



Urbanstasjonsrapport

Gjennomgang av urbanstasjonsnettet og historiske data

RAPPORT NR 5 / 2026

SKREVET AV

Lothar Dören, Bjørg Lirhus Ree, Anja Iselin Pedersen og Astrid Vatne

Urbanstasjonsrapport

Gjennomgang av urbanstasjonsnettet og historiske data

RAPPORT NR 5 / 2026

Utgitt av: Hydrologisk avdeling
Prosjektleder: Lothar Dören
Redaktør: Lothar Dören
Forfattere: Lothar Dören, Bjørg Lirhus Ree, Anja Iselin Pedersen og Astrid Vatne

Forsidefoto: Risvollan urbanstasjon, 2024. Foto: Lothar Dören/NVE

ISBN: 978-82-410-2530-3
ISSN: 2704-0305
Saksnummer: 202603471

Sammendrag: NVE har siden begynnelsen av 1970-tallet drevet et urbanhydrologisk stasjonsnett, med endringer i både antall stasjoner og målsetting over tid. Rapporten gir et historisk overblikk over stasjonene og deres utvikling, og beskriver særtrekk ved urbane nedbørsfelt samt utfordringer knyttet til fastsettelse av feltareal. Det legges særlig vekt på registrering av målevariabler, inkludert måleteknikk, usikkerhet og utfordringer med datakvalitet. Rapporten gir en kort oversikt over dagens stasjonsnett, mens appendiksene inneholder detaljert informasjon om hver enkelt stasjon, inkludert nedbørsfelt, historikk og meteorologiske og hydrauliske forhold. Hovedfokuset er vurdering av datakvaliteten for vannstands- og nedbørsmålinger. Avslutningsvis presenteres anbefalinger for videre arbeid, blant annet forbedring av måletekniske forhold og bedre integrering av måledata i modellarbeidet.

Emneord: Urbanhydrologi, Urbanhydrometri, Urbanstasjoner, Kunstige profiler, Vannføring, Nedbørsmåling, Snøsmeltebrett

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthuns gate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0310 Oslo

Telefon: 22 95 95 95
E-post: nve@nve.no
Internett: www.nve.no

Innholdet kan brukes videre mot kreditering.

Februar, 2026

Innhold

Forord	4
Sammendrag	5
1 Innledning	6
2 Historisk tilbakeblikk	7
2.1 Program for rensing av avløpsvann: Urbaniseringens innvirkning på avrenningsforhold i små nedbørsfelt	7
2.2 Den urbanhydrologiske seksjonen i NVE	8
2.3 Program: Urbanhydrologisk FoU i Norge (1983–1987)	8
2.4 FoU-prosjekt: Vann i by og tettsteder	8
2.5 Overvannsprosjektet (2019–2023) og arbeidet etter	9
3 Nedbørsfelt	9
3.1 Areal	9
3.2 Overvannsnett	10
4 Innsamlede variabler og instrumentering	12
4.1 Vannstand og vannføring	12
4.2 Nedbør	16
4.3 Smeltevann og nedbør	17
4.4 Støttevariabler	19
5 Urbanstasjonsnettet i dag	21
6 Driftserfaringer og videre arbeid	22
6.1 Verifisering av vannføringskurver	22
6.2 Kontroll av måletekniske forhold	22
6.3 Kontroll av den faktiske størrelsen på nedbørsfelt	22
6.4 Utvalg av spesielt egnede stasjoner for instrumentering med flere parametre	23
7 Litteraturliste	24
8 Appendiks	26
8.1 Rustadskogen 5.17	27
8.2 Vestli 6.12	40
8.3 Sømskleiva 21.49	54
8.4 Lye 2, 28.11	67
8.5 Aspervik 29.4	77
8.6 Sandsli 56.1	90
8.7 Kariholta 110.1	103
8.8 Risvollan 123.38	113
8.9 Skivika 165.11	126

Forord

De siste årene har flere styrtregnhendelser i urbane strøk ført til stor skade. Vi må regne med at et klima i endring vil føre til at slike hendelser opptrer oftere. Da blir det stadig viktigere å tilpasse de urbane overvannssystemene våre til disse utfordringene. Dette er bare mulig hvis vi har god kunnskap om systemene, hvordan de fungerer, og hvilke urbanhydrologiske prosesser som ligger til grunn.

Modeller gir oss innsikt og støtte i kartlegging, planlegging og beslutningstaking. Likevel er innsamling av måledata helt avgjørende. Uten pålitelige grunnlagsdata kan vi verken verifisere modellresultatene eller vurdere gyldigheten deres. Måledata gir oss et bedre grunnlag for å forstå prosessene i urbane nedbørsfelt og utvikle fremtidsrettede og bærekraftige løsninger.

Oslo, januar 2026

Hege Hisdal
direktør
Hydrologisk avdeling

Erlend Moe
seksjonssjef
Hydrometri, teknikk og feltdrift

Dokumentet sendes uten underskrift. Det er godkjent i henhold til interne rutiner.

Sammendrag

NVE har siden begynnelsen av 1970-tallet drevet sitt urbanhydrologiske stasjonsnett, med enkelte endringer både i antallet stasjoner og i målsetningen. I denne rapporten gir vi et historisk overblikk over de forskjellige urbanstasjonene og utviklingen over tid. Vi beskriver særtrekkene ved urbane nedbørsfelt og de utfordringene som er forbundet med å bestemme feltarealet. Vi legger særlig vekt på registrering av de ulike målevariablene, og vi beskriver både måletekniske sammenhenger, måleusikkerhet og utfordringer med å få måldata av god kvalitet.

Vi gir en kort oversikt over det nåværende stasjonsnettet i selve rapporten. I appendiksene ligger detaljert informasjon om de enkelte stasjonene. Der kan du lese om nedbørsfeltet, den historiske utviklingen og de meteorologiske og hydrauliske rammebetingelsene for hvert sted. Hovedvekten ligger på vurderinger av datakvaliteten for vannstands- og nedbørsmålingene siden stasjonene ble etablert.

Vi avslutter rapporten med anbefalinger for videre arbeid, inkludert forbedring av måletekniske forhold, utvikling av fullt instrumenterte felt og bedre integrering av måldata i modellarbeidet.

1 Innledning

NVE sitt hydrologiske stasjonsnett består av over 1000 stasjoner over hele Norge. Stasjonsnettet omfatter ulike typer stasjoner som avløpsstasjoner, snøstasjoner, klimastasjoner, markvann- og grunnvannsstasjoner og stasjoner som måler vanntemperatur. De fleste avløpsstasjonene er opprettet for å overvåke vannføringen fra større og mindre naturlige nedbørsfelt, men det finnes også ni avløpsstasjoner som er opprettet for å overvåke avrenningen i overvannsnettet fra urbane strøk.

Opprettelsen av urbanstasjonene startet allerede på 1970-tallet, for man så at avrenningen fra urbane felt oppførte seg annerledes og førte til andre utfordringer enn avrenning fra naturlige felt. I nyere tid har den økende graden av styrtregn og urbanisering igjen gjort urbanstasjonene aktuelle, men fokuset er nå i større grad på de sjeldne ekstremsituasjonene og bruk av data til validering av komplekse modeller. Til forskjell fra de naturlige avløpsstasjonene til NVE, der vi oftest legger vekt på mengden vann og om stasjonen kan hjelpe oss å si noe generelt om tilstanden i områdene rundt, er en urbanstasjon mer egnet til å se på sammenhengene mellom nedbør og avrenning i det spesifikke nedbørsfeltet stasjonen fanger opp.

I denne rapporten oppsummerer vi urbanstasjonenes historie, bruksområder, utfordringer og innsamlede variabler. I selve rapporten beskriver vi den historiske utviklingen av stasjonsnettet, og vi går gjennom utfordringer knyttet til bestemmelse av feltparametre. Videre beskriver vi de grunnleggende målemetodene som brukes ved urbanstasjonene, for å gi en bedre forståelse av målenøyaktigheten, nødvendige rammebetingelser og forventede utfordringer. Til slutt ser vi på det videre arbeidet ved de urbanhydrologiske målestasjonene.

I appendiksene i rapporten finner du en detaljert gjennomgang av hver enkel urbanhydrologisk målestasjon, inkludert informasjon om nedbørsfelt, måletekniske særtrekk og spesifikke utfordringer knyttet til drift og datainnsamling. I tillegg inneholder hvert appendiks en oppsummering med anbefalinger for videre drift og utvikling av stasjonen.

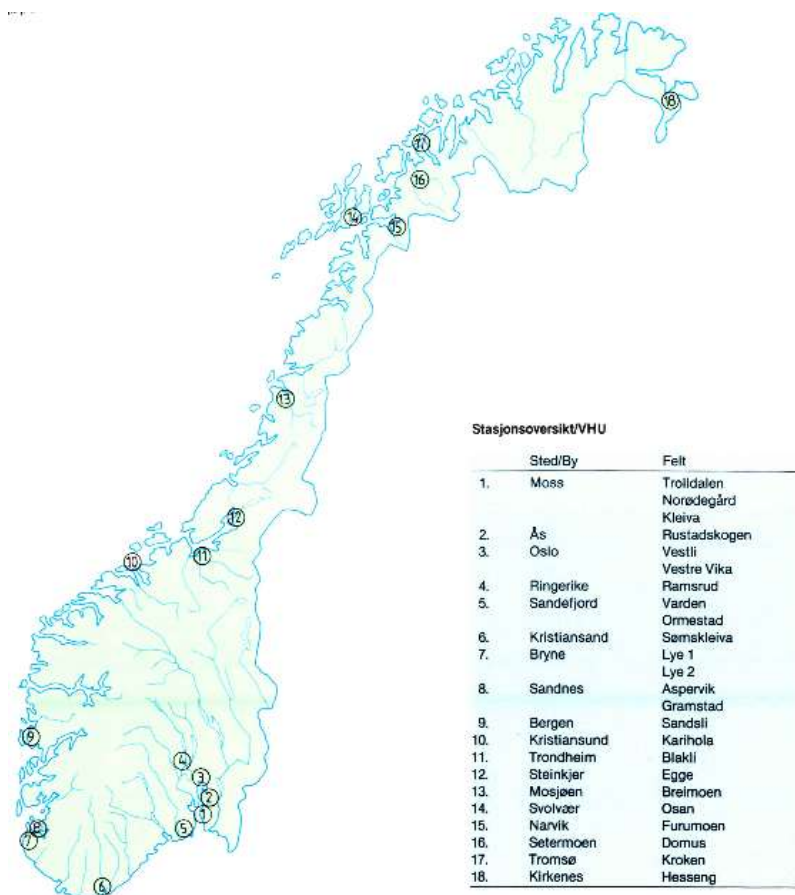
2 Historisk tilbakeblikk

2.1 Program for rensing av avløpsvann: Urbaniseringens innvirkning på avrenningsforhold i små nedbørsfelt

I 1970 ble det igangsatt et omfattende statlig finansiert program kalt *Prosjekt for rensing av avløpsvann (PRA)*. Hensikten var å utvikle effektive transportløsninger og tilfredsstillende metoder for rensing av avløpsvann. Et av delprosjektene, *PRA 4.2*, hadde som mål å undersøke hvordan urbanisering påvirker avrenningsforholdene i små nedbørsfelt. I den forbindelse ble det etablert flere avløpsstasjoner.

Prosjektet var opprinnelig planlagt som et seksårig løp med oppstart i 1971, men det viste seg raskt at dette var for lite tid. Etter prosjektets avslutning overtok NVE ansvaret for driften gjennom sin nyopprettede urbanhydrologiske seksjon (1980).

Stasjonene ble driftet i samarbeid mellom de respektive kommunene og NVE. Kommunene hadde ansvar for å finne egnede lokaliteter, inngå avtaler med grunneiere, stå for bygging og teknisk vedlikehold av stasjonene, sørge for strøm og stille med observatør for ukentlig rutinekontroll. NVE hadde ansvar for instrumentering, datainnsamling, kvalitetssikring og analyse.



Figur 2-1: Oversikt over de urbanhydrologiske målestasjonene som ble driftet av NVE i samarbeid med vertskommunene i 1984 (NVE, 1985)

2.2 Den urbanhydrologiske seksjonen i NVE

Etter at PRA-prosjektet ble avsluttet i 1977, var det behov for å videreføre arbeidet med urbanhydrologiske målestasjoner. Dette førte til at det ble etablert en egen seksjon for urbanhydrologi i NVE. Seksjonen fungerte også som sekretariat for Norsk Hydrologisk Komité's arbeidsgruppe for urbanhydrologi.

Flere nye målestasjoner ble etablert, og på det meste var 25 urbanhydrologiske stasjoner i drift i Norge (Figur 2-1). I dag er mange av disse lagt ned.

Tidlige analyser avslørte store avvik mellom beregnet og faktisk overvannsavløp, noe som tydet på mangler i datidens VA-dimensjoneringsgrunnlag. Konsekvensen var overdimensjonerte og kostbare avløpsanlegg. Bedre tilpasset og mer kostnadseffektiv overvannshåndtering ble en viktig motivasjon for kommunene til å delta i etablering og drift av urbanhydrologiske målestasjoner.

2.3 Program: Urbanhydrologisk FoU i Norge (1983–1987)

Dette femårige forskings- og utviklingsprosjektet ble initiert av Norsk Hydrologisk Komité (NHK) for å styrke fagmiljøet innen urbanhydrologi i Norge. Urbanhydrologi ble anerkjent som et komplekst og spesialisert fagområde innen hydrologien.

Følgende temaer ble dekket i prosjektet (Skretteberg, 1987):

- korttidsnedbør
- arealfordeling av korttidsnedbør
- overvannsavrenning og lokal overvannshåndtering
- snøsmelting i urbane områder
- modellparametre for urbanhydrologi

Prosjektet hadde et budsjett på 4,3 millioner kroner og ble i hovedsak gjennomført av institusjoner som NVE, DNMI, NTH, NIVA og NBI (Skretteberg, 1988). Resultatet var blant annet håndboken «Anvend urbanhydrologi», NVE (1997), en praktisk veileder for kommunalteknikere og konsulenter innen VA-teknikk.

2.4 FoU-prosjekt: Vann i by og tettsteder

Etter en periode med økende skader på infrastruktur forårsaket av intens nedbør i urbane områder ble det nedsatt en offentlig utredning. NOU 2015:16 anbefalte at NVE skulle få et utvidet forvaltningsansvar for overvann. Som et ledd i dette ble FoU-prosjektet *Vann i by og tettsteder* startet i 2017 ved Hydrologisk avdeling i NVE.

Prosjektet hadde syv arbeidspakker med fokus på

- kunnskapsløft innen urbanhydrologi
- modellering av urbane nedbørsfelt
- systematisk gjennomgang av de urbanhydrologiske målestasjonene og tilhørende data

2.5 Overvannsprosjektet (2019–2023) og arbeidet etter

Parallelt med *Vann i by og tettsteder*-prosjektet ble det igangsatt et nytt, tverrfaglig prosjekt med midler over statsbudsjettet. Prosjektet innebar å ansette nye medarbeidere på Hydrologisk avdeling (H) og Seksjon for samfunnssikkerhet og vannressursforvaltning (SV) for å «bistå kommunene med å forebygge skader fra overvann gjennom kunnskap om avrenning i tettbygde strøk og veiledning til arealplanlegging».

Prosjektet hadde flere leveranser, hvor to veiledere var sentrale:

- NVE-veileder nr. 4/2022: Rettleiar for handtering av overvatn i arealplanar – Korleis ta omsyn til vassmengder?
- NVE-veileder nr. 2/2023: Kartlegging av fare fra overvann

Disse veilederne brukes i dag aktivt i arbeidet med arealplanlegging og kartlegging av fare fra overvann.

I tillegg er det utarbeidet en tredje veileder, som skal bidra til forbedret datainnsamling og økt kvalitet på måledata knyttet til overvann:

- NVE-veileder nr. 1/2023: Veileder for innsamling av måledata til overvannsformål

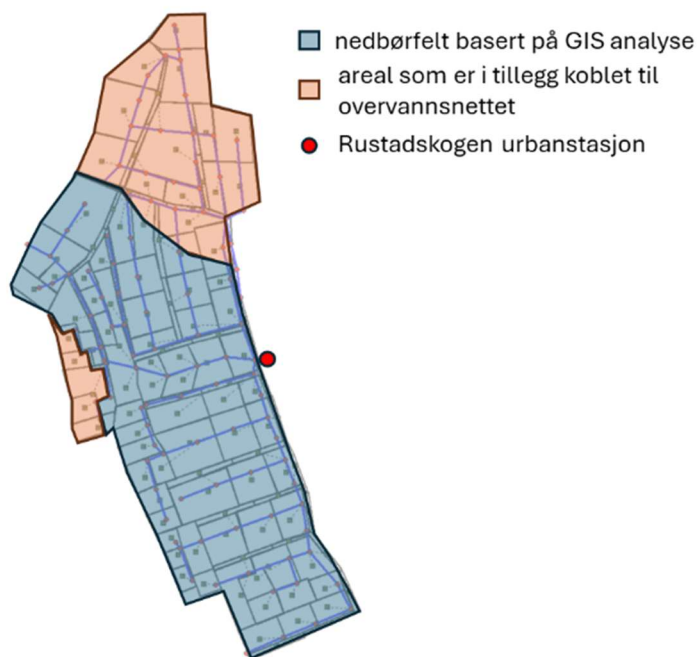
Etter at overvannsprosjektet ble avsluttet, er oppgavene fordelt mellom avdelingene samfunnssikkerhet og vannressursforvaltning (SV) og hydrologisk avdeling (H). Per i dag har hydrologisk avdeling det faglige ansvaret og fungerer som koordinerende enhet.

3 Nedbørsfelt

3.1 Areal

Nedbør og vannføring er de primære variablene som registreres ved urbanstasjonene. For å kunne arbeide med disse dataene og bruke dem til videre analyser, er det avgjørende å ha tilstrekkelig god kunnskap om nedbørsfeltets areal og hva arealet brukes til.

Urbanhydrologiske målestasjoner har klare utfordringer i forhold til naturlige felt fordi nedbørsfeltene er mye mer komplekse og dynamiske. For å forstå nedbørsfeltet til stasjonen må man kjenne til både overvannsnettets som kan tilordnes stasjonen, og det topografiske nedbørsfeltet som drenerer til stasjonen – og disse trenger ikke nødvendigvis å stemme overens (se Figur 3-1).



Figur 3-1 Forskjell i feltareal basert på henholdsvis GIS-analyse og tilkobling til overvannsnett (Buhler, 2013)

Nedbørsfeltene i urbane områder er dynamiske på grunn av utbygging og omdisponering av areal, og man må forvente at egenskapene til nedbørsfeltet har endret seg siden stasjonen ble opprettet. For eksempel kan areal ha blitt fortettet, nye veier bygd, grøntareal ha blitt dekket med asfalt og nye grøfter blitt lagt. Ikke minst kan overvannsnettet ha blitt tilpasset nye behov på grunn av fortetting.

I denne rapporten er det gjort et forsøk på å kartlegge nedbørsfeltene til hver enkelt urbanhydrologisk målestasjon og vise endringer siden stasjonene ble etablert. I noen tilfeller er avvik mellom overvannsnettet og det topografiske nedbørsfeltet tatt med i betraktningene. For noen stasjoner er det imidlertid usikkert hvor stort det faktiske feltarealet er. Spesielt ved ekstremnedbør kan man forvente at en betydelig del av overvannet ikke finner veien inn i overvannsnettet og derfor ikke kan registreres ved målestasjonen. Dette kan skyldes tette sluk eller at vannet «renner forbi» stasjonen på overflaten. Dette gjelder spesielt for nedbørsfelt hvor det naturlige feltet og feltet som dreneres via overvannsnett, ikke stemmer overens. For de fleste nedbørsfelt ble arealet bestemt ved hjelp av en GIS-analyse. I forbindelse med utarbeidelsen av denne rapporten ble det i tillegg gjennomført en GIS-analyse med GIS-verktøyet Scalgo, som er en enkel metode for å bestemme dreneringslinjer og feltarealer.

Detaljer om de forskjellige nedbørsfeltene og deres omfang, areal og særtrekk er beskrevet i appendiksene om de respektive urbanstasjonene.

3.2 Overvannsnett

I tillegg til usikkerheten rundt arealet til nedbørsfeltene er det ofte uklart hvilke gjentakintervaller overvannsnettet er dimensjonert for, og hvilken kapasitet det faktisk har. Dette er spesielt interessant ved analyse av vannføringsdata ved ekstreme nedbørshendelser. Det er sannsynlig at en betydelig del av overvannet ikke vil nå overvannsnett, og altså strømme forbi stasjonen, ved ekstreme hendelser som går langt utover dimensjoneringsgrunnlaget til overvannsnett.

Overvannsnettene for noen av urbanstasjonene har blitt analysert i forbindelse med masteroppgaver. I masteroppgaven til Dyrnes (2007) oppgis det at dimensjonerende nedbør for Kristiansund kommune på 1970-tallet kunne være to år. For Risvollanfeltet er en av konklusjonene i hovedfagsoppgaven til Åsnes (1985) at ledningsnettene i Risvollanfeltet ikke har kapasitet for 5- og 10-årsregn. I den grad slike studier er kjent, er de beskrevet for hver enkelt stasjon.

På 70-tallet var det ingen normer for dimensjonerende gjentakintervall. Det var det ofte vanlig å bruke gjentakintervall fra 2 år og ned mot 1 år. I 1979 kom de første offentlige retningslinjene for hvordan avløpsnettene skulle dimensjoneres (Tabell 3-1), slik at for eksempel overvannsnettene til boligområder utenfor sentrum var dimensjonert for 2-årshendelser.

Tabell 3-1: Veiledning for dimensjonering av avløpssystemer TA-550, SFT (1979)

Type område	Separatsystem	Fellessystem
Åpent område utenfor sentrumsbebyggelse	2 år	5 år
Åpent område innenfor sentrumsbebyggelse	2 år	5 år
Innestengt område utenfor sentrumsbebyggelse	5 år	10 år
Innestengt område innenfor sentrumsbebyggelse	10 år	10 år

Siden 2008 er det vanlig at kommunene bruker Norsk Vann sine anbefalinger (Tabell 3-2). For tilsvarende boligområder er dimensjonerende regnskylhyppighet anbefalt å være 1 gang i løpet av 10 år.

Tabell 3-2: Norsk Vanns anbefaling for minimums dimensjonerende gjentakintervall for overvannsnettene (Lindholm 2008, Norsk vann BA 2008 s. 50)

Dimensjonerende regnskylhyppighet*	Plassering	Dimensjonerende oversvømmelseshyppighet**
(1 i løpet av «n» år)		(1 i løpet av «n» år)
1 i løpet av 5	Områder med lavt skadepotensial (utkantområder, landbrukskommuner)	1 i løpet av 10
1 i løpet av 10	Boligområder	1 i løpet av 20
1 i løpet av 20	Bysenter/industriområder/forretningsstrøk	1 i løpet av 30
1 i løpet av 30	Underganger / områder med meget høyt skadepotensial	1 i løpet av 50
* Ledningsnettene skal bare fylles til topp av rør ved dimensjonerende regnskylhyppighet. ** Oversvømmelsesnivået skal normalt regnes til et kjellernivå 90 cm over topp av rør i hovedledningsnettene.		

Gjentaksintervallene som er valgt for dimensjoneringen, gir kun i begrenset grad grunnlag for å si noe om den faktiske kapasiteten, særlig fordi datidens metoder for dimensjonering i hovedsak var basert på statiske vannmengder. Dersom det er gjennomført hydrodynamiske beregninger, kan disse brukes til å vurdere den faktiske kapasiteten i systemet og fastslå tidspunktet når deler av overvannsnettene når sin kapasitetsgrense. Når dette skjer, vil overvannet renne på overflaten og dermed ikke bli registrert ved urbanstasjonen. Med tanke på vannbalansen bør det også nevnes at overvannsnettene i de fleste tilfellene ikke er helt tett. Man kan forvente at det er interaksjon med

grunnvannet, med infiltrasjon og eksfiltrasjon. Også vann fra dreneringsanlegg påvirker vannføringen i overvannsnett. I tillegg finnes det fortsatt en del felleskum med overgang fra spillvann- til overvannssystemet, som spesielt ved kraftig nedbør kan påvirke avrenning i overvannsnett.

4 Innsamlede variabler og instrumentering

Alle urbanstasjonene som er beskrevet i denne rapporten, er stasjoner som er bygd i tilknytning til overvannsnett i et urbant område med kjent nedbørsfelt. Ved alle stasjonene registreres vannstand i måleprofilen, og ved hjelp av den teoretiske vannføringsskurven beregnes vannføringen gjennom stasjonen. I tillegg er alle stasjonene utstyrt med korttidsnedbørsmålere og målere for lufttemperatur. Noen stasjoner har også instrumentering for å registrere snøsmelting, luftfuktighet og grunnvann.

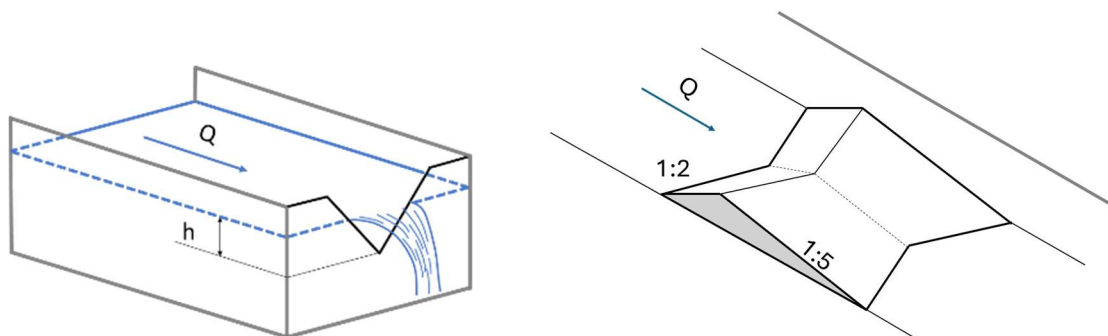
Stasjonene ble etablert i samarbeid med vertskommunene. Den bygningstekniske delen av arbeidet ble utført av kommunen, mens NVE har hatt ansvar for instrumentering, datainnsamling og kvalitetssikring av data. Stasjonene har alltid vært driftet i samarbeid med vertskommunen, og kommunen er observatør.

I dette kapittelet går vi gjennom noen av variablene som NVE kan måle ved en urbanhydrologisk målestasjon.

4.1 Vannstand og vannføring

Vannføring er som regel den dataserien som de fleste databrukere og hydrologer er interessert i. Vannføring kan ikke måles direkte, derfor bruker vi andre variabler til å avlede vannføringen. For dette formålet brukes kunstige måleprofiler på NVE sine urbanstasjoner. Det er godt dokumentert at disse profilene gir svært god sammenheng mellom vannstand og vannføring, så lenge de er montert riktig. Dette gjør det mulig å bestemme vannføringen fra vannstandsmålinger, med god nøyaktighet. Vi kaller sammenhengen mellom vannstand og vannføring fra slike profiler for en *teoretisk vannføringsskurve*.

Vi har to typer måleprofiler i bruk på våre urbanstasjoner: skarpkantet V-terskel og Crump-overløp eller modifisert Crump-overløp (Figur 4-1).



