hvert år normalisert mot mengdene beregnet ved konsentrasjoner og vannføring.**



Årlige tilførsler – Baseflow / StormQ / Spillvann - Skredderstubekken)



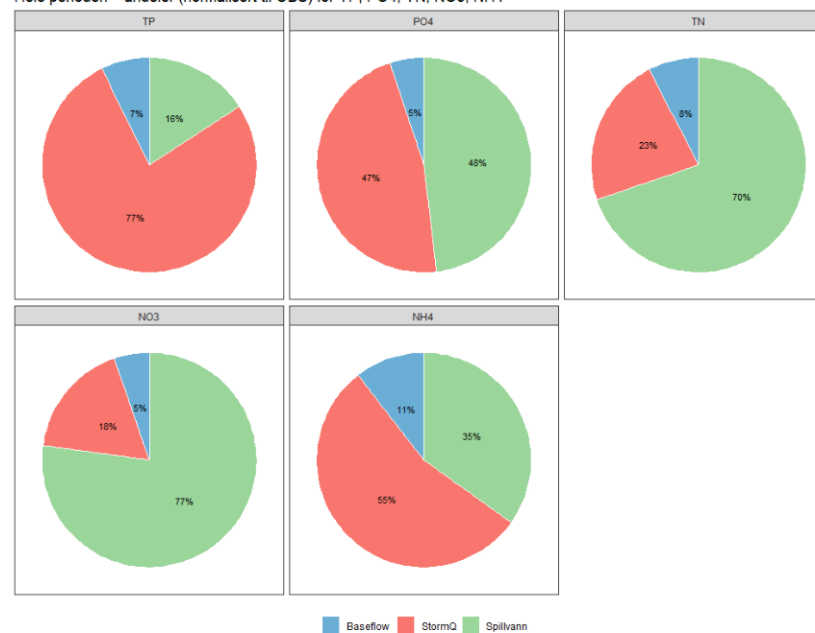
Skredderstubekken – MC-metode

Naturlig bakgrunn

Overflater

Spillvann

Hele perioden – andeler (normalisert til OBS) for TP, PO4, TN, NO3, NH4

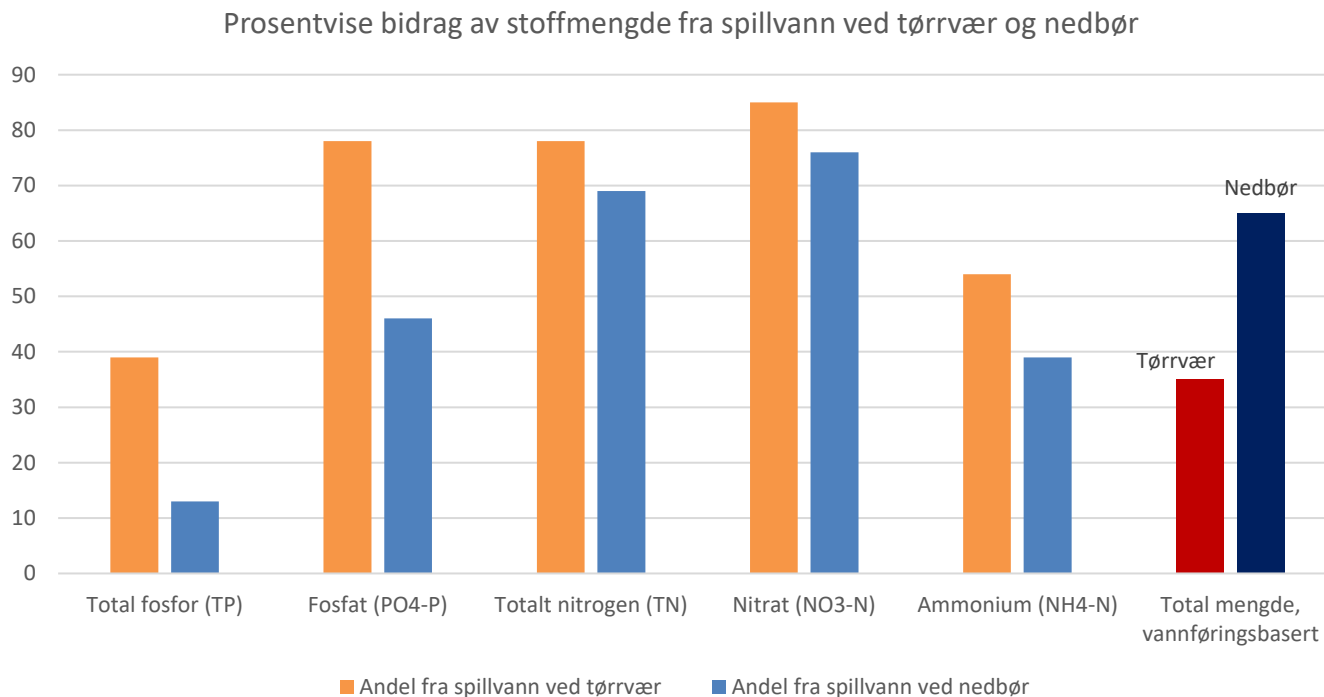


2021 og 2022 var tørre år



Nordre Follo
kommune

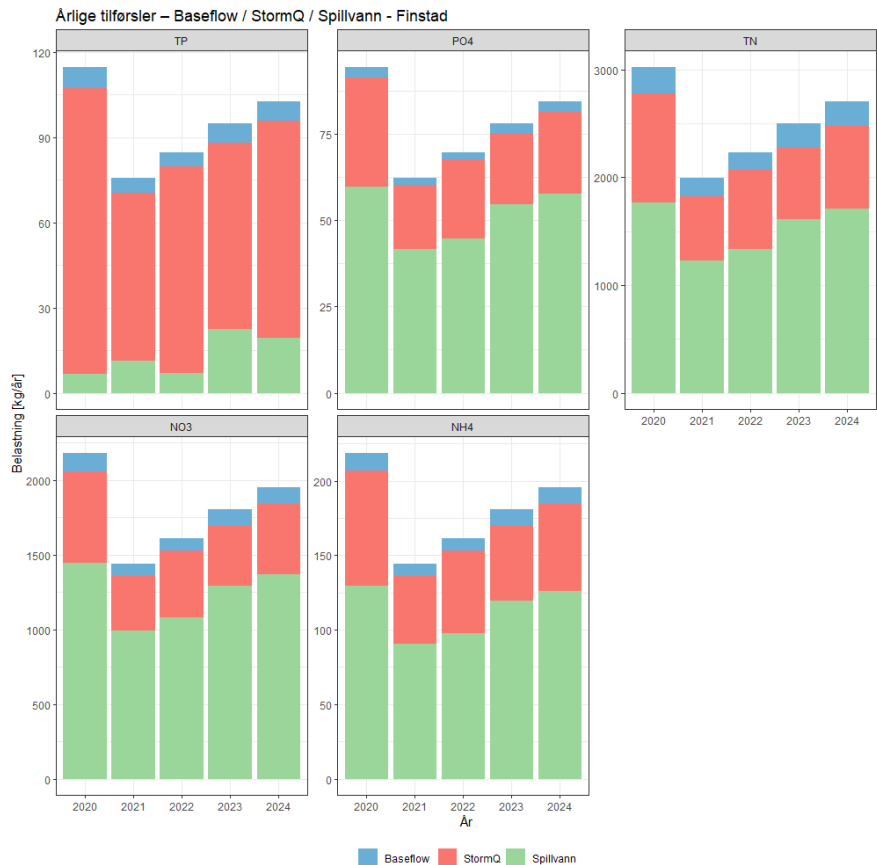
Metoden er for unøyaktig til å beregne mengder fra spillvann ved henholdsvis tørrvær og nedbør.
Under er en litt *indirekte* indikasjon, ved også å sammenligne med vannføringsbaserte totalmengder



Tettsted/nedbørfelt	Antall bosatte personer	Prosentandel total fosfor fra spillvannsutslipp i forhold til mengde produsert av abonnentene.	Prosentandel total nitrogen fra spillvannsutslipp i forhold til mengde produsert av abonnentene
Skredderstubekken	4080	0,4	5