Figur 4-1: (venstre) skarpkantet V-terskel, NVE – (høyre) modifisert Crump-overløp, NVE

Begge måleprofilene benytter seg av at vannet blir tvunget fra subkritisk strømning gjennom grensedybden til overkritisk strømning. Dette resulterer i en entydig sammenheng mellom vannføring og et lett målbart vannivå.

For at den teoretiske kurven skal stemme, må vannet i størst mulig grad «falle» over profilet. Det forutsetter for det første en subkritisk strømning oppstrøms, som overgår til en overkritisk strømning ved måleprofilen. For det andre skal strømningen i det kunstige profilet ikke påvirkes av vannstanden nedstrøms.

Øvrige krav og rammebetingelser for V-profiler finnes i ISO 1438:2017 og tilsvarende for Crump-profiler i ISO 4360:2020.

Hovedgrunnen for å velge kunstige måleprofiler var at denne metoden gjør det mulig å registrere også lite vannføring med god nøyaktighet. Dette er særlig relevant i små nedbørsfelt.

4.1.1 Hvordan måles vannstanden på de urbanhydrologiske målestasjonene?

Det har skjedd en teknologisk utvikling på urbanstasjonene siden stasjonene ble opprettet. I dag har stasjonene enten trykkcelle eller flottør for å måle vannstand, og alle er utstyrt med både primærsensor og sekundærsensor. En del av stasjonene har i tillegg en eller to trykkceller montert nedstrøms. Det gjør det mulig å oppdage om vannstanden oppstrøms måleprofilet blir påvirket av oppstuvning av vannstanden nedstrøms.

Da de fleste stasjonene ble opprettet, ble det hovedsakelig brukt limnigraf (Figur 4-2) til å registrere vannstanden på papir. Papirbasert registrering ble erstattet av analoge og senere digitale loggere for å registrere og overføre måledata fra både flottører og trykkceller. Tabell 4-1 viser fordeler og ulemper ved disse måleteknologiene.

Tabell 4-1: Fordeler og ulemper med flottør og trykkcelle – NVE (2023-1)

Fordeler	Ulemper
Flottør	
• lavt energiforbruk • ingen nullpunktsdrift (gradvis økende avvik fra riktig verdi) • tåler innfrysing (ingen målinger under innfrysingen)	• krever kum eller stigerør – stillestående vannoverflate • kan «henge seg opp» mekanisk • måleområdet blir begrenset av mulig vaierlengde
Trykkcelle	
• enkel og fleksibel montering • trenger ingen kum eller stigerør • svært lavt energiforbruk	• relativt høy innsats for kalibrering • måleverdiene kan drifte (gradvis økende avvik fra riktig verdi) • kan påvirkes av høy strømningshastighet • kan påvirkes av kondens i trykkutjevningsskanalen • tåler ikke innfrysing



Figur 4-2: Limnigraf

4.1.2 Kalibrering av den teoretiske vannføringskurven – forhold under flom

Som nevnt er det en teoretisk vannføringskurve som ligger til grunn når vi beregner vannføring på urbanstasjonene. Det teoretiske forholdet mellom vannstand og vannføring vil stemme bra når alle forutsetninger er oppfylt, og når vannstanden er innenfor profilets dimensjonerende kapasitet. Dette gjelder for alle stasjonene når vannføringen er lav eller middels. En del av våre stasjoner er av ulike årsaker bygd med for liten kapasitet for høy vannføring. Faktorer som for kort basseng og for stor strømningshastighet påvirker forutsetningene for det teoretiske forholdet mellom vannstand og vannføring. Dette vil medføre noe usikkerhet i vannføringsdata ved flom.

En metode for å kontrollere kurvens gyldighet er å utføre manuelle vannføringsmålinger. Tidligere ble det utført svært få vannføringsmålinger på stasjoner med kunstige profiler. Det er to grunner til dette: For det første antok man at den teoretiske kurven var korrekt, og for det andre er det svært vanskelig å utføre manuelle målinger i slike raske felt med de klassiske måle metodene som brukes på NVEs vannføringsstasjoner. På grunn av den økende hyppigheten av kraftige nedbørshendelser er det lagt mer vekt på gode vannføringsdata fra urbanstasjonene, og det har blitt gjort en del kalibreringsmålinger i løpet av de siste årene.

Ved lav vannføring brukes til vanlig volumetriske metoder. Ved høyere vannføring er det gode hydrauliske forhold på de fleste stasjonene for å gjøre fortynningsmålinger, men det har vist seg å være utfordrende å få gode målinger siden både vannføringen og bakgrunns ledningsevnen ofte endrer seg raskt under målingene. Resultatene fra vannføringsmålingene er presentert i de respektive kapitlene om stasjonene.

4.1.3 Usikkerheter i vannstand og vannføring

Det vil alltid være en viss usikkerhet knyttet til vannføringsdataene fra urbanstasjonene. Med den hydrauliske målemetoden som brukes til å bestemme vannføringen på urbanstasjonene til NVE, er det flere feilkilder som bidrar til denne usikkerheten.

1. Vannstand

Vannstandsdata danner grunnlaget for vannføringsdata. Instrumentene som brukes til å måle vannstand, har gjennomgått en betydelig utvikling de siste tiårene, og de typiske målefeilene til målesensorene ligger nå i millimeterområdet. Tidligere hyppige problemer med nullpunkttdrift, det vil si endringer i måleverdiene på grunn av mekaniske påvirkninger eller aldring uten en faktisk endring av vannstanden ved trykksensoren, er nå nesten ikke lenger av betydning. Måleresultatene kan likevel bli påvirket av ytre faktorer på andre måter. For eksempel kan ytre påvirkninger gjøre at kommunikasjonsrør mellom kulvert og stigerør blir blokkert, at en flottør hekter seg fast, eller at en trykksonde endrer posisjon. Alle stasjonene ble etter hvert dobbeltinstrumentert, slik at avvik på en sensor nå kan oppdages relativt raskt. For å sikre høy kvalitet og tilgjengelighet kontrolleres det regelmessig at dataene er konsistente og plausible. Til dette brukes for eksempel måldata fra nedbørsmålere eller snøsmeltebrett som sammenligningsdata.

2. Vannføring

Beregningen av vannføringen baserer seg på en teoretisk sammenheng mellom vannstand og vannføring ved overgangen fra strømmende til strykende strømningsforhold. Det underliggende formelverket forutsetter en rekke rammebetingelser for å være gyldig. I de fleste tilfeller oppnås imidlertid ikke denne ideelle tilstanden, noe som bidrar til ytterligere usikkerhet. Det er avgjørende at måleprofilen er korrekt konstruert med tilstrekkelig store stabiliseringsstrekninger for å kunne oppfylle de nødvendige målebetingelsene. Selv om dette kravet er oppfylt, er det andre faktorer som kan bidra til usikkerhet:

- *Sedimentering*
Det er hovedsakelig V-profiler som er rammet av sedimentering foran måleterskelen, på grunn av lave hastigheter på bunnen. Det kreves en viss minimumsavstand fra bunnen til terskelspissen (ISO 1438:2017), ellers er ikke formelen gyldig da de nødvendige strømningsforholdene ikke er til stede. Sedimenter må fjernes fra målekulverten ved behov. Crump-profiler er vanligvis mindre utsatt for sedimentering.
- *Begroing*
Begroing og avleiring kan påvirke forholdet mellom vannstand og vannføring og gi usikkerhet i kurven – for begge typer profiler. Resultatet er som oftest en overestimert beregnet vannføring. Stasjonene som er utstyrt med en V-terskel, er mindre berørt her, siden terskelkanten rengjøres ved begynnende begroing når stasjonen besøkes. Ved stasjonene med Crump-terskel er rengjøringen mer omfattende, og en viss innvirkning på målenøyaktigheten kan ikke utelukkes her.
- *Strømningsforhold*
Det bør ikke være overkritisk strømning oppstrøms. Beregningsmetoden er basert på overgangen fra underkritisk til overkritisk strømning direkte ved måleprofilen, og metoden kan derfor ikke brukes hvis det er overkritisk strømning foran profilet. For høye hastigheter oppstrøms kan føre til en undervurdering av den faktiske vannføringen. Problemet forekommer ved flere stasjoner. Det har blitt gjort forsøk på å forbedre strømningsforholdene og redusere strømningshastigheten ved å montere

bølgedempere ved innløpet. I hvilken grad dette har ført til tilstrekkelig gode resultater ved de berørte stasjonene, er ikke helt avklart.

- *Oppstuvning*

Ved oppstuvning nedstrøms fra profilet er det ikke mulig å sikre en upåvirket overgang fra subkritisk til overkritisk strømning. Det er til dels mulig å beregne vannføring også under slike forhold, men det krever informasjon om når hendelsene oppstår, og om vannstanden på begge sider av måleprofilet. Hvorvidt målestasjonene kunne bli utsatt for oppstuvning fra nedstrøms, har vært diskutert helt siden stasjonene ble opprettet på 70-tallet. Noen stasjoner har fått økt nedstrøms kapasitet i overvannsnettet for å fjerne problemer med oppstuvning. De fleste stasjonene ble fra 2018 og fremover utstyrt med nivåmåling nedstrøms som detekterer hendelser med oppstuvning nedstrøms. Dette gjør det nå mulig å trekke generelle konklusjoner om tendensen til oppstuvning og for lav kapasitet i utløpsrøret. For ekstreme hendelser kan man nå også avgjøre om vannføringsdataene er brukbare, eller om de har blitt påvirket av vannstanden nedstrøms.

4.2 Nedbør

På de urbanhydrologiske målestasjonene er nedbør, sammen med vannstandsmålingene, en av de viktigste måleseriene. På grunn av de dynamiske avrenningsprosessene som foregår i urbane felt, registreres nedbøren hvert minutt. Da stasjonene ble opprettet, ble det ansett som et viktig mål å samle inn mer data om nedbørsintensitet og å lage intensitet-varighet-frekvens-kurver (IVF-kurver) for de ulike feltene.

4.2.1 Nedbørsmålere på stasjonene

Da de første stasjonene ble opprettet i 1971, ble nedbøren målt med en Plumatic vippepluviograf (0,2 mm oppløsning). Plumatic var ikke utstyrt med et varmeelement for vinterdrift. Etter hvert ble Plumatic-nedbørsmåleren erstattet av Lambrecht med varmeelement, noe som muliggjorde vinterdrift. Lambrecht er også en vippepluviograf, som måler 0,1 mm per vippebevegelse. Alle urbanstasjonene har i dag Lambrecht-nedbørsmålere. På noen stasjoner brukes Lambrecht som primær nedbørsmåler og Plumatic som reserve-nedbørsmåler. Ved Lye 2 finnes det kun uoppvarmede Lambrecht-nedbørsmålere, da denne stasjonen ikke er koblet til strømmettet.

4.2.2 Usikkerhet i nedbørsdata

En av de viktigste faktorene for gode nedbørsdata er plasseringen av nedbørsmåleren. World Meteorological Organization (WMO, 2018) har klare anbefalinger for drift og plassering av nedbørsmålere. Omliggende vegetasjon og bebyggelse kan i stor grad påvirke kvaliteten på nedbørsmålingene.

Andre faktorer som bidrar til usikkerhet i nedbørsdataene:

- *Vinddrift*

Sterk vind kan påvirke nedbørsmåling med vippepluviograf slik at nedbørsmengden blir undervurdert. En del av stasjonene er nå utstyrt med vindskjerm.

- *Løv og smuss i nedbørsmåleren*

Dette er en utfordring selv med regelmessige stasjonsbesøk og regelmessig rengjøring av nedbørsmålerne. På noen stasjoner blir nedbørsmåleren tilstoppet gjentatte ganger, noe som fører til tap av måledata. Tilsmussing av selve vippen kan også påvirke målenøyaktigheten. Vippen må renses jevnlig ved stasjonsbesøk.

- *Oppvarming av nedbørsmåleren*

Oppvarmingen av trakten medfører en del fordampning, spesielt ved lav nedbørsintensitet, slik at den faktiske nedbørsmengden undervurderes. Dette fenomenet oppstår vanligvis bare om vinteren, men har også blitt observert i sommermånedene på grunn av tekniske feil.

- *Mekaniske problemer*

Treghet i vekten og dårlige lagre kan føre til at nedbørsmengden undervurderes.

4.2.3 Datakontroll av nedbørsdata

Datakontrollen har blitt gjennomført av Meteorologisk institutt (MET) siden 2017. Sanntidsdata om nedbør og temperatur overføres automatisk til MET. De overførte dataene gjennomgår METs datakontroll for nedbørsdata. Dette omfatter blant annet sammenligninger med nærliggende stasjoner og fjerning av spiker og uvanlig høye intensiteter. Tabell 4-2 inneholder en liste over nedbørsmålere og deres stasjonsnummer hos MET. MET har laget IVF-kurver for alle disse stasjonene. Metoden for beregning av IVF-kurver ble justert i 2022 (MET-rapport nr. 2/2022). Tilsvarende IVF-kurver er tilgjengelige på nettstedet til Norges klimaservicesenter.

Ved en direkte sammenligning av nedbørsdataene fra Hydra II og MET må det tas hensyn til at den meteorologiske døgnsyklusen varer fra kl. 07.00 til kl. 07.00, mens den hydrologiske døgnsyklusen varer fra kl. 00.00 til kl. 24.00. Dette fører til at man kan få ulike dagsdata fra de to databasene.

Tabell 4-2: Oversikt over urbanstasjoner med tilsvarende betegnelse hos MET

NVE – HYDRA II		MET	
Stasjonsnummer	Stasjonsnavn	Stasjonsnummer	Stasjonsnavn
005.0017	Rustadskogen	17870	ÅS – RUSTADSKOGEN
006.0012	Vestli	18270	OSLO – VESTLI
021.0049	Sømskleiva	39150	KRISTIANSAND – SØMSKLEIVA
028.0011	Lye 2	44190	TIME – LYE
0029.0004	Aspervik	44730	SANDNES – ROVIK
056.0001	Sandsli	50480	BERGEN – SANDSLI
110.0001	Karihola	64300	KRISTIANSUND – KARIHOLA
123.0038	Risvolla	68230	TRONDHEIM – RISVOLLAN
165.0011	Skivika	82310	BODØ – SKIVIKA

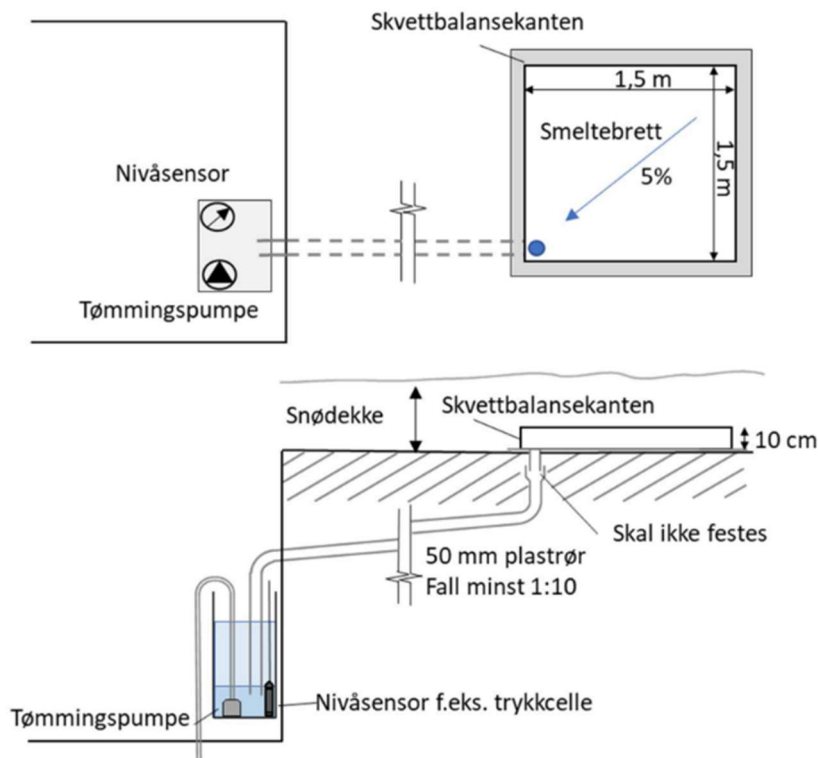
4.3 Smeltevann og nedbør

I Norge, hvor områder er dekket av snø i kortere eller lengre perioder av året, kan det oppstå høye avrenningsintensiteter når snøen smelter og det regner samtidig. Ved hjelp av et snøsmeltebrett, også kalt snølysiometer, kan avrenningen som skyldes snøsmelting og nedbør på et kjent område, bestemmes. I 1984 ble de første snøsmeltebrettene tatt i bruk. Målestasjonene i NVEs nettverk som i dag har snøsmeltebrett, er Rustadskogen, Aspervik, Sandsli, Karihola, Risvolla og Skivika.

4.3.1 Snøsmeltebrett (snølysiometer)

Snøsmeltebrettene som brukes ved urbanstasjonene, ble utviklet internt hos NVE tidlig på 1980-tallet. Figur 4-3 viser prinsippet for snøsmeltebrett slik de brukes hos NVE.

Regn og smeltende snø som treffer brettet, samles opp i en målesylinder, og volumendringer registreres måleteknisk. Basert på de innsamlede dataene kan man beregne en nedbørsekivalent med minutt oppløsning som blant annet kan brukes til plausibilitetskontroll av vannføringsdata – eller av nedbørsdata i perioder uten snøsmelting.



Figur 4-3 Prinsippskisse for snøsmeltebrett, NVE

4.3.2 Usikkerhet i smeltevannsdata og nedbørsdata

For å registrere regn- og smeltevannsmengden ble det i begynnelsen delvis brukt vippesystemer eller flottørsystemer. I dag er alle snøsmeltebrettene utstyrt med en målesylinder og trykkselle.

Vippesystemene har ført til uoppdagede måleavvik på grunn av tungtgående lagre. De var også svært utsatt for tilsmussing. Flottørsystemene har de vanlige problemene med tungtgående enkodere og avhoppende vaiere. Trykksensorene er minst utsatt for feil, men også her kan det oppstå usikkerheter på grunn av nullpunktsdrift og andre ytre faktorer.

Et snøsmeltebrett krever regelmessig rengjøring, spesielt om høsten når løvfallet tetter avløpet på brettet. Dette er den vanligste grunnen til datatap. I sommermånedene blir ofte små nedbørsmengder enten ikke registrert eller registrert med store feil, siden nedbøren fordampes helt eller delvis på den store, aluminiumsplatene, som delvis ble oppvarmet av solen. Ved noen snøsmeltebrett har det vært nødvendig å utstyre avløpsrøret med varmekabel for å forhindre innfrysing i vintermånedene. Også dette kan føre til fordamping og dermed underestimering av nedbørsmengden eller snøsmeltingen.

4.4 Støttevariabler

I tillegg til vannstand, nedbør og snøsmelting registreres en rekke andre parametre. I Tabell 4-3 er alle parametrene som er tilgjengelige i NVE sine hydrologiske database HYDRA II, oppført. I nedbørsfeltet til Sandsli stasjon er det i tillegg installert to grunnvannsmålere («56.10 Sandslimarka rør 2» og «56.11 Sandslimarka rør 4») som kan brukes til å analysere hvordan grunnvannsnivået påvirker avrenningen fra urbanstasjonen.

Tabell 4-3: Oversikt over måleserier på urbanstasjonene – ikke alle serier er kvalitetssikret

Starttidspunkt for måleserie	Rustad-skogen	Vestli	Sømskleiva	Lye 2	Aspervik	Sandsli	Karihol	Risvollan	Skivika
Nedbør	19.04.1974	18.04.1974	27.11.1974	05.08.1994	09.02.2002	18.01.1989	27.09.1973	23.11.1987	03.09.1996
Smeltevann og nedbør	26.03.1984				08.03.1988	11.01.1994	03.01.1994	23.11.1987	13.10.2004
Lufttemperatur	20.06.1986	26.03.1992	13.08.1999	07.07.1997	09.02.2002	16.10.1989	24.02.1987	18.07.1986	10.09.1997
Luftfuktighet	19.02.2013	04.07.2013			16.09.2013	24.06.2014		04.06.2015	10.06.2015
Vannstand	03.10.1973	21.02.1974	27.11.1974	01.08.1983	18.08.1972	29.02.1984	13.02.1973	04.08.1986	03.09.1996
Vannstand, versjon 2 eller sekundær	19.02.2013	17.04.1998	21.09.2004	01.05.2005	16.09.2013	03.12.2009	23.05.2006	15.11.2007	10.06.2015
Vanntemperatur	19.02.2013	04.07.2013		05.10.2017	16.09.2013	23.01.2016		04.06.2015	10.06.2015
Vannstand nedstrøms profil	15.01.2019	08.02.2018	-	-	22.02.2022	30.10.2018	29.05.2018	04.06.2018	24.04.2023

5 Urbanstasjonsnettet i dag

NVE har for tiden ni urbanhydrologiske avløpsstasjoner i drift (Figur 5-1 og Tabell 5-1). De er plassert i kystnære områder fra Ås i Akershus og opp til Bodø. Tabell 5-1 gir en oversikt over hvilken kommune og hvilket fylke urbanstasjonene ligger i.



Figur 5-1: Dagens urbanstasjonsnett

Tabell 5-1: Oversikt over geografisk plassering av stasjonene

Stasjon	Kommune	Fylke
5.17 Rustadskogen	Ås	Akershus
6.12 Vestli	Oslo	Oslo
21.49 Sømskleiva	Kristiansand	Agder
28.11 Lye 2	Time	Rogaland
29.4 Aspervik	Sandnes	Rogaland
56.1 Sandsli	Bergen	Vestland
110.1 Karihol	Kristiansund	Møre og Romsdal
123.38 Risvollan	Trondheim	Trøndelag
165.11 Skivika	Bodø	Nordland

Hver stasjon har sitt eget appendiks i denne rapporten. For noen stasjoner finnes det mye informasjon, og det er skrevet mange rapporter, mens det for andre stasjoner er relativt lite informasjon tilgjengelig. For hver stasjon beskriver vi utviklingen i nedbørsfeltet, eventuelle avvik i vurderingen av feltarealet og om overvannsnettet påvirker det faktisk drenerte arealet. I tillegg har vi vurdert kvaliteten på vannstands- og vannføringsdataene fra alle stasjonene.

6 Driftserfaringer og videre arbeid

6.1 Verifisering av vannføringskurver

Alle urbanstasjonene har kunstige måleprofiler med teoretiske vannføringskurver. Ved de fleste stasjonene er det gjort målinger ved lav og middels vannføring. Målingene indikerer at kurvene fungerer godt i disse segmentene. Ved noen få stasjoner finnes det også målinger for noe høyere vannføring.

Fortynningsmålinger, som vanligvis utføres med salt som sporstoff og ledningsevne som måleparameter, kan by på utfordringer ved urbanstasjoner. Overvann har som regel allerede en høy ledningsevne, slik at det er nødvendig å bruke større mengder salt. I tillegg er bakgrunnsledningsevnen i overvannsnettet dynamisk og varierer over tid. Uranin kan vurderes som et alternativt sporstoff.

Målinger med rørstrømningsmåler har også vært vurdert, men det er utfordrende på grunn av lokale forhold og målebetingelser som kan gi betydelige måleavvik. Vi har imidlertid positive erfaringer med rørstrømningsmålinger fra stasjonen Vestli.

Det er fortsatt usikkerhet knyttet til vannføringskurvene ved høye vannføringer, dette gjelder i prinsippet for alle stasjoner i mer eller mindre grad.

6.2 Kontroll av måletekniske forhold

Ved noen av urbanstasjonene er det fortsatt uklart i hvilken grad strømningsforholdene og hastighetene oppstrøms måleprofilen samsvarer med kravene i ISO-standardene, noe som påvirker gyldigheten av de teoretiske kurvene. Det er planlagt å kontrollere overflatehastigheter ved hjelp av radarsensorer. Kameraopptak og STIV-analyse (Space-Time Image Velocimetry) kan også gi ytterligere innsikt.

Hvorvidt de måletekniske forholdene kan forbedres med konstruksjonsmessige tiltak eller andre løsninger må vurderes for hver enkelt stasjon.

Problemet med at måleresultatene blir påvirket av oppstuvning nedstrøms måleprofilen, er foreløpig løst ved at vannstanden nedstrøms terskelen registreres. På den måten kan relevante hendelser identifiseres. For å forbedre situasjonen ved stasjoner som ofte er berørt av oppstuvning, vil det sannsynligvis være nødvendig med større konstruksjonsmessige endringer, siden årsaken ofte er manglende kapasitet i ledningsnettet nedstrøms.

6.3 Kontroll av den faktiske størrelsen på nedbørsfelt

I tillegg til de rent måletekniske utfordringene har det kommet frem at det er brukt svært ulike metoder for å fastsette størrelsen på nedbørsfeltene. Dette har ført til betydelige avvik i feltstørrelsen, som i sin tur reiser spørsmål om påliteligheten til modellberegningene. Det er behov for å gå gjennom de faktiske feltstørrelsene, der særlig påvirkningen fra overvannsnettet må tas i betraktning.

Nedbørsfeltene til noen av stasjonene har endret seg betydelig over tid. Vi må undersøke hvordan feltkarakteristikken har utviklet seg, slik at dette kan tas hensyn til ved bruk av måledata til kalibrering og verifisering av modellresultater.

6.4 Utvalg av spesielt egnede stasjoner for instrumentering med flere parametre

Det er planlagt å utvikle flere urbanstasjoner som fullt instrumenterte felt. Dette innebærer både å optimalisere måleinstrumentene ved selve stasjonen og å bruke måleinstrumenter i nedbørsfeltet, for eksempel for å måle grunnvannsnivå og jordfuktighet.

Hensikten er å bruke flere parametre til kalibrering, verifisering og optimalisering av modellene for å få en bedre forståelse av de hydrologiske prosessene i urbane nedbørsfelt.