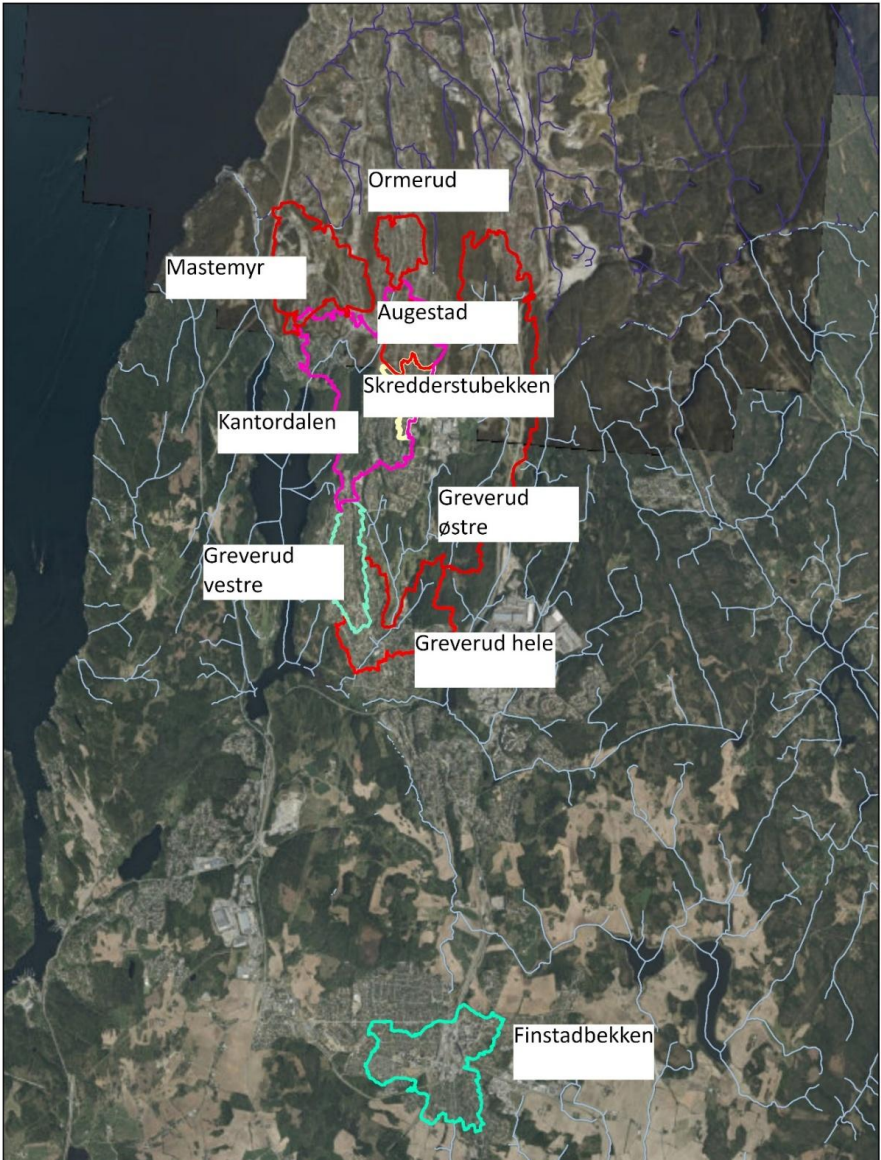
Finstadbekken i Ski sentrum



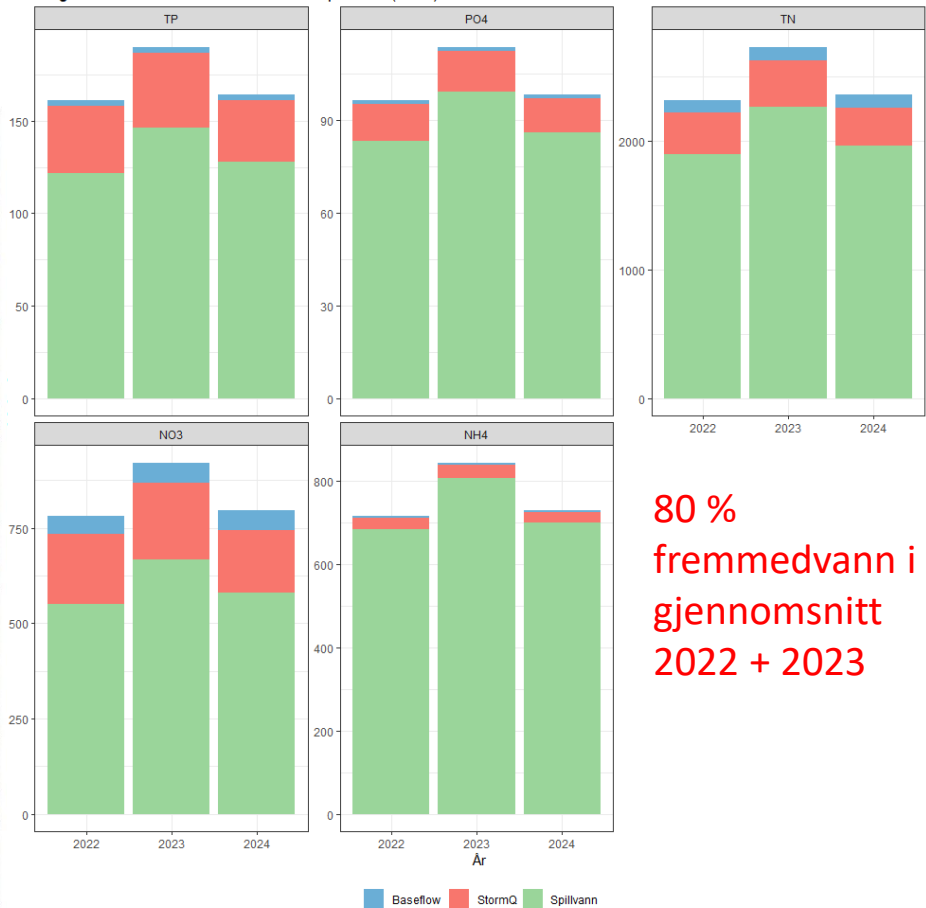
Tettsted/nedbørfelt	Antall bosatte personer	Prosentandel total fosfor fra spillvannsutslipp i forhold til mengde produsert av abonnentene.	Prosentandel total nitrogen fra spillvannsutslipp i forhold til mengde produsert av abonnentene
Finstadbekken	6975	1	5

Figur 7. Finstadbekkens nedbørsfelt

Ormerud – et spesielt nedbørfelt



Årlige tilførsler – Baseflow / StormQ / Spillvann (PR11)



80 %
fremmedvann i
gjennomsnitt
2022 + 2023

Tettsted/nedbørfelt	Antall bosatte personer	Prosentandel total fosfor fra spillvannsutslipp i forhold til mengde produsert av abonnentene.	Prosentandel total nitrogen fra spillvannsutslipp i forhold til mengde produsert av abonnentene
Ormerud 3 år	1669	14	32





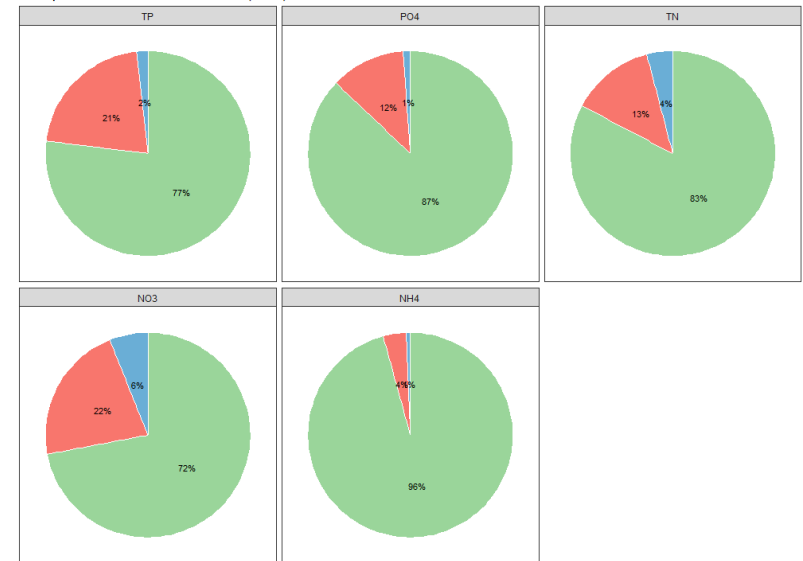
TV-inspeksjon: Praktisk talt tett OV-ledning pga. maskinkult. Gammelt.

Skader, sprekker, svanker på SP- og OV-ledninger

Det lekker inn og ut, og det må ha gått spillvann i overløp hver gang det regner i årevis.

Da er total fosfor mye mer lik nitrogen.