7 Litteraturliste

- Ackers. P. (1978). Weirs and flumes for flow measurement. Publisher: Wiley – Blackwell, ISBN-13: 978-0471996378
- Buhler L. (2013). Analyse av klimaendringens påvirkning på Rustadfeltet med kalibrert modell. Masteroppgave NMBU
- Brennhovd B. (2014). Målt og modellert avrenning: analyse av ledningsnett og urbanstasjon på Vestli i Oslo, Masteroppgave NMBU
- Dyrnes V. (2007). Overvannshåndtering i et fortettingsområde. Masteroppgave NTNU
- Hydrologisk årsrapport (1984). Hydrologisk årsoversikt 1984, hydrologiske avdeling, Norges Vassdrags og elektrisitetsvesen
- ISO 1438-4 (2017) Hydrometry — Open channel flow measurement using thin-plate weirs, s.l.: s.n.
- ISO 4360 (2020) Hydrometry — Open channel flow measurement using triangular profile weirs, s.l.: s.n.
- Lindholm, O. et al. (2008). Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering. Norsk Vann rapport 162:79
- Meteorologisk institutt (2026, 26. januar). IVF-verdier for norske nedbørstasjoner. (MET report no. 2/2022). Meteorologisk institutt. https://www.met.no/kss/_/attachment/download/f4f87a14-35f9-4d23-930a-d00311c4f44c:a6dbf376c8787687a0ad7f3189eb7210ad1de263/MET-report_02-2022.pdf
- NHK (1986). Norsk Hydrologisk Komité. Program: «Urbanhydrologisk FoU i Norge 1983–87. Årsrapport 1983». Sandslifeltet, Bergen Statusrapport
- NOU 2015:16 (2015). Overvann i byer og tettsteder – som problem og ressurs. Klima- og miljødepartementet. Oslo
- NVE (1985). Hydrologisk Årsoversikt 1984 – Årsrapport fra hydrologisk avdeling. Norges vassdrags- og energidirektorat.
- NVE (1997). Anvendt urbanhydrologi. NVE publikasjon Nr.10 1997. Norges vassdrags- og energidirektorat. https://publikasjoner.nve.no/publikasjon/1997/publikasjon1997_10.pdf
- NVE (2016). NVE sitt urbanstasjonsnettverk. NVE-rapport 2016:50. Norges vassdrags- og energidirektorat. https://publikasjoner.nve.no/rapport/2016/rapport2016_50.pdf
- NVE (2022). Rettleiar for handtering av overvatn i arealplanar. NVE-veileder 4/2022. Norges vassdrags- og energidirektorat. [NVE Veileder 4/2022: Rettleiar for handtering av overvatn i arealplanar : korleis ta omsyn til vassmengder?](#)
- NVE (2023-1). Veileder for innsamling av måledata til overvannsformål. NVE-veileder 1/2023. Norges vassdrags- og energidirektorat. [NVE Veileder 1/2023: Veileder for innsamling av måledata til overvannsformål](#)
- NVE (2023-2). Veileder for kartlegging av overvann i arealplaner. NVE-veileder 2/2023. Norges vassdrags- og energidirektorat. [NVE Veileder 2/2023:Kartlegging av fare fra overvann](#)
- NVE (2023-3). Simulering av NVEs urbanfelt med urbanhydrologisk nedbør-avløpsmodell (DDUrban). NVE rapport 34/2023. Norges vassdrags- og energidirektorat

- Skretteberg R. (1987). Program: «Urbanhydrologisk FoU i Norge 1983–1987» Sluttrapport. Norsk Hydrologisk Komité, Urbanhydrologisk arbeidsgruppe
- Skretteberg R. (1988). Norsk Hydrologisk Komités program «Urbanhydrologisk FoU i Norge 1983–1987». Artikkel i Norsk Vann 1_1988
- Statens forurensningstilsyn (1979). SFT TA-550 "Veiledning ved dimensjonering av avløpsledninger".
- Tollan A. (1974). Program for rensing av avløpsvann (PRA). Prosjekt 4.2: Urbaniseringens innvirkning på avrenningsforholdene i små nedbørsfelt. NVE, Hydrologisk avdeling
- Thorolfsson S.(1987). Urbanhydrologisk feltlaboratorium Risvollan – Trondheim. Kort beskrivelse. NTH Institutt for vassbygging
- Thorolfson, S. og Matheussen (2001), Flomfrekvenskurve for Risvollanfeltet, NTNU Inst. for vassbygging.
- World Meteorological Organization (2018). Guide to Instruments and Methods of Observation Volume I – Measurement of Meteorological Variables. Geneva: World Meteorological Organization
- Åsnes E. (1985). Urbanfeltene Blakli/Risvollan. Feltdokumentasjon og datakontroll med etterfølgende simulering. Hovedoppgave NTNU, Institutt for vassbygging

8 Appendiks

8.1 Rustadskogen 5.17

8.1.1 Historikk

Urbanstasjonen på Rustadskogen i Ås ble opprettet i 1973 i et samarbeid med Ås kommune som en del av et prosjekt for rensing av avløpsvann. For å være aktuell som prosjektstasjon måtte område oppfylle følgende krav: nedbørsfeltet måtte være veldefinert, vannføringsstasjonen måtte kunne etableres ved et bekkeutløp, område måtte være ferdig utbygd eller planlagt utbygd og ha separat avløpssystem. Rustadskogen var, med unntak av noen få eneboliger, ferdig utbygd da urbanstasjonen ble bygd. Feltet har overvannsrør av betong. Rørene er ikke tette, så det kan ikke utelukkes at en viss andel vann lekker inn og ut, avhengig av grunnvannstanden.

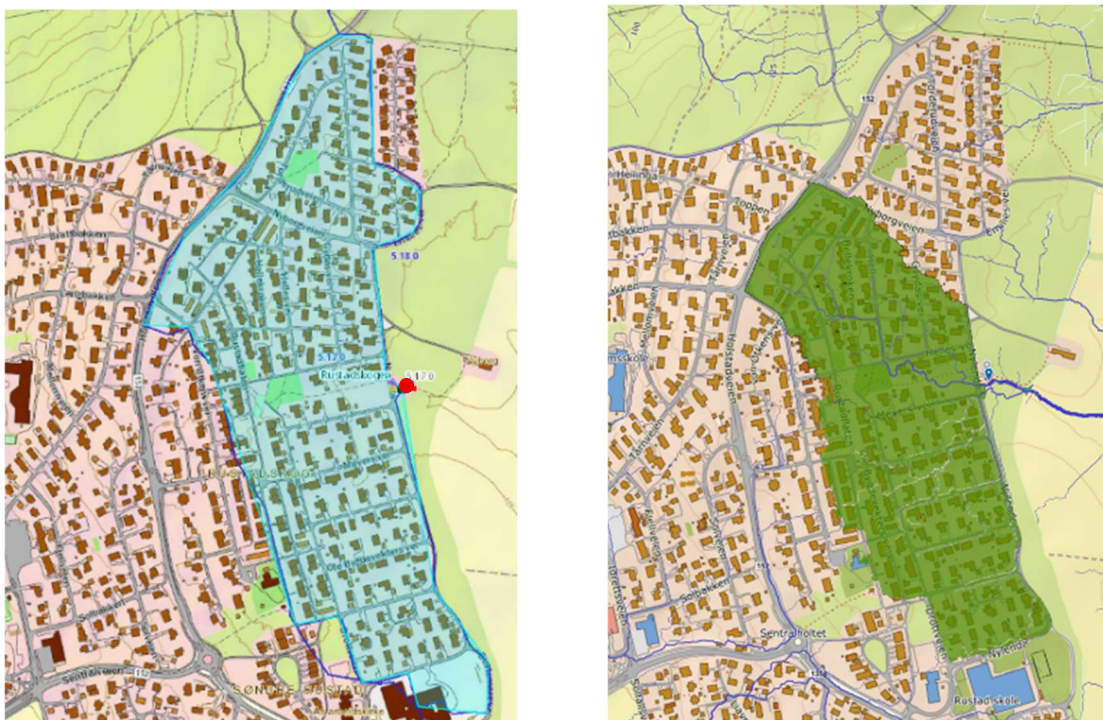
I 2006 bygde Ås kommune ny pumpestasjon for spillvann. I forbindelse med dette arbeidet ble også urbanstasjonen opprustet, og området rundt stasjonen ble endret. Det ble montert varmekabler i røret fra snøsmeltebrettet og en ny Lambrecht nedbørsmåler (2008).

Følgende masteroppgaver og rapporter har brukt data fra stasjonen:

- Buhler L. (2013): Analyse av klimaendringens påvirkning på Rustadfeltet med kalibrert modell. Masteroppgave NMBU
- Tollan, A. (1975): Program for rensing av avløpsvann: prosjekt 4.2. «Urbaniseringens innvirkning på avrenningsforholdene i små nedbørsfelt». NVE-rapport.

8.1.2 Nedbørsfelt

Nedbørsfeltet hører til Skuterudfeltet i Ås kommune og var utbygd med eneboliger, rekkehus og en skole da stasjonen ble etablert i 1973. Figur 8-1 viser et oversiktskart over nedbørsfeltet. Etter at stasjonen ble etablert, gjensto det kun å bygge ut noen eneboliger lengst nord i feltet (Figur 8-2).



Figur 8-1: Rustadskogen urbanstasjon med nedbørsfeld – NVE temakart 2025 (venstre) / Scalgo GIS-analyse (høyre)



Statens kartverk
1956-05-23

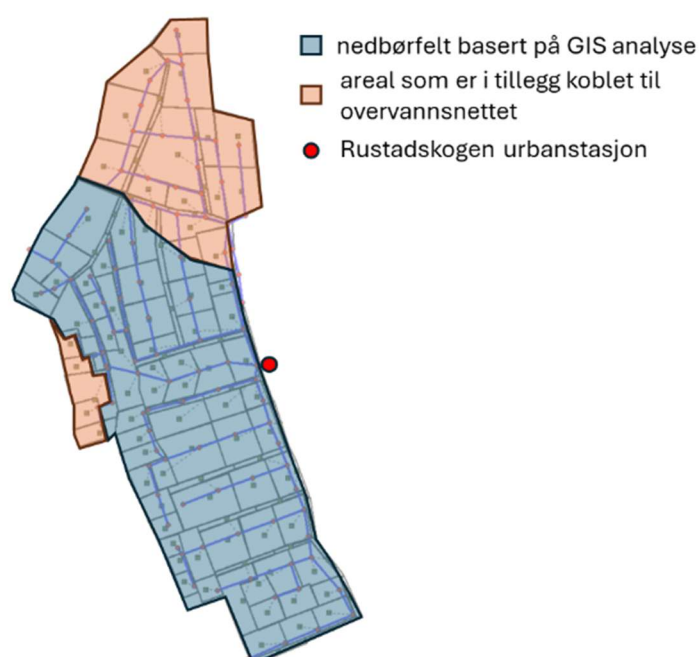
Statens kartverk
1978-05-28

Geovekst
2024-12-02

Figur 8-2: Utvikling av nedbørsfeltet fra 1956 til 2024, ©norgebilder.no – feltgrensene er basert på NVE Atlas (2025)

Nedbørsfeltet dekker et område på 0,24 km² (Tabell 8-1) og er mer eller mindre fullstendig urbanisert (Lindholm 2014). Bebyggelsen består hovedsakelig av eneboliger.

Avviket på nesten 30 prosent i feltareal (oppført i Tabell 8-2) skyldes de ulike tilnærmingene som er brukt for å bestemme feltarealet. For NVE-rapport 34/2024 ble det brukt GIS-analyser for å bestemme arealet som tilhører urbanstasjonen, basert på et topografisk datagrunnlag. Det betydelig større nedbørsfeltet på 0,24 km² er beregnet ut fra utstrekningen av overvannsnettet og arealene som er koblet til (Figur 8-3).



Figur 8-3 Feltareal basert på henholdsvis GIS-analyse og tilkobling til overvannsnettet (Buhler 2013)

Tabell 8-1: Feltareal og arealfordeling (NVE 2025)

Feltareal	0,240 km ²
Urbaniseringsgrad	58,7 %
Skog	3,3 %

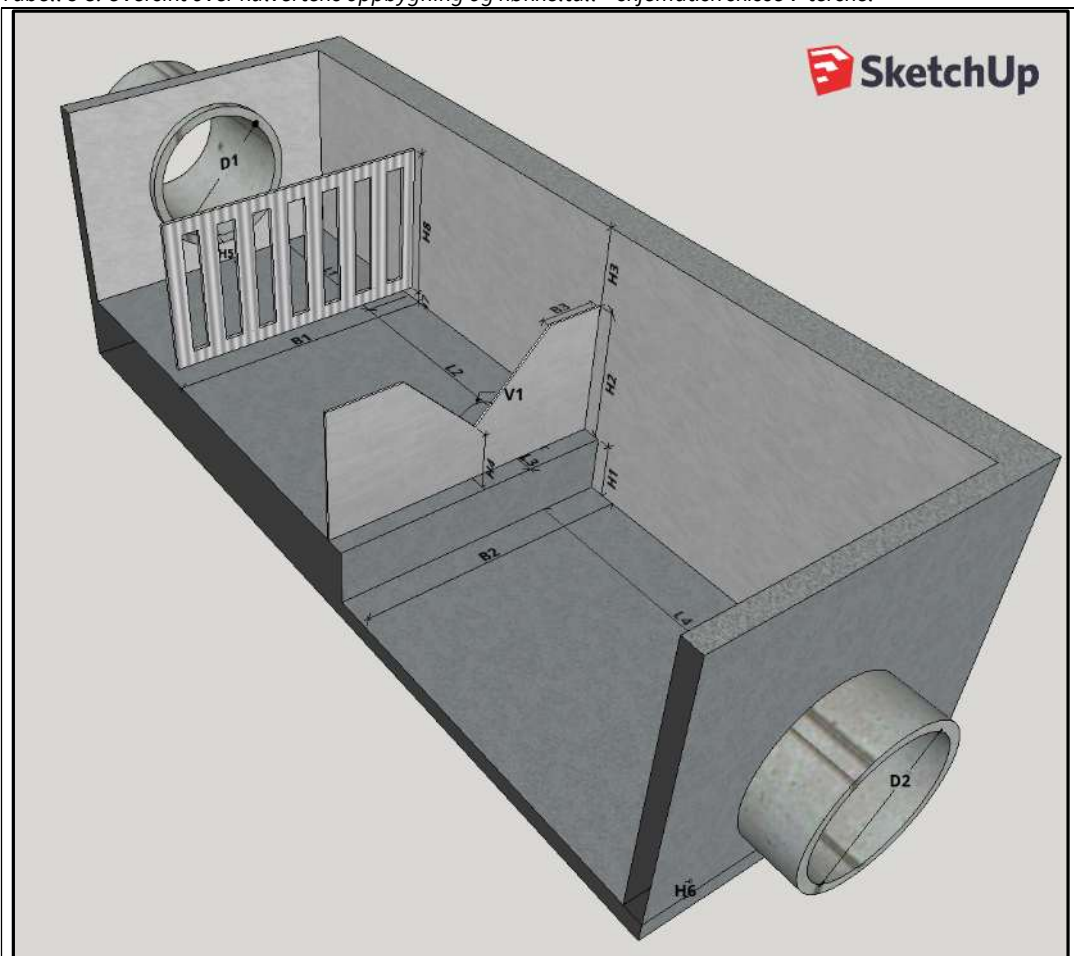
Tabell 8-2: Avvikende informasjon om feltareal

Kilde	Feltareal
Buhler (2013)	
Feltareal	0,244 km ²
Permeable flater	74,6 %
Impermeable flater	25,4 %
Takflater	10,8 %
Veier, gater inkl. fortau	8 %
Spesielle parkeringsplasser	0,5 %
Gangveier og annet:	6,1 %
NVE-rapport 2016:50	
Feltareal	0,244 km ²
Urbanisering	100 %
Permeable flater	75 %
Impermeable flater	25 %
NVE-rapport 34/2024	
Feltareal (GIS-analyse)	0,173 km ²
Permeable flater	74 %
Impermeable flater	26 %
GIS-analyse med Scalgo (2025)	
Feltareal	0,172 km ²

8.1.3 Kulvert og profil

Det er ikke kjent hvor høye regnintensiteter målestasjonen og kulverten på Rustadskogen er dimensjonert for. Da stasjonen ble bygd, var utløpet i åpen bekk, men det ble lukket på ukjent tidspunkt. Flyfoto over området indikerer at nedre deler av bekken kan ha blitt lukket i 1978/1979, og bilder fra 1988 viser arbeid som antakelig lukket bekken nærmere stasjonen. Etter lukkingen var vannstander over 0,4 meter mest sannsynlig oppstuvet gjennom stasjonen. Figur 8-4 til Figur 8-9 viser bilder av stasjonen samt inn- og utløpsrør i nyere tid. Den 15. august 2013 ble kapasiteten i utløpet økt ved at betongblokken mellom kulverten og V-overløpet ble utvidet. Vannstandene over 0,4 meter burde fortsatt tolkes med forsiktighet frem til 2017 da trykkcellen nedstrøms avslører eventuelle oppstuvninger. Tabell 8-3 viser en tegning over kulverten med tilhørende dimensjoner.

Tabell 8-3: Oversikt over kulvertens oppbygning og nøkkeltall – skjematisk skisse V-terskel



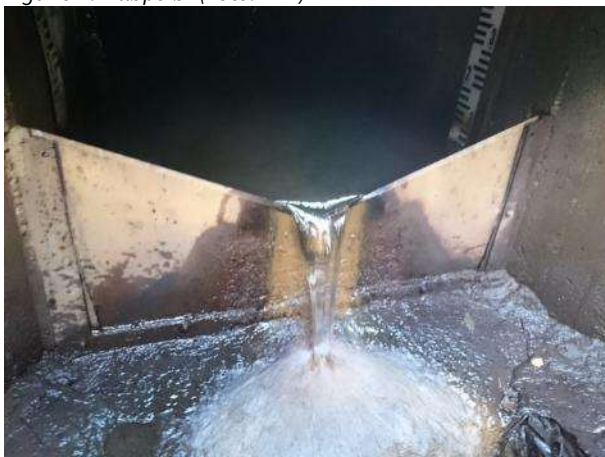
[cm]	Ref. figur	Forklaring
Ca. 60	D1	Diameter innløpsrør
Ca. 50	D2	Diameter utløpsrør
100	B1	Bredde basseng ovenfor V
140	B2	Bredde basseng nedenfor V
0	B3	Bredde V-profil; slutt V til vegg
25	H1	Høyde bunn basseng nedenfor V til nedre kant V-platen.
20	H2	Høyde V-platen (overgang til rektangulært profil)
	H3	Høyde topp V-plate til tak
	H4	Høyde bunn V-plate til bunn V
a	H5	Høyde bunn basseng ovenfor V til bunn av innløpsrør
	H6	Høyde bunn basseng nedenfor V til bunn av utløpsrør
Ikke aktuelt	H7	Hvis dempningsrist: høyde opp til bunn rist
Ikke aktuelt	H8	Hvis dempningsrist: høyde på rist
Ikke aktuelt	L1	Hvis dempningsrist: lengde basseng ovenfor rista
Ikke aktuelt	L2*	Hvis dempningsrist: lengde basseng mellom rista og V-plate
210	L1+L2	Hvis IKKE dempningsrist: lengde bassenget ovenfor V-plate
Ikke aktuelt	L3	Lengde terskel/skråning nedenfor V-plate
107	L4	Lengde basseng nedenfor V-plate
136	V1	Vinkel: V-profil



Figur 8-4: Tilløpsrør (Foto: NVE)



Figur 8-5: Utløpsrør (Foto: NVE)



Figur 8-6: V-profil (Foto: NVE)



Figur 8-7: Utløp (Foto: NVE)



Figur 8-8: Utløpsrør (Foto: NVE)



Figur 8-9: Stasjonshytta, snøsmeltebrett og nedbørsmålere (Foto: NVE)

8.1.4 Hydraulikk

Som tidligere nevnt var det mistanke om at stasjonen ville bli påvirket av oppstuvning i utløpsrøret ved intens nedbør. Det ble derfor installert en vannstandssensor nedstrøms. Data fra denne sensoren er tilgjengelig fra januar 2019. Siden den gang er det registrert seks hendelser der vannstanden nedstrøms tydelig har påvirket vannstanden oppstrøms måleprofilen. En påvirkning kan ikke utelukkes for seks videre hendelser. Bruk av vannføringsdata til modellering av flomhendelser anbefales derfor kun i begrenset omfang. For data registrert etter 2019 bør derfor vannstanden nedstrøms konsulteres.

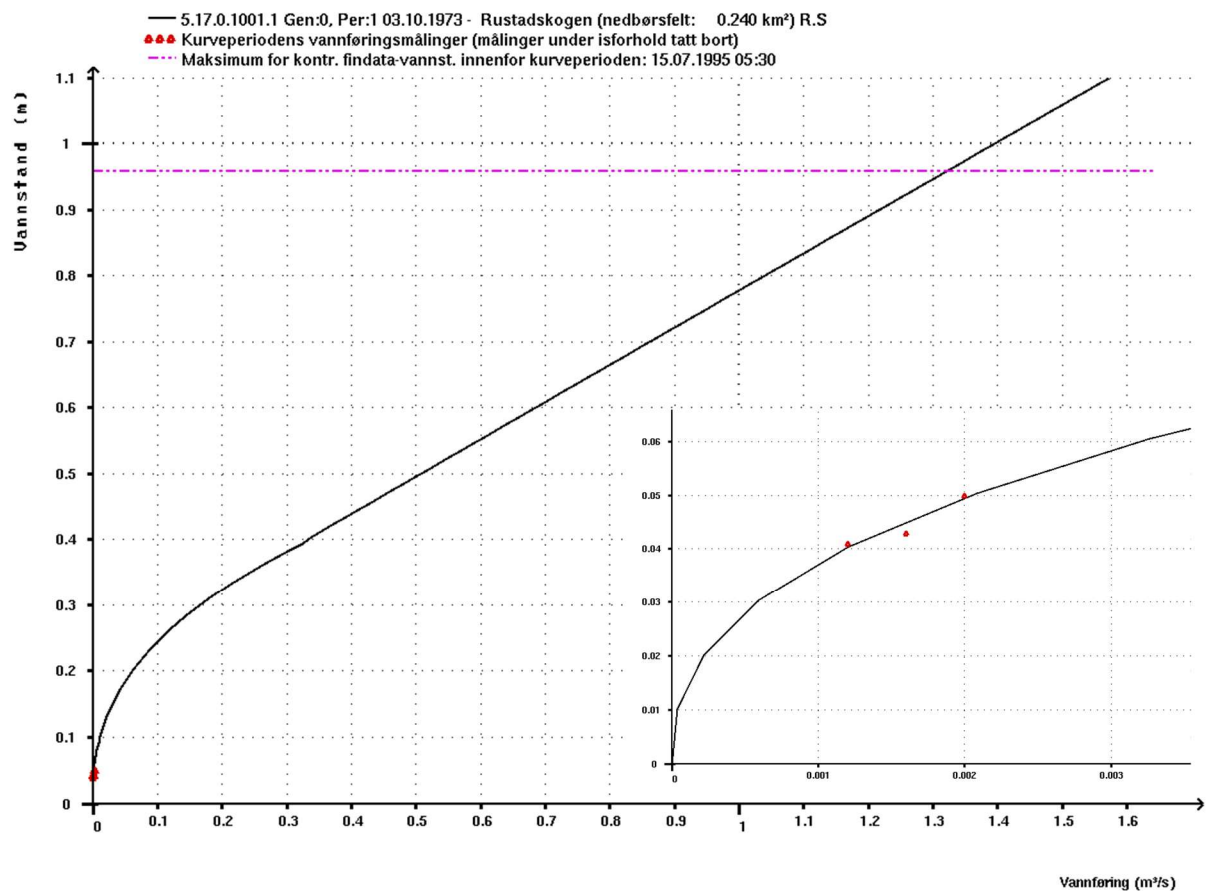
Overvannsnettets som drenerer til stasjonen, er ifølge Buhler (2013) underdimensjonert i forhold til norsk standard. Selv om kommunen ikke har registrert oversvømmelser i nedbørsfeltet, kan det ikke utelukkes at en god del av overvannet ikke havner i ledningsnettets ved ekstreme nedbørshendelser og dermed ikke blir registrert på stasjonen.

8.1.5 Vannføringskurve

Stasjonen har i hovedsak en teoretisk vannføringskurve, og det er kun utført tre vannføringsmålinger på stasjonen. Målingene er gjort med en volumetrisk metode ved lav vannføring (Figur 8-10). I Tabell 8-4 listes den teoretiske kurven, og i Figur 8-10 er kurven plottet.

Tabell 8-4: Vannføringskurven i tabellformat

vannføringstabell for 5.17.0.1001.1 Gen:0, Per:1 03.10.1973 - Rustadskogen (nedbørsfelt: 0.100 km²) R.S										
Segment nr. 1:	Q =	3.21650	(h +	0.0000)	**	2.45760	Gjelder for	0.000	<= høyde <	0.400
Segment nr. 2:	Q =	1.76910	(h +	-0.2100)	**	1.00730	Gjelder for	0.400	<= høyde <	16.190
vannføring i kubikkmeter pr. sekund										
vannstand(m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.0	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.003	0.005	0.006	0.009
0.1	0.011	0.014	0.018	0.021	0.026	0.030	0.036	0.041	0.048	0.054
0.2	0.062	0.069	0.078	0.087	0.096	0.107	0.117	0.129	0.141	0.154
0.3	0.167	0.181	0.196	0.211	0.227	0.244	0.261	0.279	0.298	0.318
0.4	0.332	0.350	0.367	0.385	0.403	0.420	0.438	0.455	0.473	0.491
0.5	0.508	0.526	0.544	0.561	0.579	0.597	0.614	0.632	0.650	0.668
0.6	0.685	0.703	0.721	0.738	0.756	0.774	0.791	0.809	0.827	0.845
0.7	0.862	0.880	0.898	0.916	0.933	0.951	0.969	0.987	1.004	1.022
0.8	1.040	1.058	1.075	1.093	1.111	1.129	1.146	1.164	1.182	1.200
0.9	1.217	1.235	1.253	1.271	1.288	1.306	1.324	1.342	1.360	1.377
1.0	1.395	1.413	1.431	1.449	1.466	1.484	1.502	1.520	1.538	1.555
1.1	1.573	1.591	1.609	1.627	1.644	1.662	1.680	1.698	1.716	1.733



Figur 8-10: Vannføringskurve for Rustadskogen urbanstasjon (svart linje), utførte vannføringsmålinger (røde punkter) og maksimum for kontrollerte findata (rosa linje)

8.1.6 Instrumentering

Stasjonen har gjennom årene hatt forskjellige typer loggere og sensorer. Tabell 8-5 gir en oversikt over når de forskjellige sensorene var koblet til. Vi tar forbehold om at listen er basert på tilgjengelig informasjon og ikke nødvendigvis er komplett.

Disse parametrene måles på stasjonen:

- primærvannstand (1973)
- nedbør (1984)
- smeltevann (1984)
- lufttemperatur (1986)
- sekundærvannstand (2013)
- vanntemperatur (2013)
- relativ luftfuktighet (2013)
- vannstand nedenfor profil (2018)

Tabell 8-5: Oversikt over sensorer på stasjonen. Noe informasjon kan mangle for enkelte sensorer.