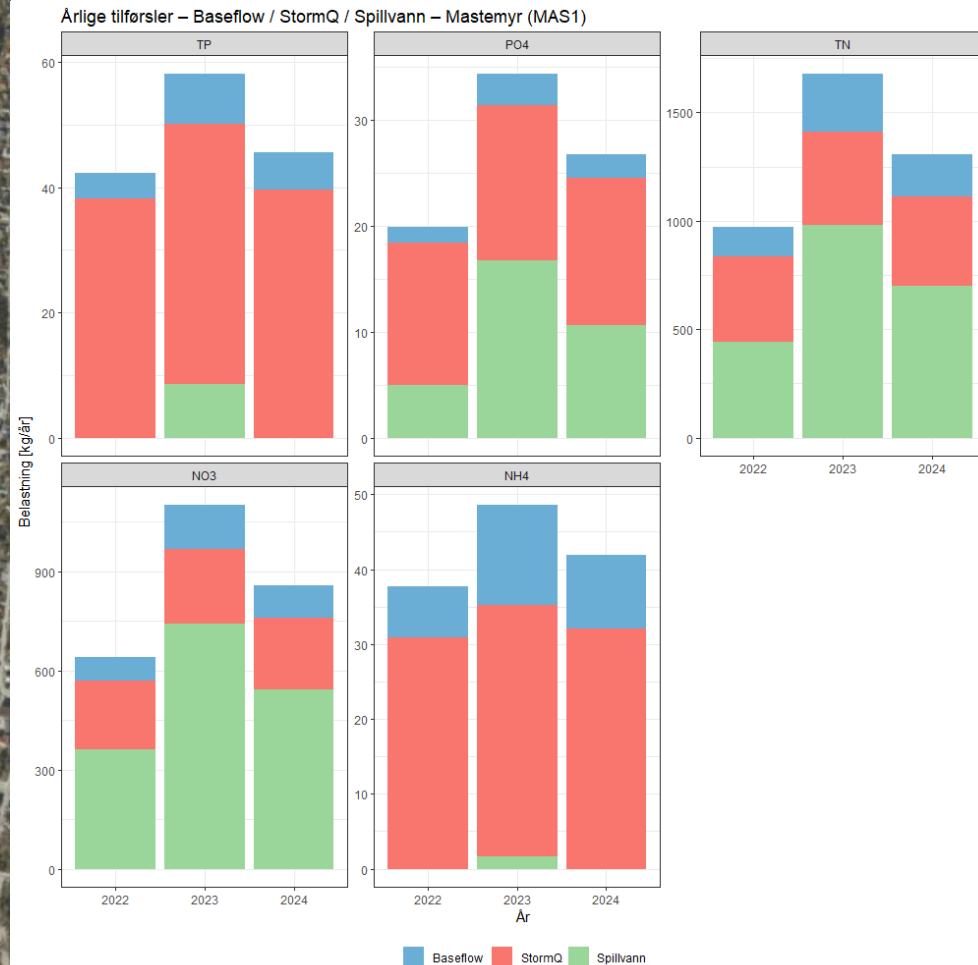
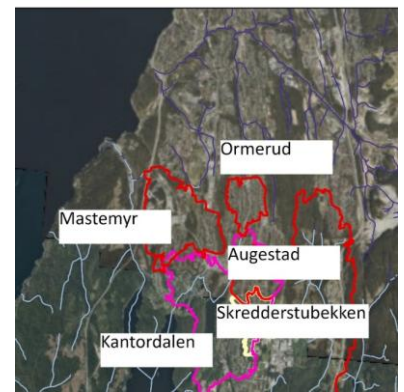
Hele perioden – normalisert til OBS (PRI1)



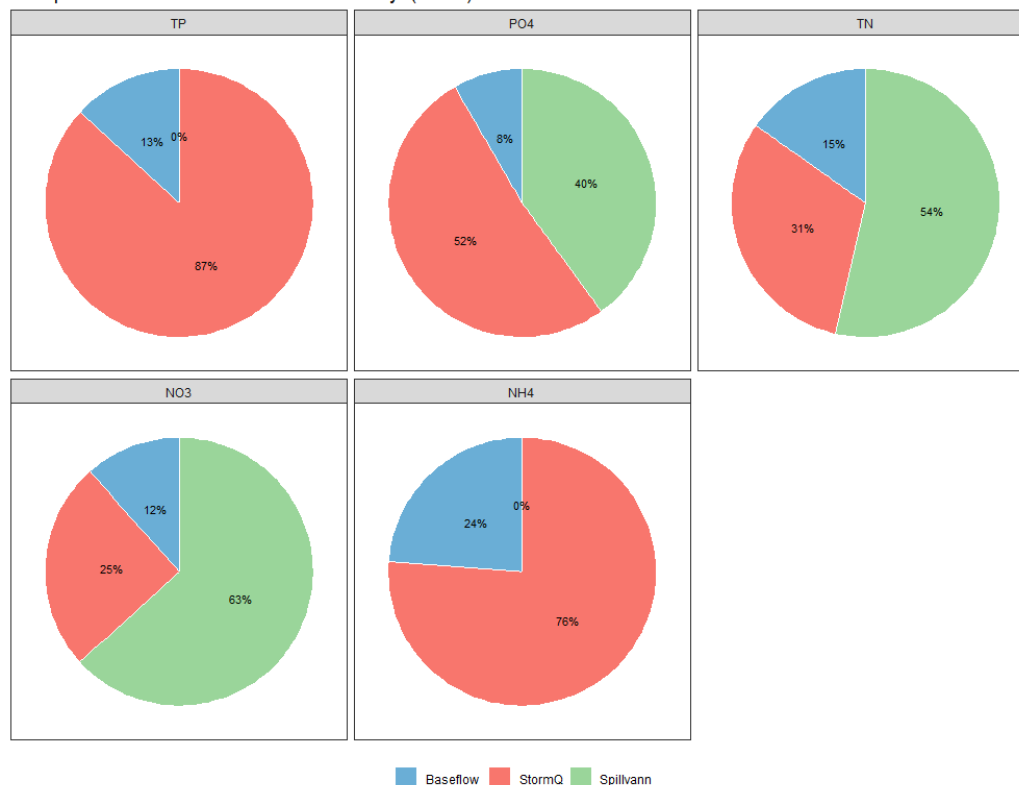
Baseflow StormQ Spillvann



Mastemyr – et nedbørfelt med mye innlekk, lite utlekk og lite overløp



Hele perioden – normalisert til OBS – Mastemyr (MAS1)



60 % fremmedvann i gjennomsnitt 2022 + 2023

Veldig mye infiltrasjon, lite i overløp

Grunnvann trykker mot ledningene, det lekker mye inn og lite ut.

I bekkene, utslipp av:

Fersk kloakk: Mye total P og mye NH4 fra spillvann.

Gammel kloakk: Lite total P og lite NH4 fra spillvann, mye total N og NO3

Tettsted/nedbørfelt	Antall bosatte personer	Prosentandel total fosfor fra spillvannsutslipp i forhold til mengde produsert av abonnentene.	Prosentandel total nitrogen fra spillvannsutslipp i forhold til mengde produsert av abonnentene
Mastemyr 3 år	2320	0,7	6,7



Nordre Follo
kommune

Hvor mye lekker *ut*, og hvor blir det av det?

Hvor mye havner i **bekkene**?

Det regnet vi ut i *Forurensningsregnskapet*.

Hvor mye kommer fram til **renseanleggene**?

Da har vi målt og beregnet *Virkningsgraden*.



Nordre Follo
kommune

Bekkene: Det lekker ut fem ganger mer nitrogen enn fosfor

Tettsted/ nedbørfelt	Antall bosatte personer	Prosentandel total fosfor fra spillvannsutslipp i forhold til mengde produsert av abonnentene.	Prosentandel total nitrogen fra spillvannsutslipp i forhold til mengde produsert av abonnentene
Ormerud 3 år	1669	14*	32*
Mastemyr 3 år	2320	0,7	6,7
Augestad	4200	0,7	3,6
Skredderstu- bekken	4080	0,4	5
Kantordalen	14500	0,8	2,7
Greverudbekken vest	4443	0,05	2,4
Greverudbekken øst	4423	2,4**	28**
Finstadbekken	6975	1	5

*Tett overvannsledning i hovedløp, overløp hver gang det regner

** Ikke funnet årsaken ennå, sannsynligvis noe av det samme



Nordre Follo
kommune

Renseanleggene: Virkningsgrad for nitrogen og fosfor målt ved Nordre Follo renseanlegg 2020 - 2024