Målevariabel	Sensortype	Sensor	Fra	Til
Vannstand 1	Trykkcelle	AquiStar SDI-12 Pressure	19.02.2013	d.d.
	Trykkcelle	Wika trykksensor	2003	19.02.2013
	Flottør	Leine & LindeSFT-logger	1986	2003
	Flottør	Leine & Linde F&P-logger	1984	1986
	Flottør	Leine & Linde Sørums-logger	1974	1984
Vannstand 2	Trykkcelle	AquiStar SDI-12 Pressure	19.02.2013	d.d.
Nedbør 1	Vippe	Lambrecht	16.11.2023	d.d.
	Vippe	Young 52202	14.09.2023	16.11.2023
	Vippe	Lambrecht	19.02.2013	14.09.2023
	Vippe	Plumatic	19.04.1974	19.02.2013
Nedbør 2	Vippe	Plumatic	19.02.2013	d.d.
	Vippe	Lambrecht	2008	19.02.2013
	Vippe	Young	16.12.2004	2007
Vannstand nedenfor	Trykkcelle	Impress Temp and Level Sensor	11.07.2018	d.d.
Snøsmeltekar	Trykkcelle	AquiStar SDI-12 Pressure	19.02.2013	d.d.
Temperatursensor		Campbell CS215	19.02.2013	d.d.
		SIN6042	01.09.2003	19.02.2013

8.1.7 Datakontroll og datakvalitet

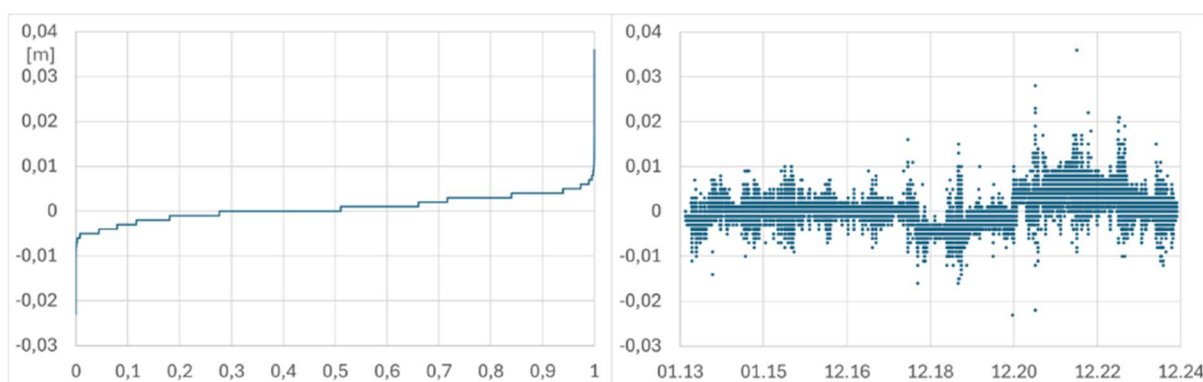
8.1.7.1 Vannstand

Vannstanden svinger normalt mellom 2 cm og 0,5 meter. I løpet av hele observasjonsperioden ble det registrert tre hendelser med vannstander betydelig over 0,5 meter (Figur 8-13). Disse må mest sannsynlig ansees som påvirket av oppstuvning fra nedstrøms. Da stasjonen ble bygd, var utløpet fortsatt en åpen bekk. Etter hvert ble denne stengt. Som nevnt i avsnitt 8.1.3 må vannstand over 0,4 meter tolkes med forsiktighet. Ut fra vannstandsdata nedenfor V-terskelen, som er tilgjengelig fra 2019, er nesten alle hendelser hvor vannstanden oppstrøms terskelen nådde 0,4 meter, påvirket i mer eller mindre stor grad av vannstanden nedstrøms. Denne kunnskapen tilsier at alle hendelser før 2019 der vannstanden beveger seg opp mot 0,4 meter, bare er betinget egnet for videre analyser. Fra 2019 kan vannstanden registrert nedstrøms brukes til kvalitetsvurderinger ved intense hendelser.

Vannstanden reagerer raskt på nedbørshendelser, noe som er typisk for urbane nedbørsfelt. Vannstanden ved tørrvær viser sesongvariasjoner, noe som tyder på en nær korrelasjon med grunnvannstanden.

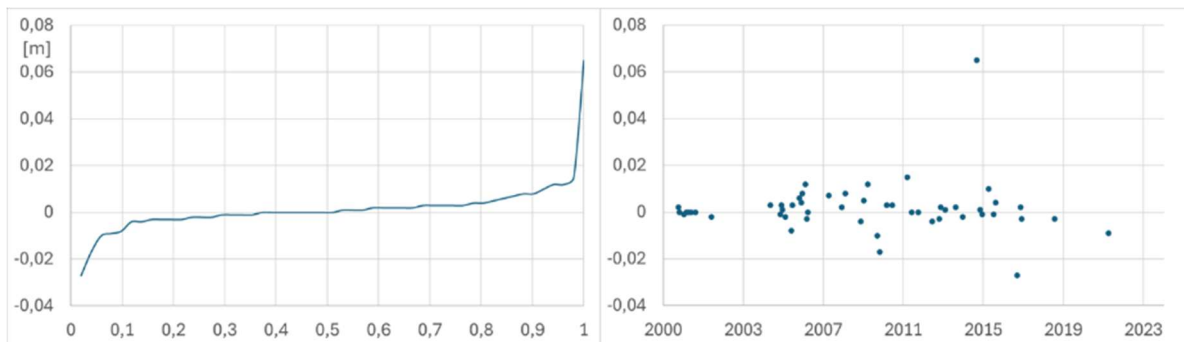
Det finnes dubler vannstandssensor for perioden etter februar 2013, når det ble byttet til Aquistar trykceller. I perioden med to sensorer er sensoravviket særdeles lite. Basert på sammenlignbare rådata fra primær- og sekundærsensor i tidsrommet 2013–2024 har 99,9 prosent av dataene et avvik på ± 1 cm. Merk at nesten 50 prosent av måledataene har et avvik på ± 1 mm (Figur 8-11, venstre).

Figur 8-11 til høyre viser en tidsrelatert sammenligning. Det som er bemerkelsesverdig, er en viss periodisitet med noe økte avvik i sommermånedene. Dette skyldes mest sannsynlig mer intens nedbør i sommermånedene og tilhørende høy vannstand og vannføring, noe som fører til mer turbulens ved V-terskelen og dermed økt sannsynlighet for avvik mellom sensorene.



Figur 8-11: Avvik mellom primær- og sekundærsensor – rådata (persentil og over tid)

Siden 2000 har det blitt gjort 51 kontrollmålinger av vannstanden som kan sammenlignes med registrert vannstand på samme tidspunkt. Avvikene er stort sett ganske små. I ca. 97 prosent av de utførte målingene er avviket $\leq \pm 2$ cm. For ca. 85 prosent av målingene kan det fastslås et avvik på $\leq \pm 1$ cm (Figur 8-12). Det er ingenting som tyder på at det har vært perioder med store avvik siden 2000.



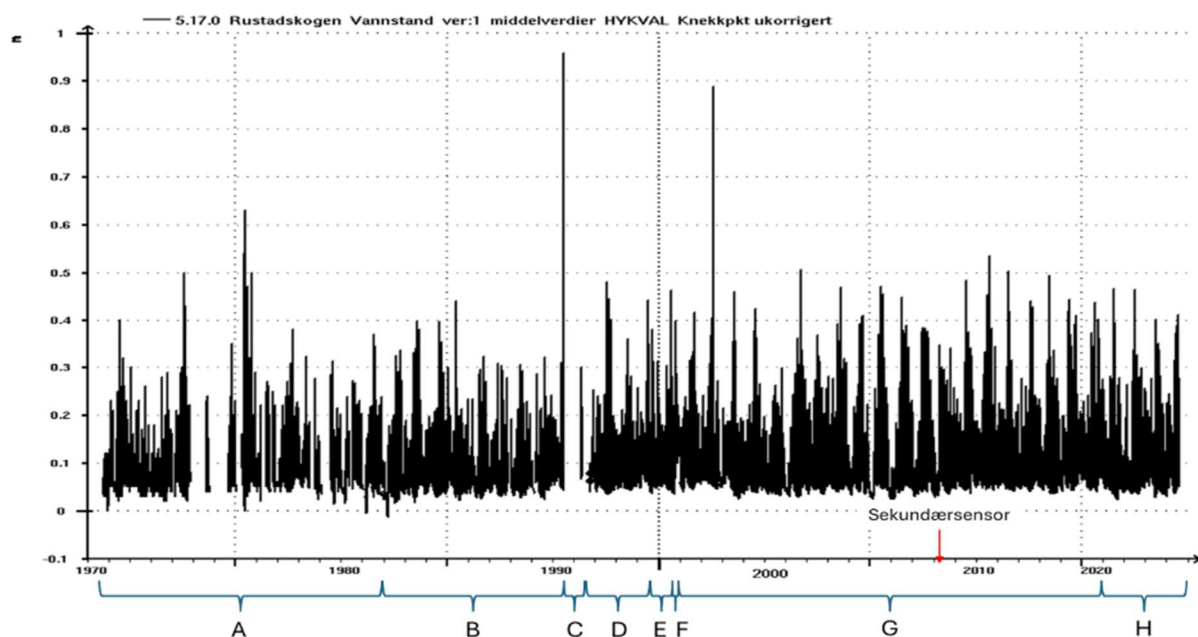
Figur 8-12: Måleavvik ved kontrollmålinger (persentil og over tid)

Siden 2000 har datakvaliteten blitt bedre, og etter installasjonen av sekundærsensoren kan dette underbygges med måledata i tillegg til sammenligningen med nedbørsdataene. Det er fortsatt en usikkerhet ved flomhendelser på grunn av oppstuvning.

Siden 2021 er vannstandsmålingene påvirket av en dreneringspumpe som drenerer i overvannsnett. Dette minsker kvaliteten på rådataene i betydelig grad og gjør dataene svært tidkrevende å kontrollere og bearbeide. Etter databehandlingen kan datakvaliteten likevel vurderes som god, da det som regel er mulig å skille tydelig mellom vannstanden upåvirket og påvirket av dreneringspumpen. Det er bare ved nedbørshendelser med høy intensitet at det er nødvendig å inngå kompromisser, og da avtar påvirkningen med økende vannføring. Vannføringen økes med mellom 4 og 5 liter når dreneringspumpen går. Tabell 8-6 og Figur 8-13 viser vurderinger av datakvalitet over tid for vannstandsmålinger på Sømskleiva urbanstasjon.

Tabell 8-6: Oversikt over grunnleggende sensorer på stasjonen, noe informasjon mangler for enkelte sensorer

	År	Tidsoppløsning	Kommentar
A	1973–1987	varierende	lange perioder uten data, store variasjoner i tidsoppløsning, til dels veldig hakkete
B	1988–juli 1995	varierende	fortsatt hakkete, litt mindre datahull
C	aug. 1995–okt. 1996	varierende	stort datahull med noe data i mai 1996
D	okt. 1996–okt. 1999	varierende	få datahull, stort sett godt samsvar mellom nedbør og vannstand
E	okt. 1999–juni 2000	1 min eventbasert	komplett data med godt samsvar mellom nedbør og vannstand
F	juni 2000–aug. 2000	1 min eventbasert	hakkete data
G	sept. 2000–sept. 2021	1 min eventbasert	stort sett komplett data med godt samsvar mellom nedbør og vannstand – bare noen datahull innimellom
H	sept. 2021–2024	1 min eventbasert	Vannstanden er påvirket av en dreneringspumpe i overvannsnett som øker vannstanden noen cm (tilsvarende ca. 4–5 l/s) når den er på (varer ca. 2–3 minutter). Data er vasket i HYKVAL-arkivet, men det kan ikke utelukkes at data blir påvirket, spesielt under intens nedbør og perioder med høy grunnvannstand. Ellers komplett data med godt samsvar mellom nedbør og vannstand – bare noen datahull innimellom.



Figur 8-13: Måleserie primærvannstand 1973–2024

8.1.7.2 Nedbør

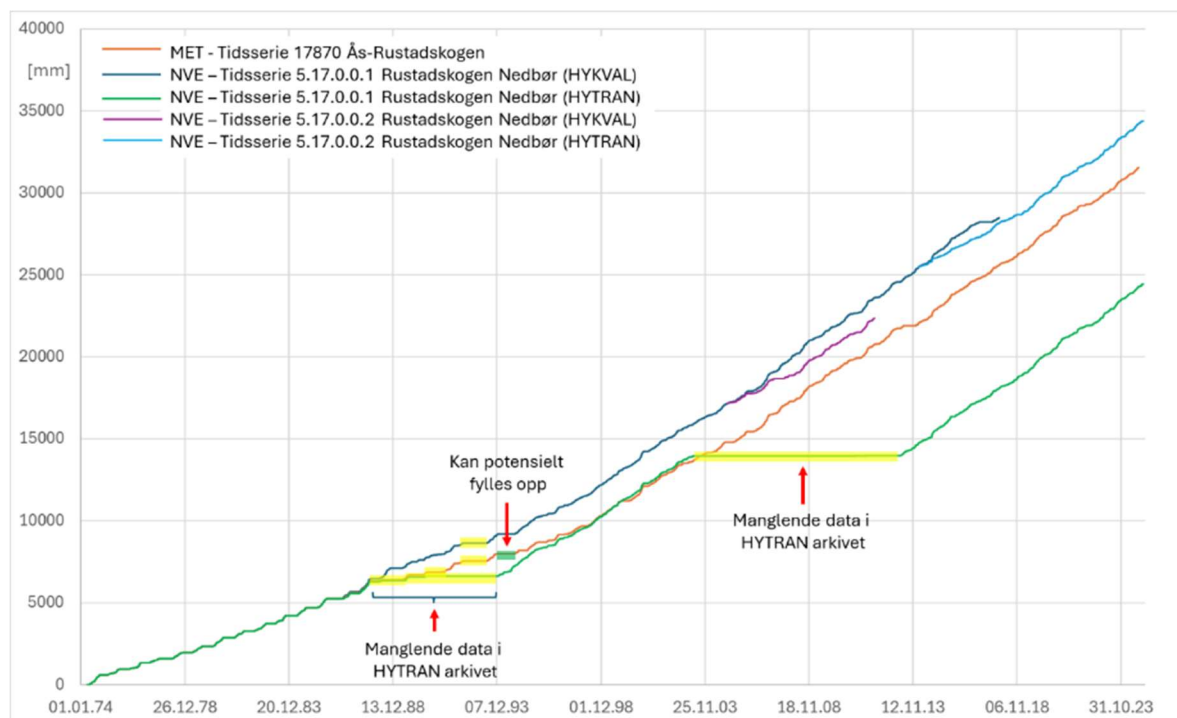
Nedbørsmåleren ble installert kort tid etter at urbanstasjonen ble etablert i april 1974. Nedbørsdata er tilgjengelig fra mai 1974. Først ble det installert en Plumatic nedbørsmåler (oppløsning 0,2 mm) uten oppvarming. I desember 2004 ble det i tillegg installert en Young nedbørsmåler (0,1 mm oppløsning) med oppvarming på stasjonen. Den ble erstattet av en Lambrecht nedbørsmåler med oppvarming i 2008. Måledataene fra Young og Lambrecht var oppført som serie 2 frem til 19.02.2013. Fra denne datoen gikk Plumatic over til serie 2, og Lambrecht har vært oppført som serie 1 siden da. Plumatic ble oppgradert med en varmevifte for vinterdrift ved ukjent dato. Per dags dato er Plumatic fortsatt i drift, men for øyeblikket uten varmeelement.

For perioden mellom 1980 og 1982 er det tidsfeil i enten vannstand- eller nedbørsdata. Tidsfeilen utgjør til dels flere timer, men er ikke jevn, og det er ikke gitt hvilken serie som er feil, så dataene er ikke justert.

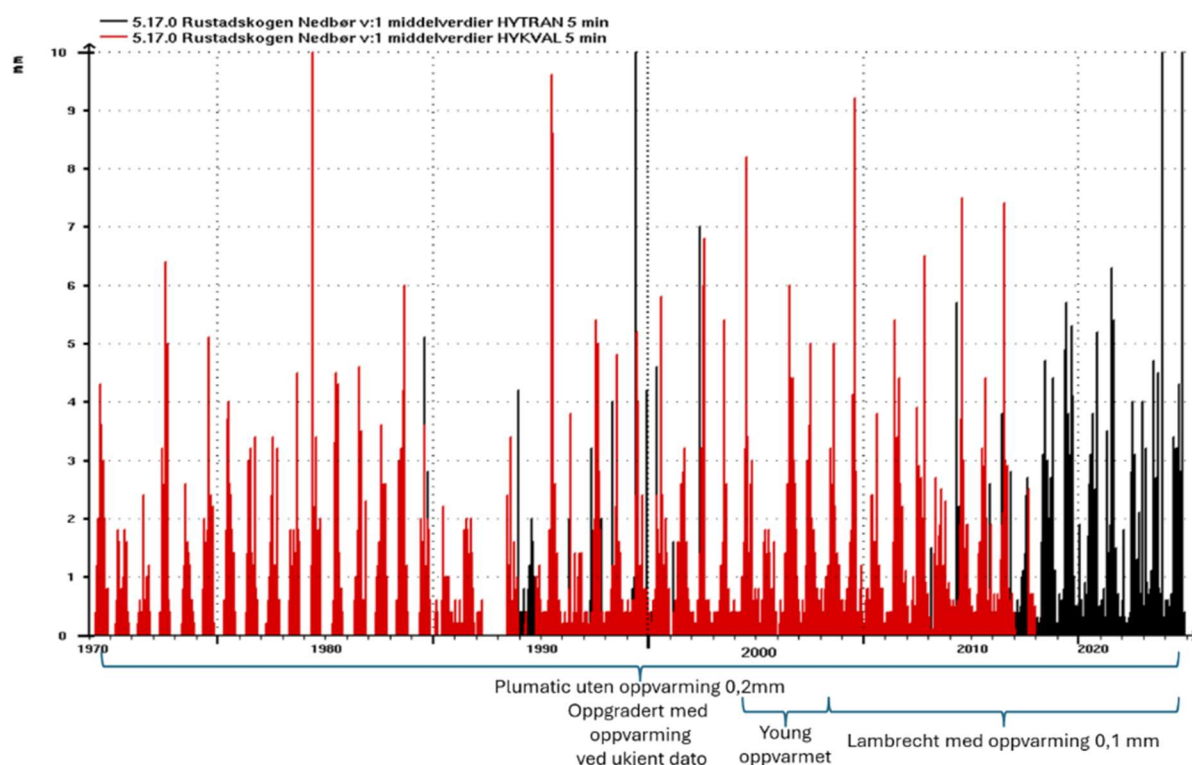
Siden 2017 er nedbørsdataene ikke lenger kvalitetskontrollert av NVE. Her bør data fra MET benyttes – stasjonen ble ført under stasjonsnummer 17870 (Ås-Rustadskogen).

Det er flere større datahull i NVE-arkivene som til dels kunne fylles opp med data fra den sekundære nedbørsmåleren. På vinteren når det blir brøytet, kan det være fare for sprut ned i nedbørsmålerne. Dette gjør datakvaliteten enda mer usikker på vinterstid, særlig de vintrene med mye snø og hyppig brøyting.

Tettere oppfølging av stasjonen og kortere nedetid ved for eksempel tetting av nedbørsmåleren i det siste har hatt en positiv effekt på kvaliteten



Figur 8-14: Akkumulert nedbørsmengde siden stasjonsetablering basert på data fra METs database (oransje) og NVEs database av henholdsvis kontrollerte data (mørkeblå) og ukontrollerte data (grønn) for den primære nedbørssensoren og kontrollerte (lilla) og ukontrollerte data (lyseblå) for den sekundære nedbørssensoren.



Figur 8-15: Registrert nedbørsintensitet (5 min oppløsning) siden 1974

8.1.8 Oppsummering

Rustadskogen kjennetegnes av små endringer i nedbørsfeltet og en svært homogen bebyggelse. Dette gjør det mulig å bruke de innsamlede vannføringsdataene uten å måtte ta spesielle hensyn til endringer i nedbørsfeltet. Et spesielt kjennetegn er at den nordlige delen av nedbørsfeltet ikke drenerer topografisk mot urbanstasjonen på naturlig måte, men ledes mot urbanstasjonen i form av drenering via overvannsnett. Dette tilsvarer ca. 30 prosent av det totale feltarealet.

Det er indikasjoner på en viss påvirkning av grunnvannsnivået på vannføring fra nedbørsfeltet, uten at dette er undersøkt særskilt.

Stasjonen har en tendens til å stuve opp fra utløpskanalen under mer intense nedbørshendelser. Som beskrevet ovenfor, skjer dette dessverre ofte. Bare siden 2019 er det registrert tolv hendelser der det ikke kan utelukkes at nedstrøms vannstand har påvirket måleresultatene. Det er derfor tvilsomt om dataene egner seg til flomanalyse eller modellering av ekstreme nedbørshendelser.

Siden 2021 har en dreneringspumpe vært i drift i overvannsnett, noe som fører til ytterligere usikkerhet i måledataene og gjør datakontroll og -prosessering mye mer tidkrevende.

8.2 Vestli 6.12

8.2.1 Historikk

Stasjonen ble etablert i 1974 i forbindelse med prosjektet *Urbaniseringens innvirkning på avrenningsforholdene i små nedbørsfelt* (Tollan, 1974) som én av to stasjoner i Oslo. Stasjonen blir driftet i samarbeid med VAV i Oslo kommune og ligger på 155 moh.

Det er skrevet en rekke masteroppgaver med data fra Vestli, og masteroppgaven til Brennhovd (2014) inneholder blant annet hydrauliske vurderinger av målestasjonen.

Oppgaver og rapporter:

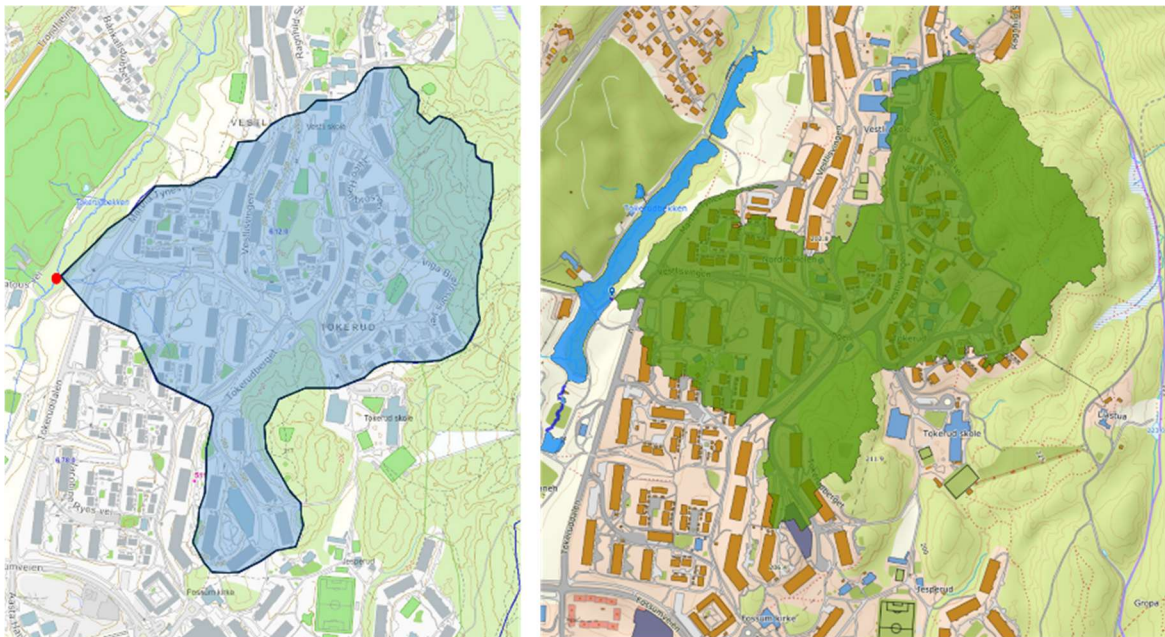
- Brennhovd, B. (2014): Målt og modellert avrenning: analyse av ledningsnett og urbanstasjon på Vestli i Oslo. Masteroppgave NMBU 2014
- Tollan, A. (1974): Program for rensing av avløpsvann: prosjekt 4.2. «Urbaniseringens innvirkning på avrenningsforholdene i små nedbørsfelt» (B.2). NVE-rapport.

8.2.2 Nedbørsfelt

Stasjonen ligger i et boligområde i Vestli nordøst i Oslo kommune. Bebyggelsen i området består av bolighus i tillegg til en barneskole. Figur 8-16 viser et oversiktskart over nedbørsfeltet, og Tabell 8-7 og Tabell 8-8 viser nøkkeltall for arealfordelingen og avvikende informasjon fra forskjellige kilder. Feltet var bebygd da målingene begynte (Tollan, 1974, Figur 8-16), og det gjensto kun parkmessig bearbeiding. Alle veier, parkeringsplasser, fortau og gangveier var ferdig asfaltert. Det er separat avløpssystem i området, og stasjonen ligger i hovedledningssystemet for overvann. To meter nedenfor stasjonen går avløpet fra stasjonen i samløp med Tokerudbekken. Basert på flybildene (Figur 8-17) kan man anta at nedbørsfeltet knapt har endret seg siden stasjonen ble bygd, med tanke på arealbruk og andel tette flater. Også her finnes det ulike opplysninger om arealstørrelsen (Tabell 8-8) i de forskjellige kildene. De varierer fra 0,303 km² (Brennhovd, 2014) til 0,412 km² (NVE-rapport 34/2024).

Tabell 8-7: Feltareal og arealfordeling (NVE, 2025)

Feltareal	0,41 km ²
Myr	0,36 %
Sjø	0,36 %
Dyrkningsgrad	2,5 %



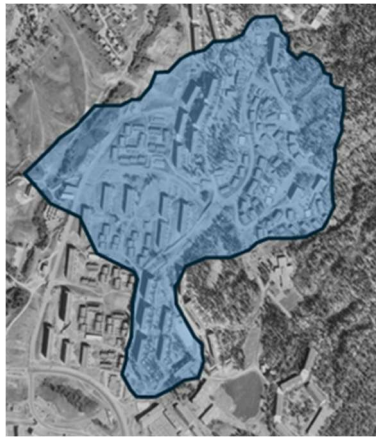
Figur 8-16: Vestli målestasjon med nedbørsfelt – NVE temakart 2025 (venstre) / Scalgo GIS-analyse (høyre)

Tabell 8-8: Avvikende/ytterligere informasjon om feltareal og arealfordeling

Kilde	Feltareal
NVE-rapport 34/2024	0,412 km ²
	21 % impermeable flater
NVE-rapport 2016:50	0,384 km ²
	30 % impermeable flater
	89 % urbaniseringsgrad
GIS-analyse med Scalgo (2025)	0,37 km ²
Tidligere GIS-analyse i 2017	0,410 km ²
Brennhovd (2014)	0,303 km ²
	27,7 % impermeable flater
	16,5 % takflater
	11,2 % vei
Tollan (1974)	0,366 km ²



Oslo kommune og Field Geospatial
AS 1971-09-07



Statens kartverk
1975-07-17



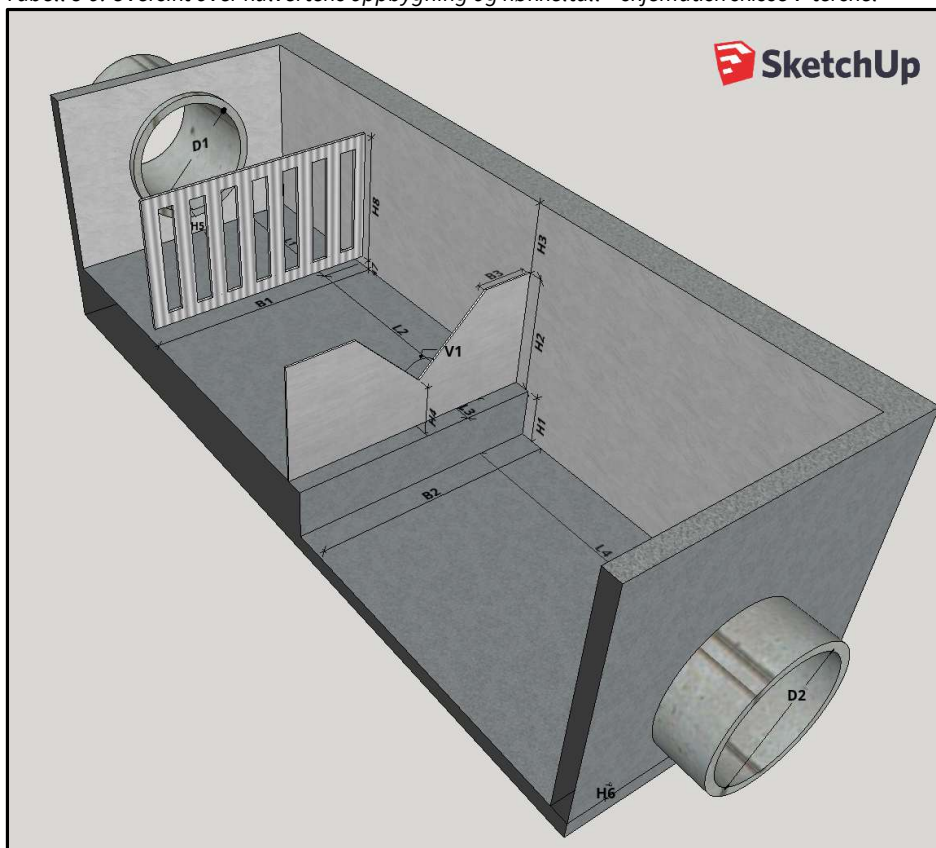
Statens kartverk, Oslo kommune
2024-04-21

Figur 8-17: Utvikling av nedbørsfeltet fra 1975 til 2024, ©norgeibilder.no – feltgrensene er basert på NVE Atlas (2025)

8.2.3 Kulvert og profil

Det er ikke kjent hvor store regnintensiteter kulverten og profilet på Vestli er dimensjonert for. Innløpsrøret, som har en diameter på 790 mm, er ikke utstyrt med en energidempende rist. Utløpet til Tokerudbekken ligger like bak V-profilet og er sikret med en rist mot uønsket tilgang. Tabell 8-9 viser nøkkeltall for kulverten og profilet, og Figur 8-18 til Figur 8-22 viser bilder tatt på stasjonen og deler av nedbørsfeltet. Overvannsnettets er av betongrør (G-rør) og ble lagt i perioden 1969–1972 (Brennhovd, 2014). Høsten 1984 fikk målekummen på Vestli innlagt elektrisk strøm. Dette gjorde at stasjonen kunne driftes bedre på vinterstid. Stasjonen ble utstyrt med en trykkcelle nedstrøms V-terskelen i 2018 for å oppdage hendelser hvor vannstanden nedstrøms kunne påvirke vannstanden oppstrøms måleprofilet.