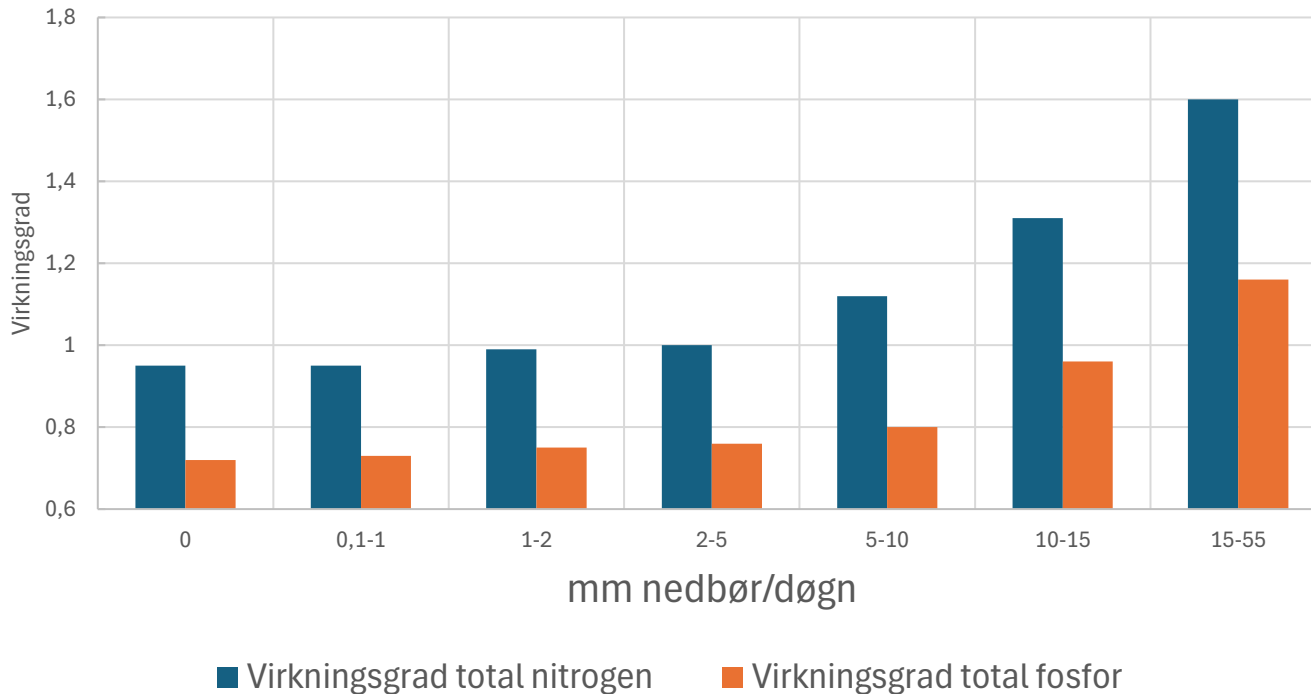
Døgnblandprøver hvert døgn. Vannføring målt ved tre steder. Nedbør fra MET.

Skoleferien 20. juni – 20. august tatt ut av datasettet.

**N: 100 %
virkningsgrad**
**P: 75 %
virkningsgrad**

Det kommer
mye mer
nitrogen
enn fosfor
fram til
anlegget.
Stort
tilskudd når
det regner.

Virkningsgrad for fosfor og nitrogen ved Nordre Follo renseanlegg 2020-2024, avhengig av nedbør



Nordre Follo
kommune

Vannføring målt på spillvannsnettet - metodikk



Alltid i tørrvær.

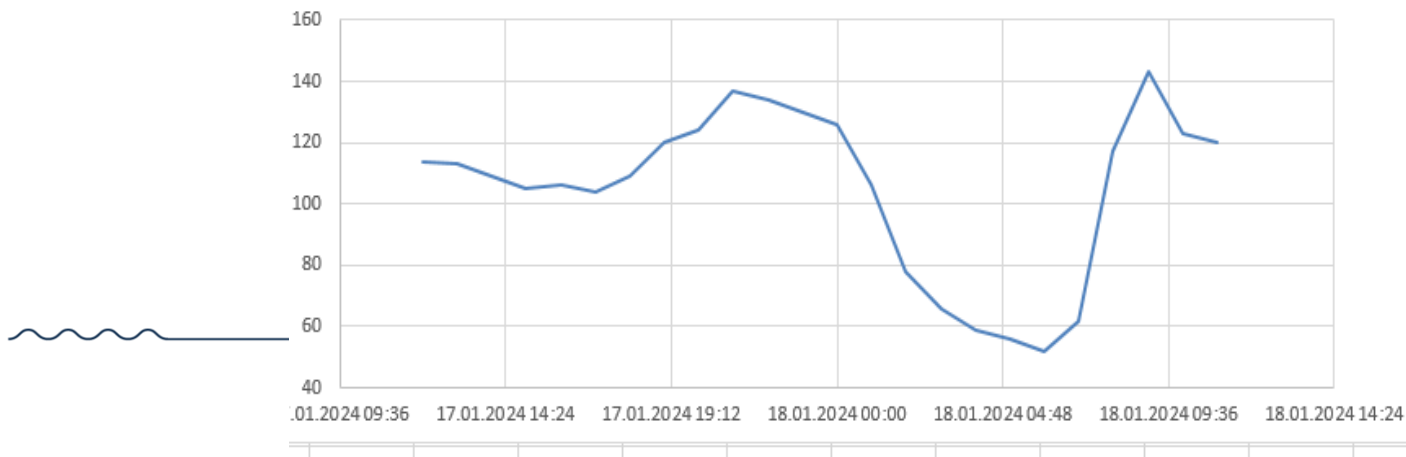
Vannføring enten målt samtidig, eller målt på en annen, sammenlignbar tørrværsdag.

Automatisk prøvetaker, suger opp hvert 10 min, samles i 24 flasker. Sendes til analyse. Beregnes ved pendlerkorrigert pe.

Analyseres for:

- Total fosfor
- Fosfat
- Total nitrogen
- Ammonium
- Nitrat
- BOF
- KOF

vannføring m3



Nordre Follo
kommune

Virkningsgrad målt ute på spillvannsnettet

Tettsted	Personer bosatt (korrigert for pendling)	Målested	Virkningsgrad prosent				
			Total fosfor	total nitrogen	BOF	KOF	Spillvannsmengde i tørrvær
NFRA 2020-2024	(50250)	Renseanlegget	67	88	52	88	>100
Skotbu	502 (362)	Skotbu renseanlegg	190	269	128	293	>100
Siggerud	2875 (2472)	Bjørnemyra PST	65	90	65	60	80
Ellingsrud *	3210 (2985)	Ellingsrud PST	63	52	35	42	>100
Finstad	6975 (6487)	Finstad PST	66	90	70	70	>100



Oppsummering virkningsgrad

Sted	Fosfor	Nitrogen	BOF	KOF
Renseanlegg*	67*	88*	52*	88*
Pumpestasjoner og målepunkter for vannføring	67	102	59	68
Kolbotn-området, målt med sensorer og automatisk prøvetaker x 4 døgn, 7 uker i 2024	36	48	33	50
Noen ekstremt lave punkter/kummer	14 5	24 8	9 3	9 3

* Sommerferien ikke trukket fra

Virkningsgraden for nitrogen er vesentlig høyere enn for fosfor

Virkningsgraden for BOF er vesentlig lavere enn KOF, og noe lavere enn for fosfor



Nordre Follo
kommune

VEAS renseanlegg 1995 og 2024

Conf. of Ecological Technology and Management, 1999, Kalmar, Sweden.

1

The Importance of Pollutational Loads during Wet Weather

Oddvar Georg Lindholm and Lars Aaby

Table 2. Specific production pr. person in some EU-countries and Norway (N)
(Neergaard Jacobsen, B.1995) (g P/pers and day)

	DK	F	D	GR	I	L	UK	A	N
Tot. P	-	3-4	2,5	2-2,5	2-3	2,5	-	2	1,6
BOD ₅	60	50-70	60	50-60	54-60	60	60	60	40

Table 3. Inflow of phosphorus to some major Norwegian wastewater treatment plants **VEAS 2024**

City	Connected persons	Gram P / day and person
Oslo West, Bærum, Asker	380 000	2,21
Moss - Kambo	15 450	2,00
Grimstad	11 800	1,71
Arendal	28 000	1,70
Fredrikstad	71 090	1,64
Drammen - Musøya	18 040	1,59
Sandefjord	22 948	1,54
Hamar	65 000	1,52
Sarpsborg	30 471	1,32
Moss - Fuglevik	17 231	1,18
Tønsberg	52 000	1,17
Oslo - East	260 000	1,13
Kristiansand - Korsvikfjorden	14 730	1,13
Kristiansand - Bredalsholmen	28 650	1,11
Stavanger	166 400	1,04
Kristiansand - Odderøya	42 950	1,03
Skien	36 500	0,96
Drammen - Solumstrand	52 150	0,61
Average		1,37

Tilknyttede ca 835.000 personer

Gram P/p x dag = 1,35

Gram N/p x dag = 9,8

Virkningsgrad P = 0,7

Virkningsgrad N = 0,82

Har det skjedd noe med nettet siden 1995?



Nordre Follo
kommune

Hva slags krav skal utslippstillatelsen stille?

- Til fremmedvann?
- Til overløp?
- Til lekkasjetap *fra* spillvannsnettet til grunnen?
- Til utslipp fra spillvannsnettet *til* bekkene?
- Til virkningsgrad?
- Til driftsovervåking?

Og med hensyn til hvilke parametere?

- Vannmengde?
- Stoffmengde fosfor?
- Stoffmengde nitrogen?