Tabell 8-9: Oversikt over kulvertens oppbygning og nøkkeltall – skjematisk skisse V-terstel



[cm]	Ref. figur	Forklaring
79	D1	Diameter innløpsrør
bekk	D2	Diameter utløpsrør
159	B1	Bredde basseng ovenfor V
204	B2	Bredde basseng nedenfor V
ukjent	B3	Bredde V-profil, slutt V til vegg
36	H1	Høyde bunn basseng nedenfor V til nedre kant V-platen
70	H2	Høyde V-platen (overgang til rektangulært profil)
142	H3	Høyde topp V-plate til tak
ukjent	H4	Høyde bunn V-plate til bunn V
ukjent	H5	Høyde bunn basseng ovenfor V til bunn av innløpsrør
ukjent	H6	Høyde bunn basseng nedenfor V til bunn av utløpsrør
nei	H7	Hvis dempningsrist: høyde opp til bunn rist
nei	H8	Hvis dempningsrist: høyde på rist
nei	L1	Hvis dempningsrist: lengde basseng ovenfor rista
nei	L2*	Hvis dempningsrist: lengde basseng mellom rista og V-plate
230	L1+L2	Hvis IKKE dempningsrist: lengde bassenget ovenfor V-plate
24	L3	Lengde terskel/skråning nedenfor V-plate
170	L4	Lengde basseng nedenfor V-plate
136,4°	V1	Vinkel: V-profil
ukjent	V2	Helning innløpsrør
65°/∞	V3	Helning utløpsområde



Figur 8-18: Tilløp, kulvert og profil (Foto: NVE)



Figur 8-19: Utløp (Foto: NVE)



Figur 8-20: Stasjonen sett nedstrøms (Foto: NVE)



Figur 8-21: Luke ned til kulvert



Figur 8-22: Bilde av deler av nedbørsfeltet på Vestli (Foto: NVE)

8.2.4 Hydraulikk

Ved stor flom er det antatt oppstuvning nedstrøms på grunn av underdimensjonert kulvert på gangbrua over Tokerudbekken. Ettersom det tidligere er registrert flere hendelser med en vannstand på over 0,45 meter, som mistenkes å skyldes oppstuvning (Figur 8-23) nedstrøms V-tersekelen (blant annet i oktober 1987 og flere episoder høsten 2000), ble det i februar 2018 installert en vannstandssensor nedstrøms. Siden da er det registrert to hendelser der nedstrøms vannstand tydelig har påvirket overløpet over terskelen. En påvirkning kan ikke utelukkes for to videre hendelser med vannstand litt under spissen til V-tersekelen. De to hendelsene med tydelig påvirkning har foregått under «Hans» (07.08.2023) og «lille Hans» (27.08.2023) med store nedbørsmengder over lengre tid som har ført til flom i vassdragene. Det samme gjelder mer eller mindre for de to andre hendelsene, som er preget av våte perioder med nedbør over lengre tid som har ført til vassdragsflom i Tokerudbekken. Korte styrtregnhendelser, som er vanlig i sommermånedene, har ikke hatt samme påvirkning. Fra 2018 er det observert flere hendelser med målt vannstand oppstrøms godt over 0,4 meter, og til og med 0,5 meter, som ikke er påvirket av oppstuvning nedstrøms.



Figur 8-23: Bilde fra episode med oppstuvning i Tokerudbekken utenfor V-overløpet (bilde hentet fra Brennhovd, 2014)

Brennhovd (2014) har simulert den hydrauliske kapasiteten til overvannsnettets oppstrøms Vestli. Det ble laget fire modeller for å beregne overvannsavrenningen i Vestli-feltet ved hjelp av programvarene SWMM og ROSIE. De viste en korrelasjon mellom målt og simulert vannføring under middels og lav nedbør. Når den maksimale vannføringen var mindre enn 400 liter per sekund, var det god korrelasjon mellom målt og simulert vannføring. Ved kraftig nedbør viste simuleringene en maksimal vannføring som var 50 prosent høyere enn den målte vannføringen.

Årsakene til det dårlige samsvaret mellom modellen og de faktiske målingene ved høye vannføringer er ifølge Brennhovd (2014) blant annet:

- Vannet renner forbi sluk under intense nedbørshendelser om det er for få sluk eller for lite kapasitet.
- Oppstuvning i og utenfor V-overløpet på urbanstasjonen gir feil vannføring.
- Det er målefeil i regnmåler eller flottør.
- Nedbørshendelser kan forekomme lokalt, slik at nedbøren som brukes i modellkalibreringen, ikke er representativ for hele nedbørsfeltet.

Det er nylig blitt kjent at det er et overløp i overvannsnettets oppstrøms urbanstasjonen, slik at det ved spesielt intense nedbørshendelser må forventes at en del av overvannet ikke når målestasjonen. I tillegg må det nevnes at vannføringskurven er teoretisk og ikke validert for vannføring over 100 l/s. Målingene ved høyere vannføring (> 80 l/s) viser en tendens til at kurven undervurderer vannføringsmengden basert på vannstanden (Figur 8-24). Dette skyldes mest sannsynlig for høye strømningshastigheter ovenfor måleprofilen, slik at de gyldige rammebetingelsene for målemetoden med V-terskel ikke er oppfylt, noe som fører til underestimering av den faktiske vannføringen (kap. 8.2.5).

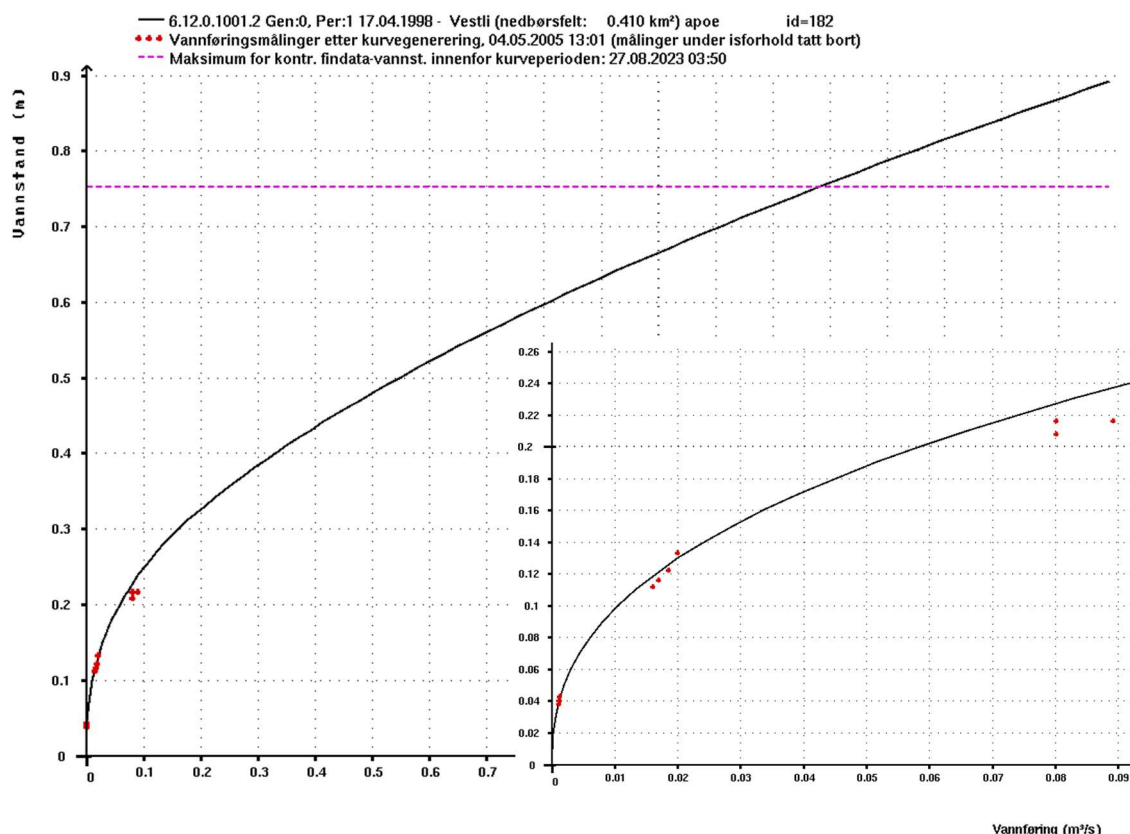
8.2.5 Vannføringskurve

Stasjonen har en teoretisk vannføringskurve, som vist i Tabell 8-10 og Figur 8-24. Det er gjort en del volumetriske kontrollmålinger på stasjonen, og fra 2016 er det også gjort noen saltmålinger. Kontrollmålingene viser en underestimering av den faktiske vannføringen sammenlignet med den teoretiske vannføringskurven. Fra juni 2016 til februar 2017 var det montert et flygel i kulverten på Vestli for å måle vannhastigheten gjennom kulverten. Flygelet var montert ca. 60 cm oppstrøms V-terskelen og 10 cm under spissen av V-profilen. Ved en vannstand på 0,4 meter ble det målt en hastighet på 0,5 m/s gjennom kulverten. For bruk av den teoretiske vannføringskurven må dette ansees som høyt, og det kan føre til en underestimering av vannføringen.

Tabell 8-10: Vannføringskurve i tabellformat

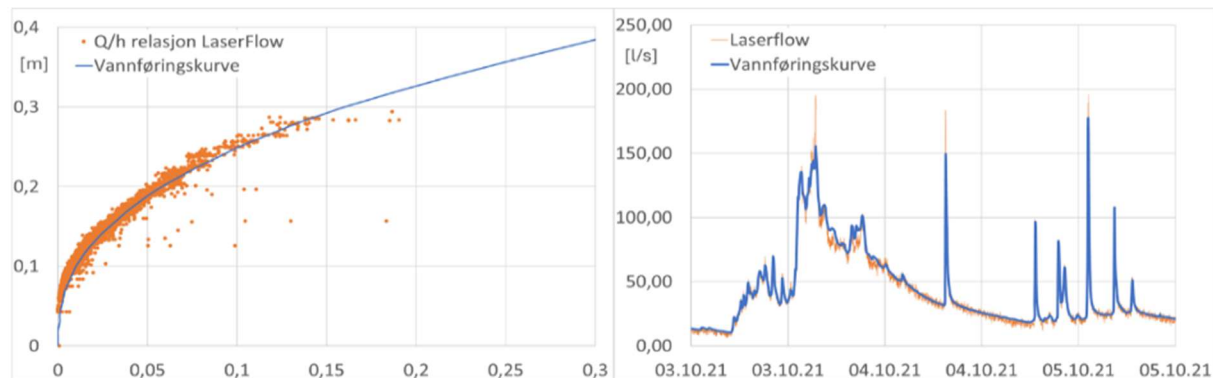
Vannføringstabell for 6.12.0.1001.1 Gen:0, Per:1 01.02.1974 - 13.02.2004 id=183 Vestli (nedbørsfelt: 0,410 km²) apoe (Målinger er basert på punkter fra teoretisk sammensatt V-profil under rektangulært-profil. Antas meget bra forhold for teoretisk tilnærming på stasjonen.)

segment nr. 1:	Q =	3.15952 (h +	0.0000) **	2.48018	Gjelder for	0.000 <= høyde <	0.298			
segment nr. 2:	Q =	2.72498 (h +	-0.1120) **	1.69682	Gjelder for	0.298 <= høyde <	1.180			
vannføring i kubikkmeter pr. sekund										
vannstand(m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.0	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.003	0.004	0.006	0.008
0.1	0.010	0.013	0.016	0.020	0.024	0.029	0.034	0.039	0.045	0.051
0.2	0.058	0.066	0.074	0.083	0.092	0.101	0.112	0.123	0.134	0.147
0.3	0.160	0.175	0.190	0.206	0.222	0.239	0.256	0.274	0.292	0.310
0.4	0.330	0.349	0.369	0.390	0.411	0.433	0.454	0.477	0.500	0.523
0.5	0.547	0.571	0.595	0.620	0.646	0.671	0.698	0.724	0.751	0.779
0.6	0.807	0.835	0.864	0.893	0.922	0.952	0.982	1.013	1.044	1.075
0.7	1.107	1.139	1.171	1.204	1.238	1.271	1.305	1.339	1.374	1.409
0.8	1.445	1.481	1.517	1.553	1.590	1.627	1.665	1.703	1.741	1.780



Figur 8-24 Vannføringskurven for Vestli målestasjon (svart linje), utførte vannføringsmålinger (røde punkter) og maksimum for kontrollerte findata (rosa linje)

I forbindelse med overvannsprosjektet ble det høsten 2021 installert en rørstrømningsmåler i kummen oppstrøms stasjonen parallelt med vannstandsmålerene på stasjonen. Det ble blant annet benyttet en laser-doppler. Vannføringen på urbanstasjonen basert på vannstandsmålinger og bruk av vannføringskurven og resultatene fra målingene med laser-doppleren stemte godt overens for vannføringer opp til 100 l/s (Figur 8-25, høyre). Det ble imidlertid også registrert hendelser med betydelig mer enn 100 l/s vannføring. Her kan det observeres at vannføring som er registrert med laser, i noen tilfeller er en god del høyere enn verdiene som er bestemt ut fra vannstanden og vannføringskurven. Dette støtter antakelsen om at strømningshastigheten på stasjonen øker betydelig ved høyere vannføringer og fører til en underestimering av den faktiske vannføringen ved bruk av den etablerte vannføringskurven (Figur 8-25, venstre). En samtidig montert CW Doppler viser ikke så store avvik, men resultatene av dopplermålingen bør betraktes med forsiktighet på grunn av den lave vannstanden i tilløpsrøret og utfordringene en doppler har under slike forhold.



Figur 8-25 Vannføringsmålinger høst 2021, sammenligning vannføringskurve og rørstrømningsmålinger

8.2.6 Instrumentering

Stasjonen har gjennom årene hatt forskjellige typer loggere og sensorer. Tabell 8-11 gir en oversikt over når de forskjellige var koblet til. Vi tar forbehold om at oversikten er basert på tilgjengelig informasjon og ikke nødvendigvis er komplett.

Disse parametrene måles på stasjonen:

- primærvannstand (1974)
- nedbør (1974)
- lufttemperatur (1992)
- sekundærvannstand (2010)
- vanntemperatur (2013)
- relativ luftfuktighet (2013)
- vannstand nedstrøms V-terstel (2018)

Tabell 8-11: Oversikt over sensorer på stasjonen, noe informasjon mangler for enkelte sensorer.

Målevariabel	Sensortype	Sensor	Fra	Til
Vannstand 1	Flottør	Optisk enkoder Leine & Linde	08.08.1995	01.06.2004
		Optisk enkoder Leine & Linde	03.01.1995	08.08.1995
	Flottør	SFT-logger	08.08.1987	01.12.1998
	Flottør	F&P-logger	22.08.1984	25.03.1987
	Flottør	Sørum-logger	18.04.1974	22.08.1984
Vannstand 2	Flottør	Hander 436M SDI-12 enkoder	01.12.1998	d.d.
Vannstand 3	Trykkselle	OTT Plus	25.01.2022	d.d.
Sekundær vannstand	Trykkselle	Aquistar SDI-12 Pressure	23.04.2024	d.d.
	Trykkselle	AquiStar SDI-12 Pressure		
		Seametrics PT2X Pressure	21.01.2022	05.09.2022
	Trykkselle	AquiStar SDI-12 Pressure	04.05.2018	21.01.2022
		Impress SDI-12 Pressure	09.12.2014	04.05.2018
	Trykkselle	AquiStar SDI-12 Pressure	04.07.2013	18.10.2013
	Trykkselle	AquiStar SDI-12 Pressure	23.11.2010	04.07.2013
Vannstand nedstrøms	Trykkselle	AquiStar SDI-12 Pressure	08.02.2018	
Nedbør	Vippe	Lambrecht	04.07.2013	d.d.
	Vippe	Plumatic	18.04.1974	04.07.2013
Nedbør versjon 3	Vekt	Geonor	17.04.1998	13.02.2004
Nedbør versjon 4	Impact	Vaisala WXT531	16.03.2018	21.02.2022
Lufttemperatur	Temperatur	Campbell CS215	04.07.2013	d.d.
		Sutron 5600-2000	17.04.1998	04.07.2013

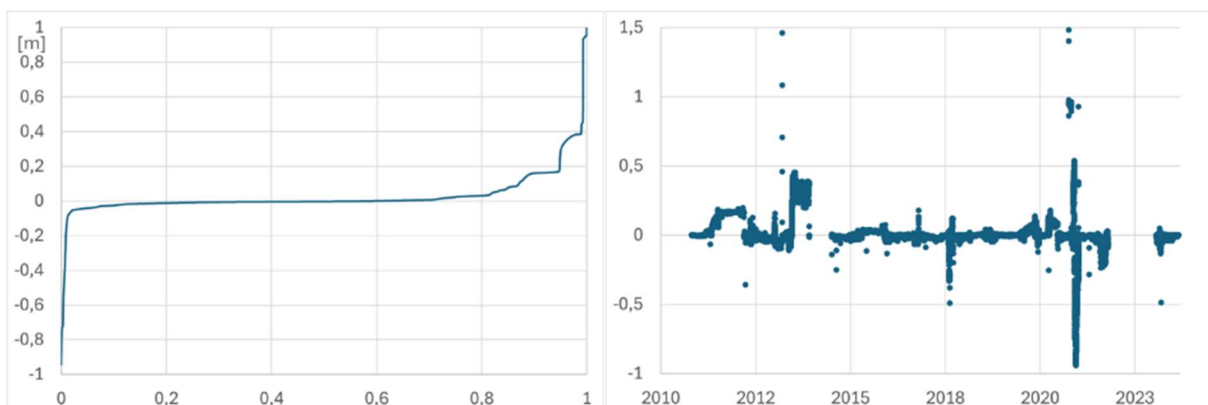
8.2.7 Datakontroll og datakvalitet

8.2.7.1 Vannstand

Det har blitt registrert vannstand ved Vestli stasjon siden 1974. Versjon 1 er basert på data fra ulike flottørsystemer og ble avsluttet i 2004. I slutten av 1998 ble det installert en annen flottør (Hander 436M) som fortsatt er i bruk i dag som versjon 2, og som er oppført som primærvannstand. I 2010 ble det installert en trykksensor for å registrere sekundærvannstanden, men den viste tydelige tegn på nullpunkttsdrift (gradvis økende avvik fra riktig verdi) kort tid etter installasjonen. Til tross for flere utskiftninger av sekundærsensoren er hele perioden frem til 2024 preget av ganske dårlig datakvalitet for sekundærsensoren med lange tidsrom uten data og gjentatte perioder der trykksensoren hadde en tendens til å drifte. Her er dataene fra primærsensoren mye mer pålitelige og kan ansees som brukbare for de siste årene. Siden januar 2022 har en annen trykksensor vært i drift som testsensor – den kan finnes under serie 3.

Vannstanden ved lav vannføring i sommermånedene ligger generelt mellom 3 og 6 cm. Svingningene skyldes antakelig ulike grunnvannsnivåer i sommermånedene innenfor observasjonsperioden. De høyeste vannstandene under styrtregn ligger som regel rundt 0,4 meter. Dersom vannstanden overstiger 0,45 meter, bør det undersøkes om vannstanden oppstrøms er påvirket av oppstuvning fra nedstrøms og flom i Tokerudbekken. Det har vist seg at slike konstellasjoner kan oppstå ved kraftig nedbør over lengre tid, som for eksempel under «Hans» og «Lille Hans» (avsnitt 8.2.4), der det ble målt en ATH på 0,75 meter den 27. august 2023. Vannstandssensoren som ble installert nedenfor V-terskelen i 2018, indikerte samtidig en vannstand på 0,73 meter nedstrøms. Dataene for denne hendelsen bør derfor ikke brukes for kalibreringsformål. Derimot ble det registrert vannstander over 0,5 meter som ikke var påvirket fra nedstrømssiden (f.eks. 24.09.2024).

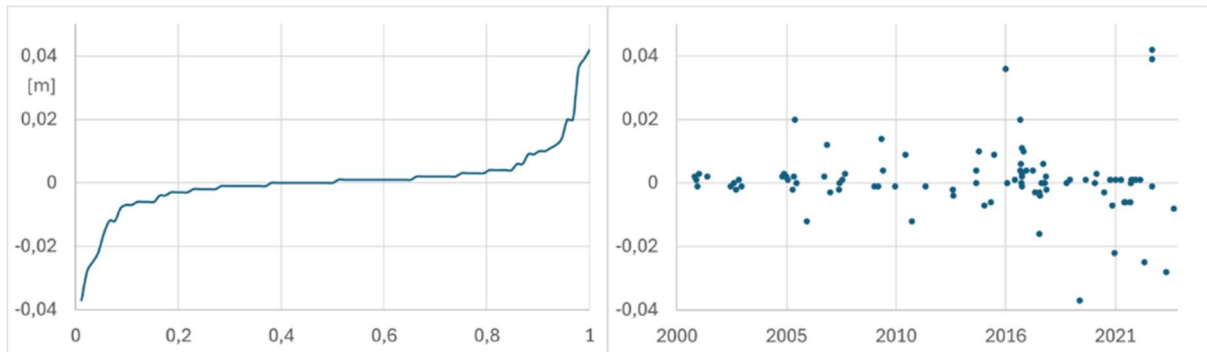
At datakvaliteten fra sekundærsensoren ikke er spesielt god, blir også tydelig når man sammenligner måledataene fra den primære og sekundære serien, som vist i Figur 8-26. For eksempel ligger 62,7 prosent av måledataene innenfor et avvikintervall på ± 2 cm og 50,6 prosent innenfor intervallet ± 1 cm. Sammenlignet med andre stasjoner er dette en svært dårlig verdi som underbygger den visuelle vurderingen av måledataene og de nevnte driftsproblemene med sensorene for sekundær vannstand.



Figur 8-26: Avvik mellom primær og sekundær sensor – rådata (persentil og over tid)

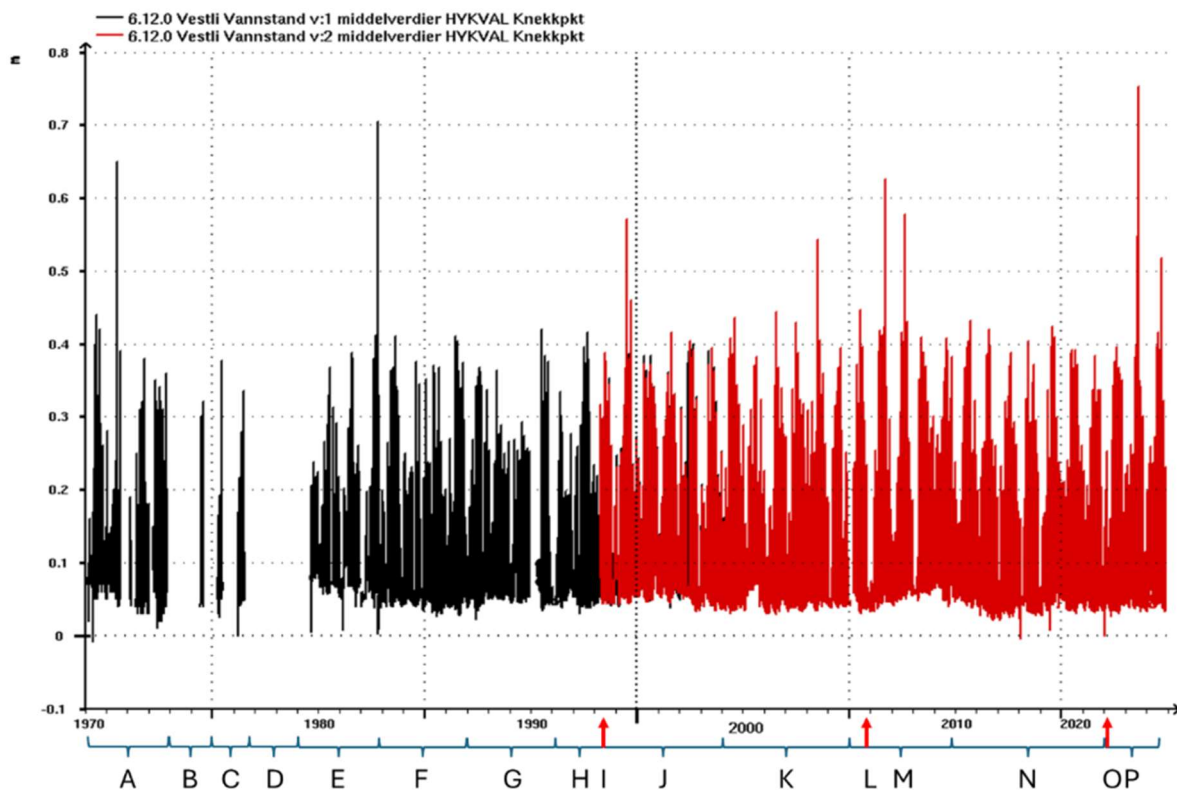
De store avvikene mellom primær- og sekundærdata, som skyldes nullpunktsdrift og instrumentfeil på den sekundære sensoren, gjør det vanskelig å trekke konklusjoner om kvaliteten på primærdataene.

Siden år 2000 har det blitt gjort 92 kontrollmålinger av vannstanden som kan sammenlignes med registrert vannstand på samme tidspunkt. Avvikene er stort sett akseptable. I ca. 87 prosent av målingene er avviket $\leq \pm 2$ cm. For ca. 82 prosent av målingene er avviket $\leq \pm 1$ cm (Figur 8-27). Fra rundt 2010 og fremover er det til dels større spredning i avviket ved kontrollmålingene.



Figur 8-27: Måleavvik ved kontrollmålinger (persentil og over tid)

Tabell 8-12 og Figur 8-28 viser vurderinger av datakvalitet over tid for vannstandsmålinger på Vestli urbanstasjon.



Figur 8-28: Måleserie primærvannstand (serie 1 og 2) 1974–2024

Tabell 8-12: Oversikt over vannstandsmålinger på Vestli urbanstasjon

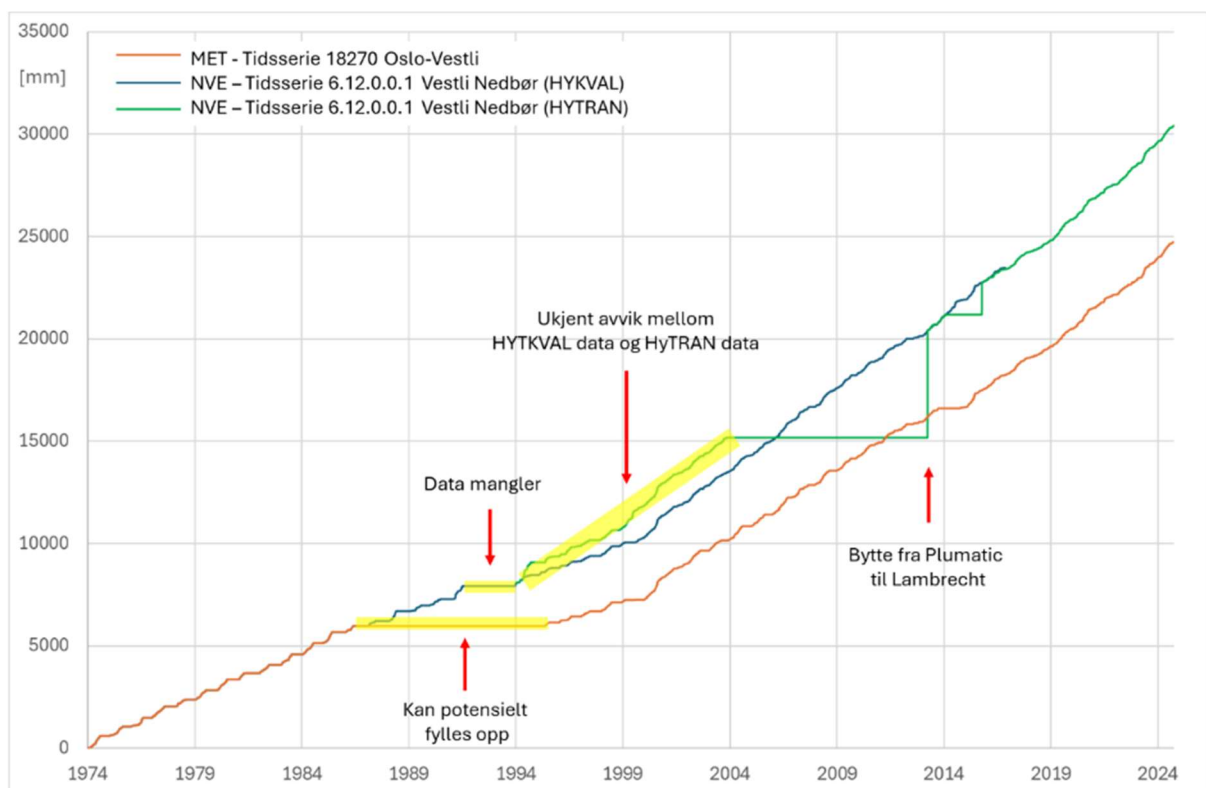
	År	Tidsoppløsning	Kommentar
A	1974–1977	varierende	én sensor, lange perioder uten data, store variasjoner i tidsoppløsning, til dels veldig hakkete
B	1978–1980		manglende data
C	1980–1981	varierende	store deler av året med manglende data, ellers veldig hakkete og lite troverdig
D	1982–1984		manglende data
E	1984–1988	1 min eventbasert	fortsatt hakkete, noen perioder mangler, til dels ingen samsvar mellom nedbør og vannstand
F	1988–1992	1 min eventbasert	fortsatt hakkete, noen perioder mangler, noe bedre samsvar mellom nedbør og vannstand
G	1992–1996	1 min eventbasert	mindre hakkete, noen perioder mangler
H	1996–1998	1 min eventbasert	data virker hakkete, til dels tidsforskjell mellom nedbør og vannstand
I	aug. 1998	1 min eventbasert	I august 1998 ble det installert ytterligere en flottør som føres som serie 2.
J	1998–2004	1 min eventbasert	to vannstandsserier i parallell, stort sett god overensstemmelse, noen få perioder med manglende data, en lengre periode i 2002 med manglende data
K	2004–2010	1 min eventbasert	Vannstandsserie 1 ble avsluttet i februar 2004. Noen kortere perioder med manglende data. Lengre periode uten data i overgangen fra 2009 til 2010. Ellers ser dataene greie ut, med stort sett godt samsvar mellom nedbør og vannstand.
L	nov. 2010	1 min eventbasert	Trykkcelle for sekundær vannstand ble installert.
M	2011–2014	1 min eventbasert	Sekundærvannstand sterkt påvirket av nullpunktsdrift i målingene, ingen sekundærvannstand i 2014, ellers ser primærdataene greie ut
N	2015–2022	1 min eventbasert	Primærvannstand ser stort sett bra ut. Noe bedre sekundærdata, men fortsatt preget av nullpunktsdrift og manglende og rare data.
O	jan. 2022	1 min eventbasert	Ott-Trykkcelle serie 1000.3 ble installert.
P	2022–juni 2024	1 min eventbasert	Sekundærdata mangler – primærdataene ser greie ut.
	juni 2024–d.d.	1 min eventbasert	Både primær- og sekundærdataene ser bra ut.

8.2.7.2 Nedbør

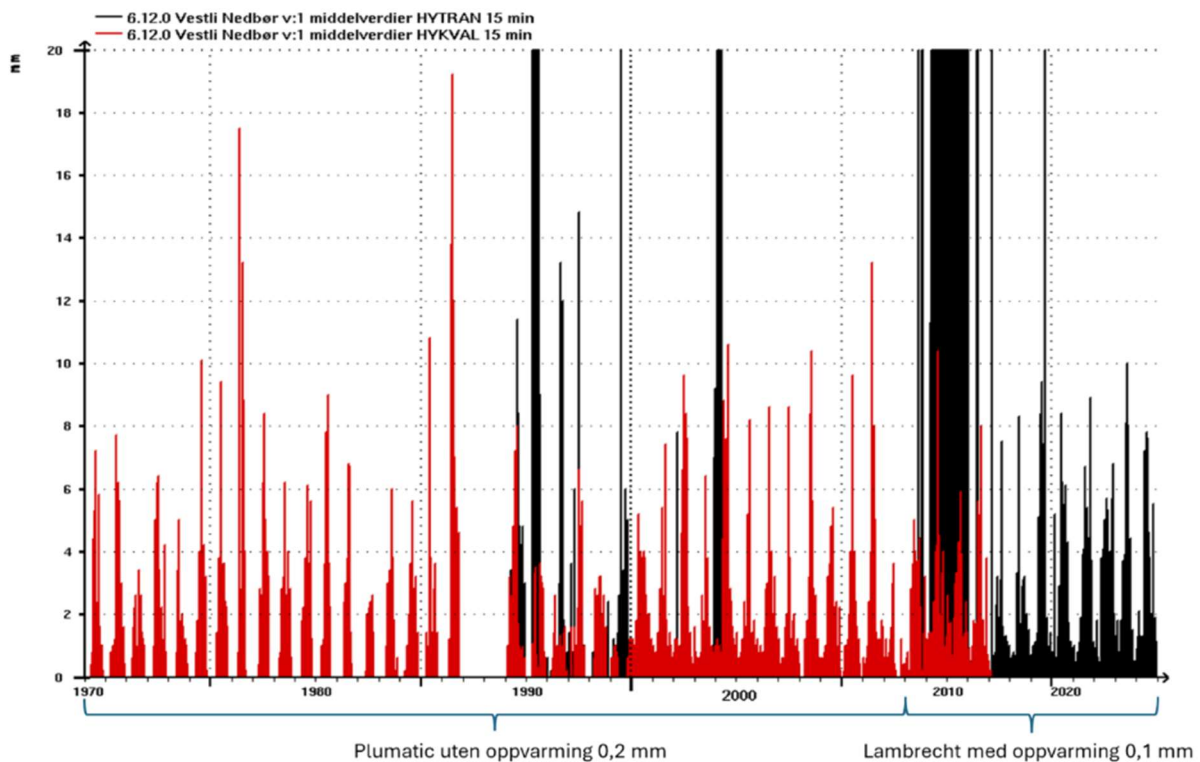
Nedbørsdata for stasjonen har vært tilgjengelig i NVE sine arkiver siden april 1974 (Figur 8-29 og Figur 8-30). Dataene ble registrert med en Plumatic nedbørsmåler (0,2 mm oppløsning) som ble skiftet ut mot et Lambrecht vippepluviometer (0,1 mm oppløsning) i 2013 (Tabell 8-11 og Figur 8-30). Lambrechten er oppvarmet og kan dermed driftes hele året. Basert på nedbørsdataene må man anta at Plumatic også ble utstyrt med et varmeelement på 90-tallet. Et konkret tidspunkt er ikke kjent. Nedbørsdataene er også tilgjengelige på METs nettsider (seklima.met.no) under stasjonsnummer 18270, dataene avviker til dels fra hverandre.

Det er datahull i både MET-dataene og Hydra II-arkivene, og noen av disse kan potensielt fylles. Siden 2017 er nedbørsdataene ikke lenger kvalitetskontrollert av NVE. Her bør METs database brukes, selv om ikke alle mangler blir fanget opp her heller. Tettere oppfølging av stasjonen og kortere nedetid ved for eksempel tetting av nedbørsmåleren har hatt en positiv effekt på datakvaliteten.

En vesentlig faktor som påvirker kvaliteten på nedbørsdataene, er vegetasjonen i umiddelbar nærhet av stasjonen. Anbefalingene fra World Meteorological Organization (WMO) om avstand mellom vegetasjon og bygninger er langt fra overholdt, selv om noen av de eksisterende trærne ble hugget ned i 2022. Vi antar derfor at de registrerte nedbørsmengdene er noe lavere enn den faktiske nedbørsmengden. Dette kan imidlertid ikke kvantifiseres og har også endret seg over tid og med den voksende vegetasjonen. I tillegg til nedbørsmålerne som er nevnt ovenfor, ble det installert to andre systemer for eksperimentelle formål. En Geonor-regnmåler med veiecelle fra 1998 til 2001 og en Vaisala WXT 531 impact-måler fra 2018 til begynnelsen av 2022.



Figur 8-29: Akkumulert nedbørsmengde siden stasjonsetablering basert på data fra METs database (oransje) og NVEs database med henholdsvis kontrollerte data (blå) og ukontrollerte data (grønn)



Figur 8-30: Registrert nedbørsintensitet (15 min oppløsning) siden 1974

8.2.8 Oppsummering

Den største utfordringen med Vestli urbanstasjon er utvilsomt usikkerheten om hvor stor andel av overvannet som «forsviner» ut av overvannsnettets knyttet til Vestli via overløpet under ekstreme hendelser. Det er mulig å anslå usikkerheten med en kvalitativ registrering av overløp ved kraftig nedbør i fremtiden. En kvantitativ bestemmelse vil imidlertid neppe være mulig med rimelig innsats, da en vannføringsmåling ved slike overløpsterskler vanligvis er beheftet med en betydelig usikkerhetsfaktor. I denne sammenhengen må man i tillegg ta hensyn til en mulig underestimering av vannføringsmålingene på grunn av for høy hastighet oppstrøms V-terskelen (avsnitt 8.2.5).

En annen ulempe med stasjonen er at svikt og nullpunktsdrift i sekundærsensoren gjør det vanskelig å sammenligne primær- og sekundærdatabene, slik at det er utfordrende å si noe om kvaliteten på vannstandsdataene fra tidligere. I tillegg indikerer kontrollmålingene at vannstandsdataene er noe usikre.

Når det gjelder nedbørsdata, bør det tas hensyn til at det kan være en underestimering av nedbørsmengden på grunn av vegetasjonen i umiddelbar nærhet av måleinstrumentet. Underestimeringen kan variere over tid etter som vegetasjonen endrer seg.

8.3 Sømskleiva 21.49

8.3.1 Historikk

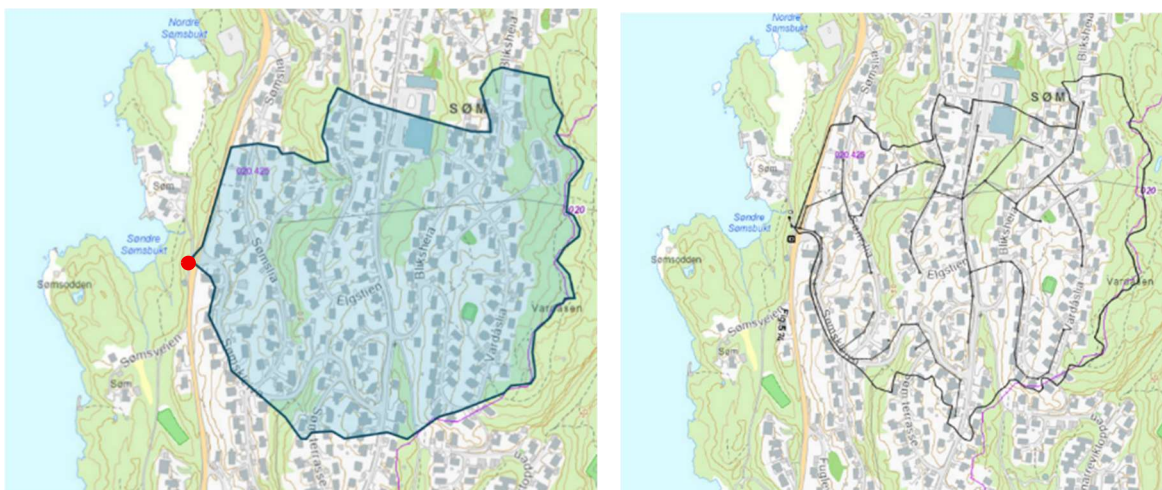
Sømskleiva målestasjon ble etablert i 1974 og blir driftet i samarbeid med Kristiansand kommune. Stasjonen ligger 15 moh., i boligområdet Søm på Oddesnes, øst for Kristiansand sentrum. Stasjonen ble etablert i forbindelse med prosjektet *Urbaniseringens innvirkning på avrenningsforholdene i små nedbørsfelt* (Tollan, 1974).

Oppgaver og rapporter:

- Tollan, A. (1974): Program for rensing av avløpsvann: prosjekt 4.2. «Urbaniseringens innvirkning på avrenningsforholdene i små nedbørsfelt». NVE-rapport.

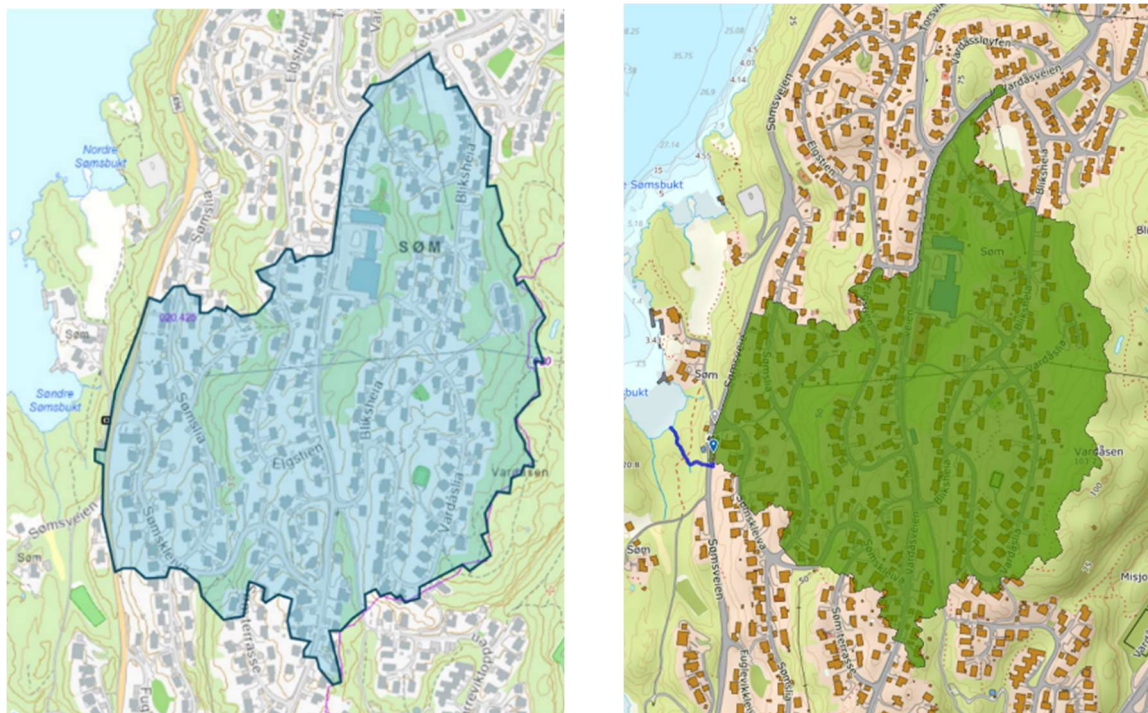
8.3.2 Nedbørsfelt

Da stasjonen ble etablert, var Sømskleiva et helt nytt boligområde med eneboliger (Tollan, 1974). Feltet var nesten helt ferdig utbygd og alle veier asfaltert da stasjonen ble satt i drift. Figur 8-31 viser nedbørsfeltet på Sømskleiva og hovedledningsnettet fra 1974.



Figur 8-31: Sømskleiva urbanstasjon med nedbørsfelt i blått (venstre) og hovedledningsnett fra 1974 (høyre) (kilder: NVE temakart: hydrologiske data, Tollan, 1974)

Nedbørsfeltet dekker et område på 0,247 km² (Tabell 8-13) og er i stor grad urbanisert. Bebyggelsen består hovedsakelig av eneboliger. Estimater av arealet til nedbørsfeltet varierer i ulike analyser. I Tabell 8-14 er det oppført avvikende arealstørrelser (Figur 8-32). Andelen permeable flater vurderes ganske likt i de ulike publikasjonene og varierer mellom ca. 20 og 25 prosent.



Figur 8-32: Nedbørsfeltet til Sørskleiva urbanstasjon – NVE-rapport 34/2024 (venstre) / Scalgo GIS-analyse (høyre)

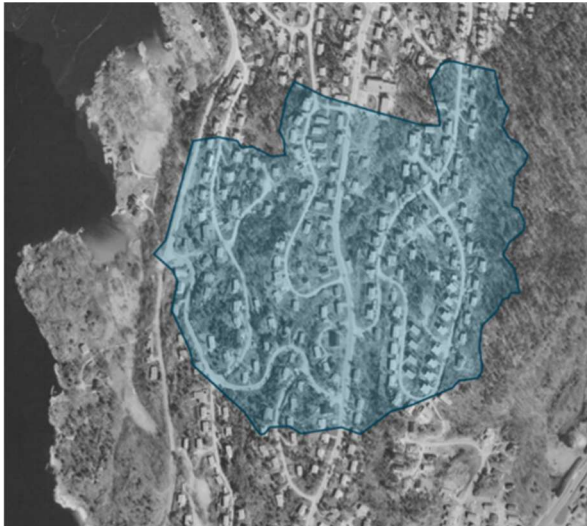
Tabell 8-13: Feltareal og arealfordeling (NVE, 2025)

Feltareal	0,247 km ²
Urbaniseringsgrad	84 %
Skog	12,5 %

Tabell 8-14: Avvikende/ytterligere informasjon om feltareal

Kilde	Feltareal	
NVE-rapport 34/2024	0,3 km ²	25 % ikke-permeable flater
NVE-rapport 2016:50 (Tollan, 1974)	0,236 km ²	20 % impermeable flater
GIS-analyse med Scalgo (2025)	0,27 km ²	
Tollan, 1974	0,236 km ²	7,1 % takflater
		12,5 % veier, gater inkl. fortau

Ifølge kommunens kontaktperson har det vært lite utvikling i boligområdet i tiden stasjonen har vært aktiv. Dette kan bekreftes ved å sammenligne flyfoto fra 1978 og 2024 (Figur 8-33). Bare øst i nedbørsfeltet er det små endringer i bebyggelsen som kan gjenkjennes. Det kan ikke observeres noen vesentlig endring i andelen tette flater i perioden siden stasjonen ble etablert.



Lokale parter 1978-05-10



Geovekst 2024-05-13

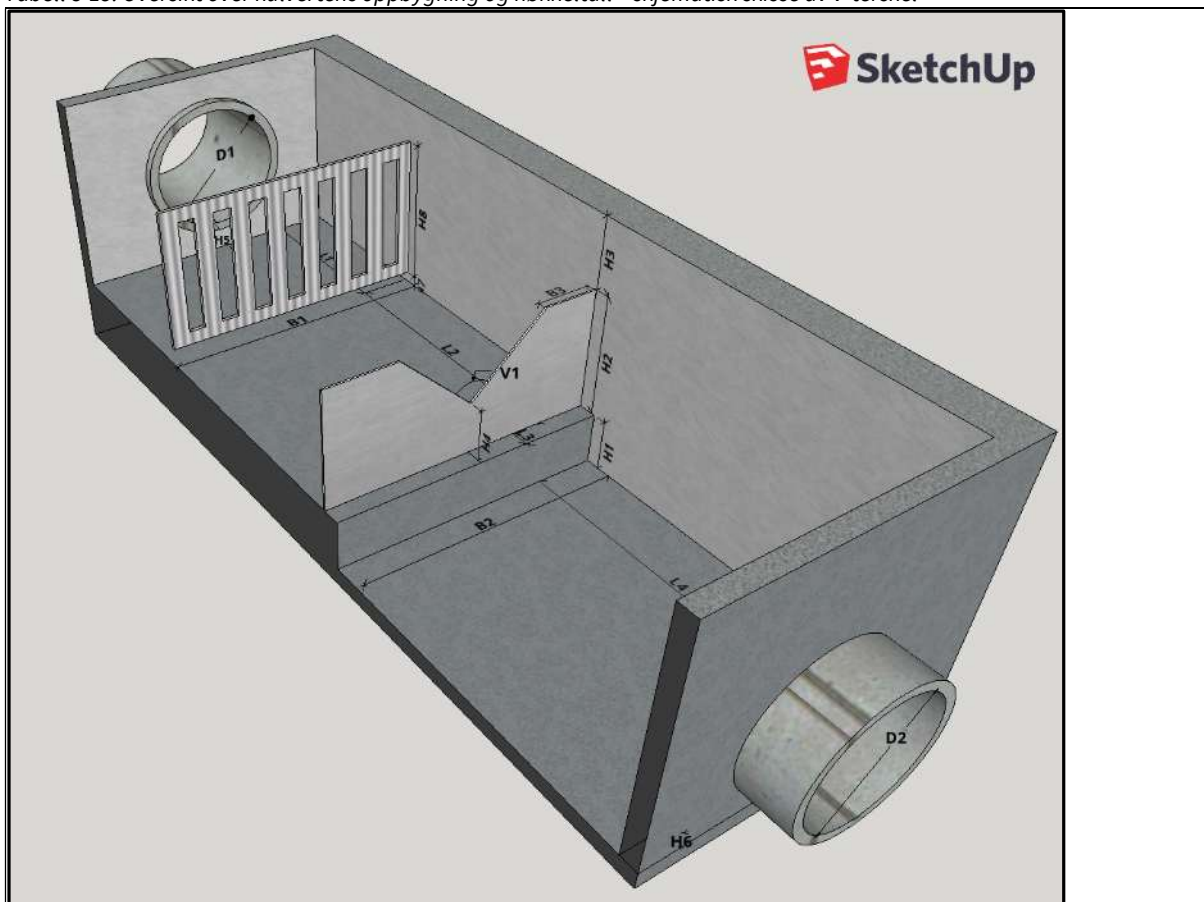
Figur 8-33: Utvikling av nedbørsfeltet fra 1978–2024, ©norgeibilder.no, feltgrensene basert på NVE Atlas (2025)

8.3.3 Kulvert og profil

Kulverten på Sømkleiva er bygd i utløpet av overvannsnettets og ender i en åpen bekk etter V-profilet. Stasjonen fikk i 2000 montert en rist i innløpet av kulverten for å dempe vannhastigheten. Tabell 8-15 gir en oversikt over nøkkeltall for kulvert og profil, og Figur 8-34 til Figur 8-39 viser forskjellige bilder av stasjonen.

Det er mye massetransport til stasjonen via overvannsnettets, og det er jevnlig behov for å fjerne sedimenter i kulverten. Kommunikasjonen mellom tilløpskanal og stigerør kan også i perioder være påvirket av sedimentering.

Tabell 8-15: Oversikt over kulvertens oppbygning og nøkkeltall – skjematisk skisse av V-terskel



[cm]	Ref. figur	Forklaring
40	D1	Diameter innløpsrør
utløp til bekk	D2	Diameter utløpsrør
121,5	B1	Bredde basseng ovenfor V
	B2	Bredde basseng nedenfor V
121,5	B3	Bredde V-profil, slutt V til vegg
	H1	Høyde bunn basseng nedenfor V til nedre kant V-platen
56	H2	Høyde V-platen (overgang til rektangulært profil)
43	H3	Høyde topp V-plate til tak
30	H4	Høyde bunn V-plate til bunn V
	H5	Høyde bunn basseng ovenfor V til bunn av innløpsrør
	H6	Høyde bunn basseng nedenfor V til bunn av utløpsrør
	H7	Hvis dempningsrist: høyde opp til bunn rist
	H8	Hvis dempningsrist: høyde på rist
	L1	Hvis dempningsrist: lengde basseng ovenfor rista
	L2*	Hvis dempningsrist: lengde basseng mellom rista og V-plate
150 (har dempningsrist)	L1+L2	Hvis IKKE dempningsrist: lengde basseng ovenfor V-plate
	L3	Lengde terskel/skråning nedenfor V-plate
	L4	Lengde basseng nedenfor V-plate
133,7	V1	Vinkel: V-profil



Figur 8-34: Stasjonen (Foto: NVE)



Figur 8-35: V-profilet (Foto: NVE)



Figur 8-36: V-profil og strømdemper (Foto: NVE)



Figur 8-37: Hastighetsdemper og innløpsrør (Foto: NVE)



Figur 8-38: Stasjonen sett nedstrøms (Foto: NVE)



Figur 8-39: Stasjonen sett ovenfra (Foto: NVE)

8.3.4 Hydraulikk

Før 2000 ble flomverdier for vannføring veldig underestimert på grunn av antatt overkritiske strømningsforhold gjennom kulverten. Det ble da montert en «energidemper» i form av en rist i innløpet til kulverten for å redusere strømningshastigheten. Basert på observasjoner er det kun vannstander under 0,1 meter som kan brukes til å bestemme vannføringen fram til år 2000. Vi antar at strømningshastigheten er for høy til at vannføringskurven kan brukes for vannstander over 0,1 meter uten rist. Vannstands- og vannføringsdataene etter at rista ble installert, er mye mer pålitelige. I flomsituasjoner kan vi imidlertid ikke utelukke at vannføringen fortsatt kan være underestimert på grunn av for høye hastigheter i kulverten. Opp til vannstander på ca. 0,2 meter kan dataene derimot ansees som pålitelige (avsnitt 8.3.5).

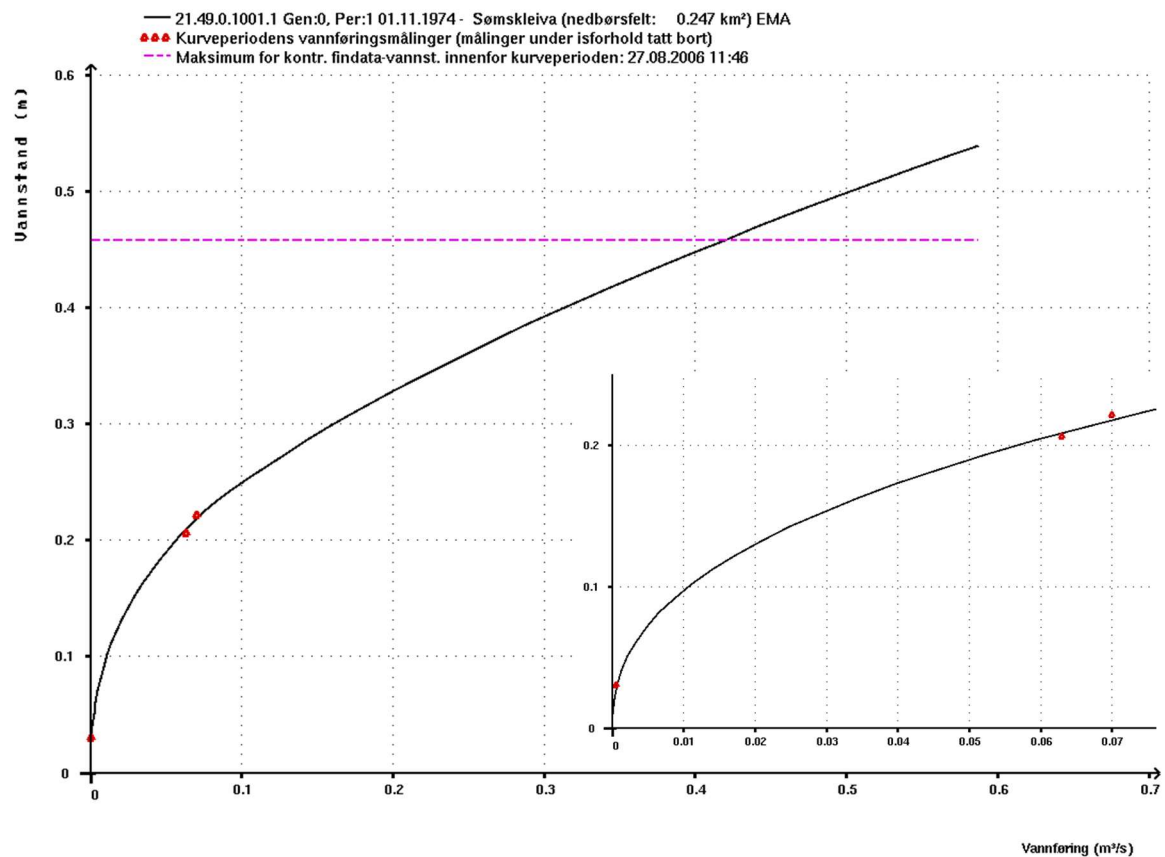
Stasjonen har ikke problemer med at vannstanden stuves opp fra nedstrøms side, siden kulverten ikke har utløpsrør, men ender i en naturlig bekk med god kapasitet.

8.3.5 Vannføringskurve

Kurven er basert på teoretiske verdier for V-profilet. Tabell 8-16 og Figur 8-40 viser vannføringskurven til Sømskleiva målestasjon. Siden 2018 er det gjort tre vannføringsmålinger: én med lite vannføring på ca. 0,5 l/s ved ca. 3,1 cm vannstand og to med noe høyere vannføring med ca. 70 l/s ved 22,1 cm og 63 l/s ved 20,7 cm vannstand. Målingene viser kun mindre avvik og bekrefter dermed den teoretiske kurven (Figur 8-40).

Tabell 8-16: Vannføringskurve i tabellformat

Vannføringstabell for 21.49.0.1001.1 Gen:0, Per:1 01.11.1974 - sømskleiva (nedbørsfelt: 0.040 km²) EMA											
Segment nr. 1:	Q =	2.94730	(h +	0.0040) **	2.48530	Gjelder for	0.000	<= høyde <	0.230		
Segment nr. 2:	Q =	2.26490	(h +	-0.1000) **	1.64160	Gjelder for	0.230	<= høyde <	0.690		
Vannføring i kubikkmeter pr. sekund											
Vannstand(m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0.0	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.003	0.005	0.006	0.008	
0.1	0.011	0.013	0.016	0.020	0.024	0.028	0.033	0.038	0.044	0.050	
0.2	0.057	0.064	0.072	0.080	0.090	0.101	0.112	0.124	0.136	0.148	
0.3	0.161	0.175	0.189	0.203	0.218	0.233	0.248	0.264	0.280	0.297	
0.4	0.314	0.331	0.349	0.367	0.385	0.404	0.423	0.443	0.463	0.483	
0.5	0.503	0.524	0.545	0.567	0.588	0.611	0.633	0.656	0.679	0.702	



Figur 8-40: Vannføringskurve for Sømskleiva målestasjon (svart linje), utførte vannføringsmålinger (røde punkter) og maksimum for kontrollerte findata (rosa linje).

8.3.6 Instrumentering

Stasjonen har gjennom årene hatt forskjellige typer loggere og sensorer. Tabell 8-17 gir en oversikt over når de forskjellige var koblet til. Vi tar forbehold om at listen er basert på tilgjengelig informasjon og ikke nødvendigvis er komplett.

Disse parametrene måles på stasjonen:

- primærvannstand (1974)
- nedbør (1974)
- lufttemperatur (1999)
- sekundærvannstand (2004)
- relativ luftfuktighet (2013)

Tabell 8-17: Oversikt over sensorer på stasjonen, noe informasjon mangler for enkelte sensorer.

Målevariabel	Sensortype	Sensor	Fra	Til
Vannstand 1	Trykcell	AquiStar SDI-12 Pressure & Temperature	25.06.2020	d.d.
	Trykcell	Impress trykksensor	18.01.2017	25.06.2020
	Trykcell	WIKA trykksensor	21.09.2004	17.01.2017
	Flottør	Leine & Linde optisk enkoder	05.11.1997	21.09.2004
	Flottør	Leine & Linde optisk enkoder	27.09.1990	05.11.1997
	Flottør	Aanderaa	1988	1990
	Flottør	Fisher & Porter	1981	1987
	Flottør	Sørum limnigraf	1974	1980
Vannstand 2	Trykcell	AquiStar SDI-12 Pressure & Temperature	25.06.2020	d.d.
		Impress trykksensor	18.01.2017	25.06.2020
		WIKA trykksensor	21.09.2004	17.01.2017
Nedbør	Vippe	Lambrecht	21.09.2004	d.d.
	Vippe	Plumatic	1974	21.09.2004
Temperatursensor		Campbell CS215	25.03.2021	d.d.
		PT 100	16.03.2006	25.03.2021
		PT 100	21.09.2004	16.03.2006

8.3.7 Datakontroll og datakvalitet

8.3.7.1 Vannstand

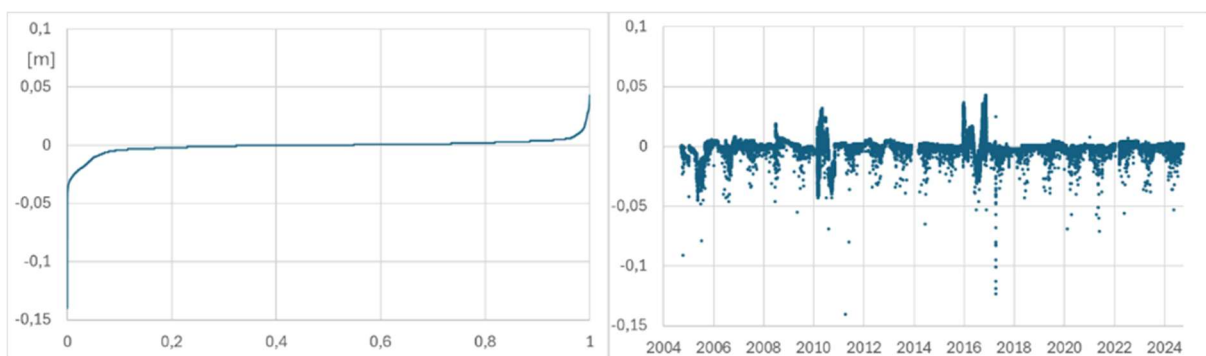
Som tidligere nevnt bør dataene fra før år 2000 brukes med forsiktighet. Spesielt vannstandsmålingene under kraftige nedbørshendelser er tvilsomme og kan ikke brukes. Etter at rista ble installert i 2000, kan vi anta at datakvaliteten har blitt betydelig bedre, spesielt ved høyere vannføringer. I tørt vær kan det observeres vannstander på ca. 1–3 cm med sesongmessige svingninger. Vannstander på mer enn 0,4 meter er sjelden registrert selv under ekstreme nedbørshendelser. Den høyeste vannstanden på 0,434 meter ble registrert 16. august 2022. Sømskleiva har ikke vannstandssensor nedstrøms. På grunn av de topografiske forholdene er det ikke å forvente at strømningsforholdene oppstrøms vil bli påvirket av oppstuvning fra nedstrøms.

Vannstandsmålingene er utført med to trykksensorer siden september 2004. Basert på sammenlignbar timesdata fra primær- og sekundærsensor fra 2004 til 2024 har 99,3 prosent av

dataene et avvik på $\leq \pm 2$ cm og 92,9 prosent $\leq \pm 1$ cm. Merk at mer enn 50 prosent av måledataene har et avvik $\leq \pm 1$ mm (Figur 8-41 venstre).

Figur 8-41 (høyre) viser at det i enkelte perioder var større avvik mellom primær- og sekundærsensoren. Dette kan skyldes at en eller begge trykksensorene har driftet, men det kan også observeres hopp uten kjent årsak. Som nevnt ovenfor er stasjonen sterkt påvirket av sedimenter som avsettes foran terskelen og påvirker kommunikasjonen mellom kulverten og stigerøret og dermed vannstandsmålingen. Sedimentene fjernes jevnlig. Årene 2005, 2010, 2016 og 2017 er spesielt påvirket (Figur 8-41 høyre).

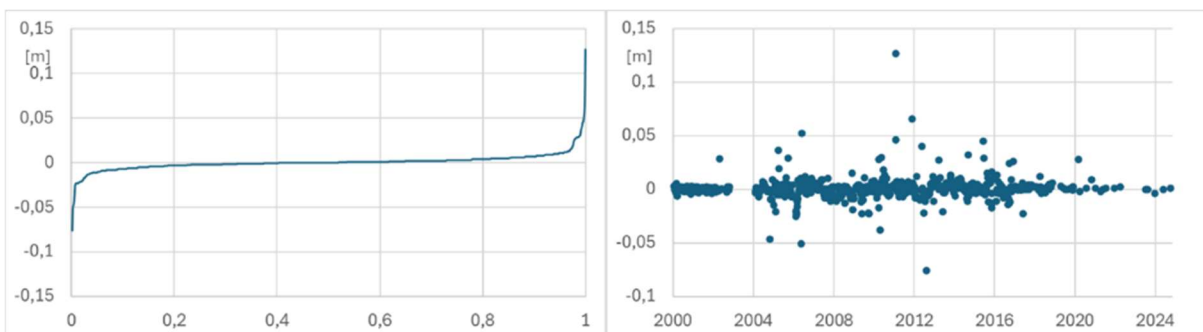
En viss periodisitet med noe økte avvik i sommermånedene skyldes mest sannsynlig mer intens nedbør i sommermånedene og tilhørende høy vannstand og vannføring, noe som fører til mer turbulens ved innløpet til V-terskelen.



Figur 8-41 Avvik mellom primær og sekundær sensor – timesdata (persentil og over tid)

Siden år 2000 har det blitt gjort 704 kontrollmålinger av vannstanden som kan sammenlignes med registrert vannstand på samme tidspunkt. I ca. 95,3 prosent av de utførte målingene er avviket $\leq \pm 2$ cm. For ca. 88,4 prosent av målingene kan det fastslås et avvik på $\leq \pm 1$ cm (Figur 8-42). Dette er, også sammenlignet med andre stasjoner, et godt samsvar mellom kontroll- og sensorverdier, selv om det er noen tilfeller av svært store avvik. Her er det nesten umulig å finne en forklaring i ettertid – det kan dreie seg om feil ved manuelle målinger eller faktiske sensoravvik, spesielt ved avvik i manuell måling ved tilnærmet like sensorverdier. Også her kan det ikke utelukkes at begge sensorene viser feil måleverdi på grunn av dårlig kommunikasjon mellom stigerøret og kulverten.

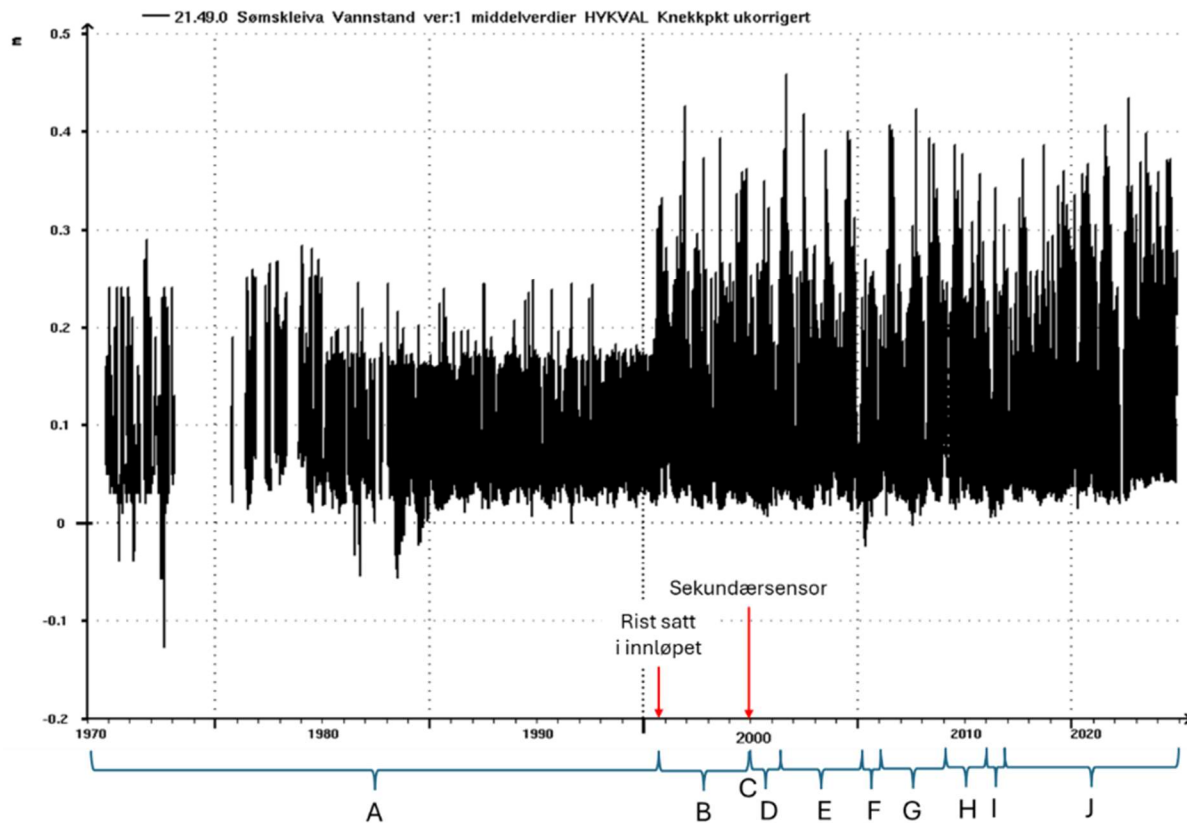
Figur 8-42: Måleavvik ved kontrollmålinger (persentil og over tid)



Tabell 8-18 og Figur 8-43 viser vurderinger av datakvalitet over tid for vannstandsmålinger på Sømskleiva urbanstasjon.

Tabell 8-18 Oversikt over vannstandsmålinger på Sømskleiva urbanstasjon

	År	Tidsoppløsning	Kommentar
A	1974–2000	varierende	lange perioder uten data, veldig hakkete og stort sett ikke brukbare data
B	2000–2004	varierende	Rist ved innløpet ble installert – flomtoppene er mer troverdige, fortsatt litt hakkete, men noe bedre kvalitet.
C	2004	1 min eventbasert	Sekundær sensor ble installert. Datakvaliteten ser bedre ut.
D	2005	1 min eventbasert	til dels store avvik mellom primær- og sekundærsensor, ellers ser dataene bra ut
E	2006–2009	1 min eventbasert	stort sett god datakvalitet – noen avvik mellom primær- og sekundærsensor innimellom
F	2010	1 min eventbasert	Til dels stort avvik mellom primær og sekundærsensor med uklar årsak. Kvalitetskontrollert vannstand ble justert på grunnlag av kontrollmålingene. Større usikkerhet kan forventes.
G	2011–2013	1 min eventbasert	stort sett god datakvalitet
H	2014–2015	1 min eventbasert	stort sett god datakvalitet med perioder uten data (januar–april 2014 og mars 2015)
I	2016	1 min eventbasert	til dels manglende og svært usikre data
J	2017–2024	1 min eventbasert	stort sett god datakvalitet, noen perioder med mindre avvik mellom primær og sekundær vannstand, manglende data april–mai 2022

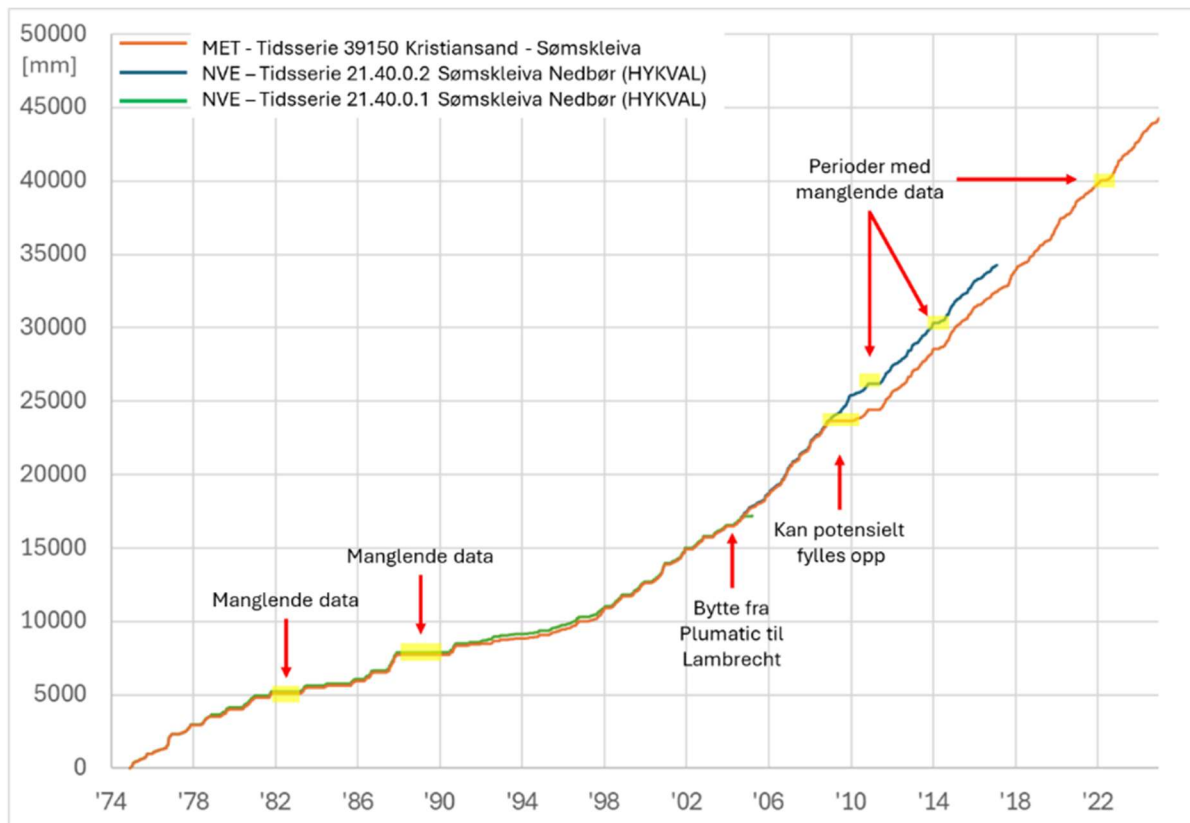


Figur 8-43: Måleserie primærvannstand 1974–2024

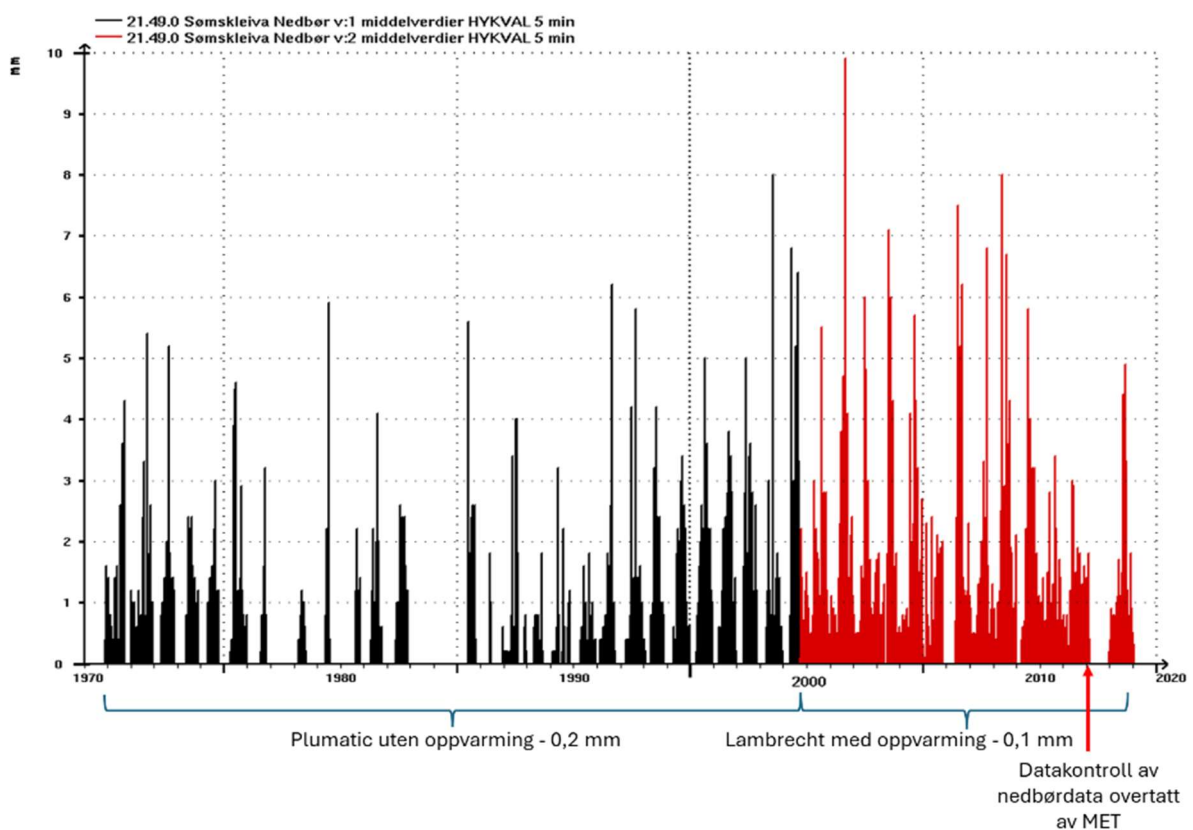
8.3.7.2 Nedbør

Stasjonen ble etablert med en Plumatic (0,2 mm oppløsning). Nedbørsmåleren var uten oppvarming, slik at data om vinteren mangler frem til 2004. Da ble Plumatic byttet ut med en Lambrecht med oppvarming og 0,1 mm oppløsning. Nedbørsdata fra Lambrecht blir ført som versjon 2 (Figur 8-45).

Siden 2017 er nedbørsdataene ikke lenger kvalitetskontrollert av NVE. Her bør data fra MET benyttes. Stasjonen er registrert med stasjonsnummer 39150 (Kristiansand Sømskleiva) i MET sin database. Det finnes ingen kvalitetskontrollert nedbørsdata for 1982, 1988 og 1989. Det er lengre perioder med manglende nedbørsdata i periodene oktober 2010 til mai 2011, våren 2014 og april til mai 2022. Tettere oppfølging av stasjonen i det siste har hatt en positiv effekt på datakvaliteten, med mindre datatap (Figur 8-44).



Figur 8-44: Akkumulert nedbørsmengde siden stasjonsetablering



Figur 8-45: Registrert nedbørsintensitet (5 min oppløsning) siden 1974

8.3.8 Oppsummering

Siden etableringen av urbanstasjonen har nedbørsfeltet gjennomgått få endringer med hensyn til bruk og fortetting. Vannstandsmålingene har siden begynnelsen av 2000-tallet generelt vært av god kvalitet.

Det har ofte blitt antatt at ekstreme nedbørshendelser med høy vannføring har ført til svært høye strømningshastigheter ved innløpet til måleprofilen. Høy strømningshastighet kan føre til at den teoretiske sammenhengen mellom vannstand og vannføring ikke er gyldig. Vannføringsmålingene som er utført ved høyere vannføringer, ser ikke ut til å bekrefte at strømningshastigheten er for høy til at det teoretiske forholdet mellom vannstand og vannføring kan brukes, i hvert fall ikke opp til en vannstand på 0,2 meter. Måling av overflatehastighet vil kunne underbygge resultatene som er funnet så langt.

Det er behov for å fjerne akkumulert sediment regelmessig. Tidligere har dette noen ganger ført til dårlig kommunikasjon med stigerøret og dermed feil i vannstandsmålingen. Installasjon av en radarbasert vannstandsmåler kan være fordelaktig, selv om det er uklart om stasjonen er utsatt for sterk bølgedannelse ved høy vannføring. Profilet ser ut til å ha blitt regelmessig tømt av kommunen de siste årene.

Sømskleiva er en av de få stasjonene der topografien utelukker oppstuvning fra nedstrøms, noe som er svært fordelaktig.

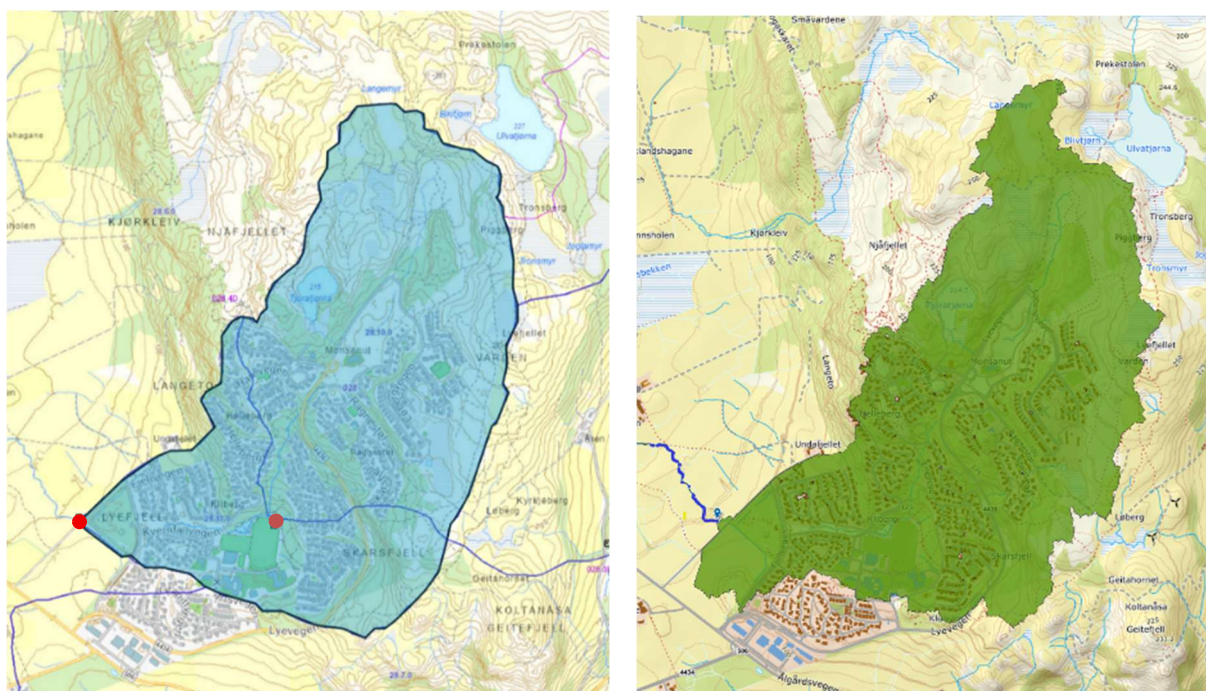
8.4 Lye 2, 28.11

8.4.1 Historikk

Lye 2 er en urbanstasjon som ligger 95 moh. i Time kommune i Rogaland. Lye 2 erstattet Lye 1 som lå litt høyere opp i nedbørsfeltet. Årsaken til flyttingen av stasjonen var at det ble rapportert om en del hærverk på stasjonen, men dette har trolig ikke påvirket vannstandsregistreringen utover enkelte perioder med datatap. Målerenne til Lye 1 står fortsatt. Stasjonen blir driftet i samarbeid med Time kommune. Vannstandsmålingene på Lye 2 ble satt i drift i 1983.

8.4.2 Nedbørsfelt

Det er flere forskjellige feltareal foreslått for stasjonen, og det er noe usikkert hvilket som er det faktiske feltarealet. Figur 8-46 og Tabell 8-19 viser feltarealet som ligger i NVE sin database. Det samsvarer stort sett med resultatet fra GIS-analysen i Scalgo (Tabell 8-20, Figur 8-46), selv om utformingen av feltene delvis avviker. Nedbørsfeltets andel impermeable flater er også usikkert. Tabell 8-20 viser avvikende feltarealer, men opplysningene i NVE rapport 2016:50 må ansees som tvilsomme. Overvannsnettes utstrekning og plassering er ikke kjent.



Figur 8-46: Lye 2 målestasjon med nedbørsfelt i blått. Litt øst for dagens stasjon er Lye 1 markert - NVE temakart 2025 (venstre), Scalgo GIS-analyse 2025 (høyre)

Tabell 8-19: Feltareal og arealfordeling (NVE, 2025)

Feltareal	1,67 km ²
Urbaniseringsgrad	ca. 26 %

Tabell 8-20: Avvikende informasjon om feltareal.

Kilde	Feltareal
NVE-rapport 34/2024	1,91 km ² , 15–17 % ikke-permeable flater
NVE-rapport 2016:50	4,4 km ² , 40 % impermeable flater
GIS-analyse med Scalgo (2025)	1,69 km ²

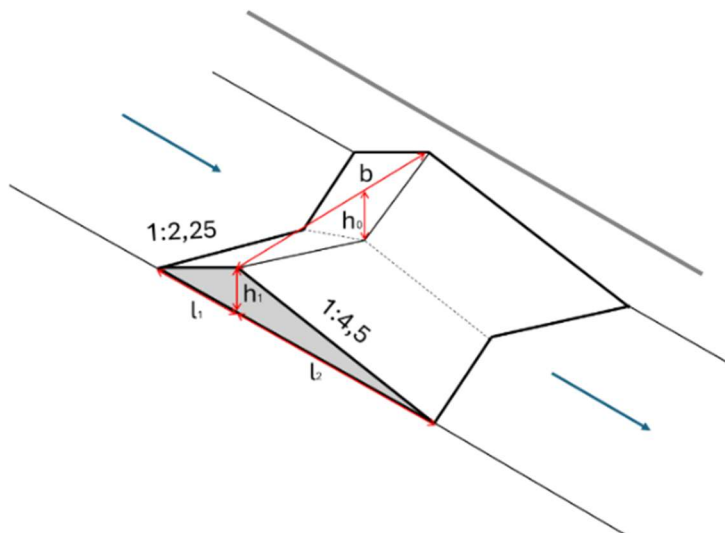
Figur 8-47 viser ortofoto fra tre forskjellige årstall. Arealbruken i nedbørsfeltet har endret seg betydelig siden stasjonen ble etablert. Urbaniseringsgraden og andelen impermeable flater bør betraktes som dynamiske og ikke som statiske variabler over hele observasjonsperioden.



Figur 8-47: Utvikling av nedbørsfeltet fra 1987–2023, ©norgebilder.no, feltgrensene er basert på NVE Atlas (2025)

8.4.3 Kulvert og profil

Vannstand blir registrert i en kum som er koblet til en åpen kanal via et kommunikasjonsrør. Kanalen er en støpt tilløpskanal inn mot et V-Crump-overløp. Vannet kommer ut av en kulvert / et tilløpsrør og renner inn i en tilløpskanal (Figur 8-49). Helningen oppstrøms V-Crumpen er 40 cm på 90 cm, noe som gir helningen 1:2,25. Nedstrøms V-Crumpen er helningen 40 cm på 1,75 meter, noe som gir helningen 1:4,5. En detaljtegning av profilet med oppmålte lengder er vist i Figur 8-48. Flere bilder av stasjonen og overløpet vises i Figur 8-49 til Figur 8-52.



Dimensjoner V-Crump	
	[cm]
h_0	13
h_1	40
l_1	90
l_2	175
b	301

Figur 8-48: Skjematisk fremstilling og oppmåling av V-Crump



Figur 8-49: Tilløpsrør og Crump-overløp (Foto: NVE)



Figur 8-50: Crump-overløp og utløpskanal (Foto: NVE)



Figur 8-51: Begroing i oppstrøms basseng (Foto: NVE)



Figur 8-52: Stasjonsbygg med nedbørsmåler og temperatursensor (Foto: NVE)

8.4.4 Hydraulikk

Til forskjell fra de fleste andre urbanstasjonene som kan ha kapasitetsutfordringer i tilløpsrør og utløpsrør, antas Lye 2 å ha bedre kapasitet ved stasjonen. Det har tidligere vært montert en «energidemper»/skjerm i tilløpskanalen, men denne forsvant i 1998. Det er ikke rapportert om overkritisk strømning, og stasjonen har vært regelmessig besøkt av observatør og felthydrolog også under høy vannføring. Stasjonen har utfordringer med gjengroing i profilet spesielt i tilløpskanalen. Dette kan føre til endringer i friksjonen og utforming og en tendens til økt vannstand og dermed til en feiltolkning av vannstanden og den tilhørende teoretiske vannføringen.

Ved denne stasjonen ble det ikke installert noen nivåmåling nedstrøms, siden det kan antas at det ikke vil oppstå oppstuvning på grunn av utilstrekkelig kapasitet i utløpsprofilet.

8.4.5 Vannføringskurve

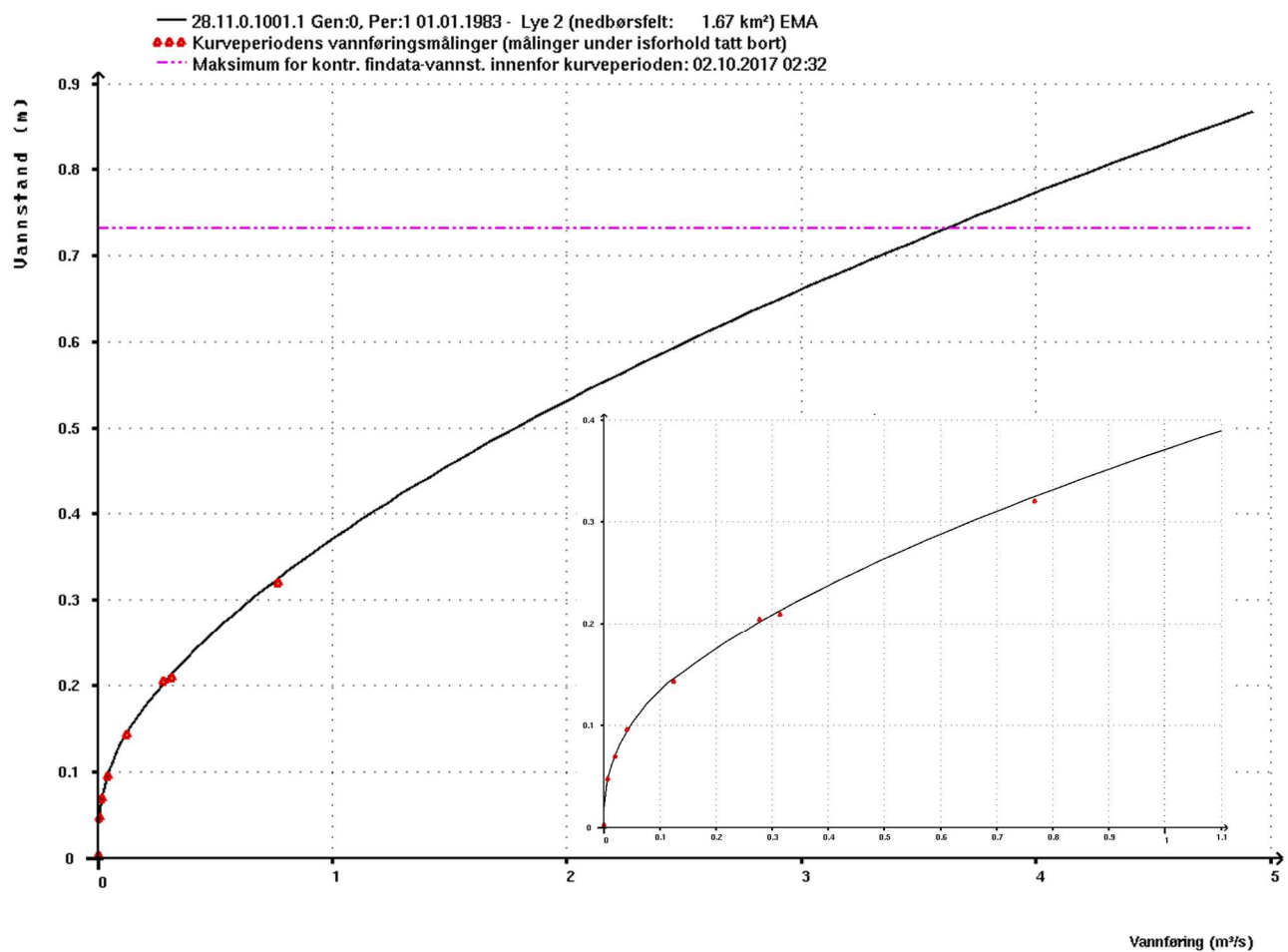
Kurven for stasjonen er laget ved teoretisk beregning for V-Crump-overløpet. Det er gjort sju vannføringsmålinger på stasjonen. Målingene ble gjennomført med fortynningsmetoden med minste vannføring på 7 l/s og høyeste vannføring på ca. 800 l/s. Resultatene stemmer godt overens med vannføringskurven, som er vist i Tabell 8-21 og Figur 8-53. Ved ekstremhendelser kan det likevel ikke utelukkes en viss usikkerhet for den teoretiske sammenhengen mellom vannstand og vannføring.

Tabell 8-21: Vannføringskurven i tabellformat

Vannføringstabell for 28.11.0.1001.1 Gen:0, Per:1 01.01.1983 - Lye 2 (nedbørsfelt: 1.67 km²) EMA (Nøyaktig tilpasning til hydraulisk formel.)

Segment nr. 1: Q = 15.24280 (h + 0.0000) ** 2.50070 Gjellder for 0.000 <= høyde < 0.150
Segment nr. 2: Q = 6.95430 (h + -0.0500) ** 1.70660 Gjellder for 0.150 <= høyde < 1.000

Vannføring i kubikkmeter pr. sekund	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.0	0.000	0.000	0.001	0.002	0.005	0.009	0.013	0.020	0.028	0.037
0.1	0.048	0.061	0.076	0.093	0.112	0.137	0.161	0.187	0.214	0.243
0.2	0.273	0.305	0.338	0.373	0.409	0.446	0.485	0.525	0.566	0.609
0.3	0.653	0.698	0.744	0.792	0.841	0.891	0.942	0.995	1.048	1.103
0.4	1.159	1.216	1.275	1.334	1.394	1.456	1.519	1.582	1.647	1.713
0.5	1.780	1.848	1.917	1.987	2.058	2.131	2.204	2.278	2.353	2.430
0.6	2.507	2.585	2.665	2.745	2.826	2.908	2.992	3.076	3.161	3.247
0.7	3.334	3.422	3.511	3.601	3.692	3.784	3.876	3.970	4.064	4.160
0.8	4.256	4.354	4.452	4.551	4.651	4.752	4.854	4.956	5.060	5.165



Figur 8-53: Vannføringskurven for målestasjonen Lye 2 (svart linje), utførte vannføringsmålinger (røde punkter) og maksimum for kontrollerte findata (rosa linje)

8.4.6 Instrumentering

Stasjonen har gjennom årene hatt forskjellige typer loggere og sensorer. Tabell 8-22 gir en oversikt over når de forskjellige var koblet til. Vi tar forbehold om at listen er basert på tilgjengelig informasjon og ikke nødvendigvis er komplett. Nedbørsmåleren ved stasjonen er ikke oppvarmet på grunn av manglende faststrømforsyning. Dette gjelder både nedbørsmåleren fra Plumatic og den senere vippepluviografen fra Lambrecht (fra og med 23. oktober 2012). Nedbør som faller som snø, vil da ikke bli fanget opp av nedbørsmåleren.

Disse parametrene måles på stasjonen:

- primærvannstand (1983)
- nedbør (1984)
- lufttemperatur (1997)
- sekundærvannstand (2006)
- vanntemperatur (2017)
- relativ luftfuktighet (2017)

Tabell 8-22: Oversikt over grunnleggende sensorer på stasjonen, noe informasjon mangler for enkelte sensorer

Målevariabel	Sensortype	Sensor	Fra	Til
Vannstand 1	Flottør	Thalimedes Encoder-logger	13.05.2024	d.d.
	Trykkcelle	AquiStar SDI-12 Pressure	10.07.2012	13.05.2024
	Flottør	Thalimedes Encoder-logger	27.03.2008	10.07.2012
	Trykkcelle	Druck trykkcelle	25.01.2006	27.03.2008
	Flottør	Leine & Linde optisk enkoder	13.11.1989	25.01.2006
Vannstand 2	Trykkcelle	AquiStar SDI-12 Pressure	13.05.2024	d.d.
	Flottør	Thalimedes Encoder-logger	10.07.2012	13.05.2024
	Trykkcelle	Druck trykkcelle	27.03.2008	10.07.2012
	Flottør	Thalimedes Encoder-logger	25.01.2006	27.03.2008
Nedbør	Vippe	Lambrecht	23.10.2012	d.d.
	Vippe	Plumatic	-	23.10.2012

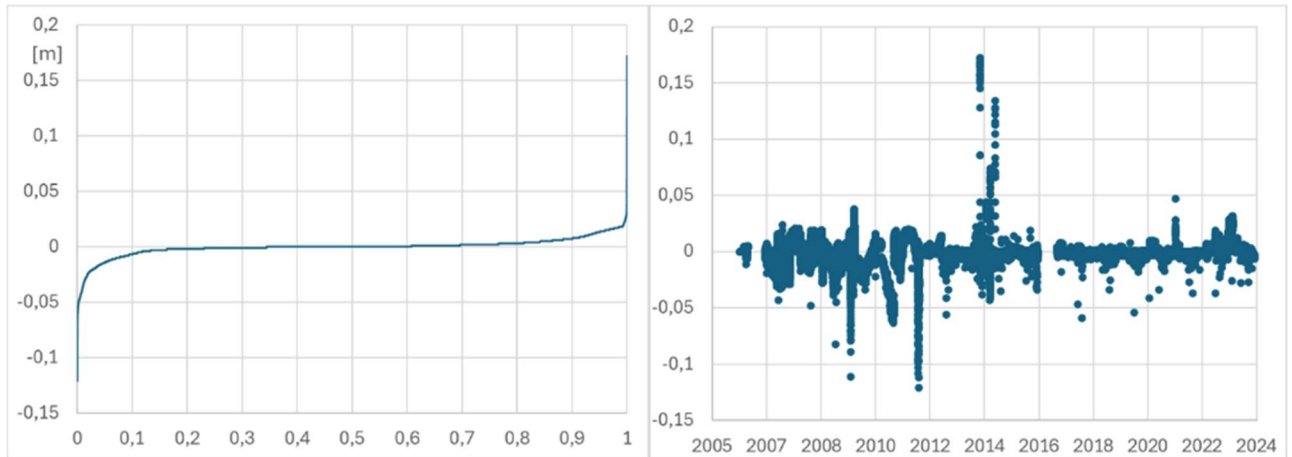
8.4.7 Datakontroll og datakvalitet

8.4.7.1 Vannstand

Vannstand har blitt registrert med to uavhengige sensorer siden en Thalimedes enkoder ble montert i 2006 som sekundærsensor. Hvilken type sensor som har blitt brukt for å måle henholdsvis primær- og sekundærvannstand, har variert (Tabell 8-22). Sensorer for primær- og sekundærvannstand ble byttet om 27. mars 2008, slik at Thalimedes fungerte som primærsensor og Druck trykkcelle som sekundærsensor inntil 10. juli 2012. Fra 10. juli 2012 til 13. mai 2024 ble trykksensoren ført som primærsensor og flottøren som sekundær. Per dags dato fungerer Thalimedes igjen som primærsensor og Aquistar trykksensor som sekundær. Tidsoppløsningen til sekundærsensoren skiftet innimellom fra 5 til 10 til 30 minutter. Først fra 2014 er minuttdataoppløsning, basert på event-metoden, tilgjengelig for begge tidsserier. Se Tabell 8-23 for en oversikt over tidsoppløsning på vannstands målingene i ulike perioder.

Kvalitetskontrollerte data er stort sett data fra primærsensoren og kun unntaksvis fra sekundærsensoren. Det er generelt godt samsvar mellom primær- og sekundærsensor. Basert på

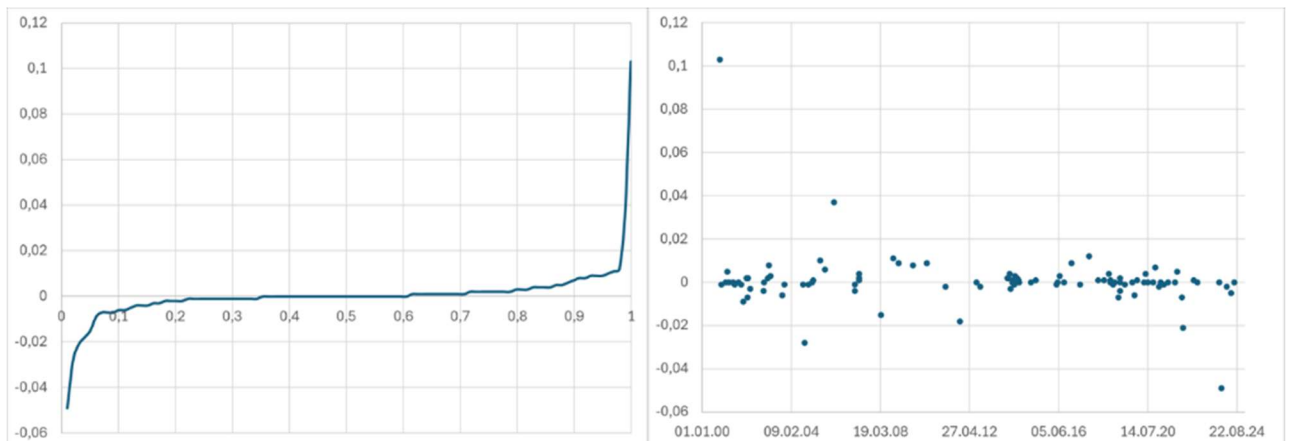
sammenlignbar data (timesoppløsning) fra primær- og sekundærsensor fra 2006 til 2024 har 86 prosent av dataene et avvik på $\leq \pm 1$ cm, og 96,6 prosent har avvik på $\leq \pm 2$ cm. I en periode fra 2007 til 2011 var det tidvis økende avvik mellom primær- og sekundærsensoren. Dette skyldes sannsynligvis nullpunktsdrift i trykksensoren, som ble brukt til dels som primærsensor i denne perioden, og som ble byttet ut i 2012. De større avvikene i oktober 2014 (Figur 8-54 høyre) var kun kortvarige (mindre enn én dag), og årsaken er ukjent.



Figur 8-54: Avvik mellom primær og sekundær sensor – timesverdier (persentil og over tid)

Basert på analysen kan man konstatere at kvaliteten på vannstandsdataene fra og med 2014 kan ansees som bra. Tabell 8-23 og Figur 8-56 viser spesielle hendelser og en vurdering av forventet datakvalitet for ulike perioder siden stasjonen ble etablert.

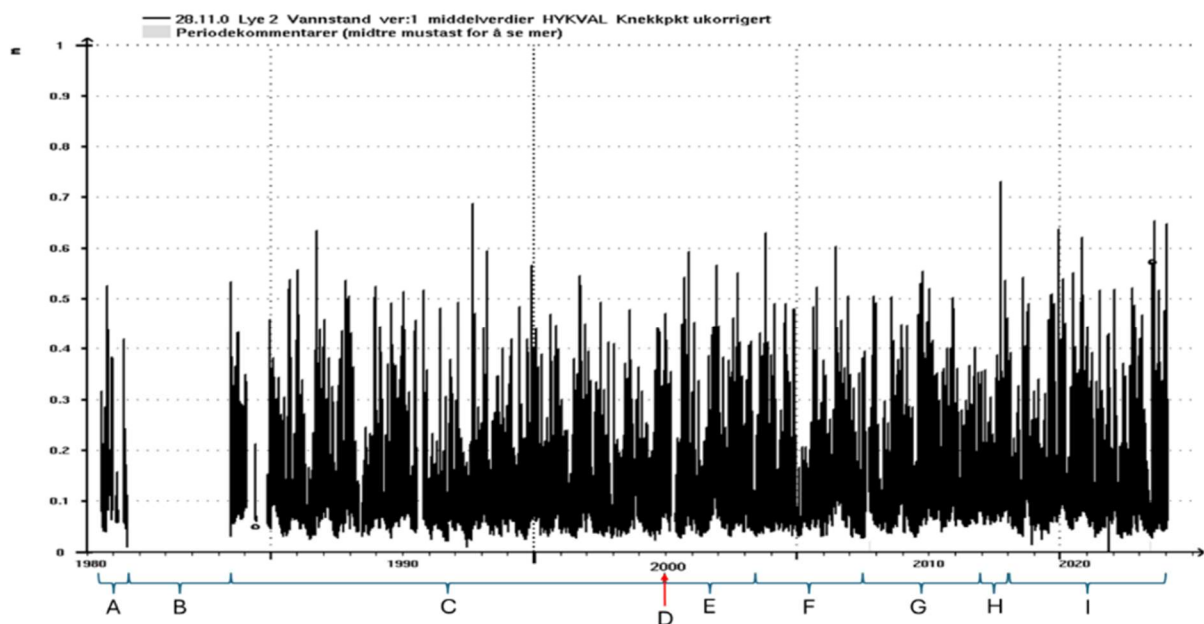
Siden år 2000 har det blitt gjort 99 kontrollmålinger av vannstanden som kan sammenlignes med måledata. Vanligvis er avvikene ganske små. I 95 prosent av de utførte målingene er avviket $\leq \pm 2$ cm. For 90 prosent av målingene er avviket $\leq \pm 1$ cm (se Figur 8-55). Det er ingenting som tyder på at det har vært perioder med svært store avvik siden år 2000.



Figur 8-55: Måleavvik ved kontrollmålinger (persentil og over tid)

Tabell 8-23: Oversikt over tidsoppløsning og vurdering av datakvalitet på vannstandsmålingene i ulike perioder

	År	Tidsoppløsning	Kommentar
A	1983–1984	varierende	én sensor, lange perioder uten data, store variasjoner i tidsoppløsning
B	1984–juni 1988	-	ingen data
C	juli 1988–2005	1 min eventbasert	antatt grei datakvalitet med kortere og noen lengre perioder uten data
D	jan. 2006	1 min eventbasert	sekundærvannstand installert 25. januar 2006, antatt grei datakvalitet
E	2006–mars 2008	1 min eventbasert	Primærsensor (trykkcelle) begynner å drifte. Primærsensor og sekundærsensor byttes 27. mars 2008.
F	mars 2008–juli 2012	1 min eventbasert	Økende nullpunktsdrift i trykksensor – ble skiftet ut 10. juli 2012. Primærsensor og sekundærsensor byttet tilbake: Aquistar er primærsensor, og Thalimedes er sekundærsensor. Stort sett grei datakvalitet.
G	juli 2012–des. 2016	1 min eventbasert	lengre periode uten sekundær vannstand i 2012, noe støy og bare kortere perioder uten data, god datakvalitet
H	des. 2016–aug. 2017	1 min eventbasert	sekundær vannstand mangler, god datakvalitet for primær vannstand
I	aug. 2017–april 2024	1 min eventbasert	trykkcelle (sekundær vannstand) svikter i april 2024, god datakvalitet
J	mai 2024–d.d.	1 min eventbasert	trykkcelle skiftet i mai 2024, god datakvalitet

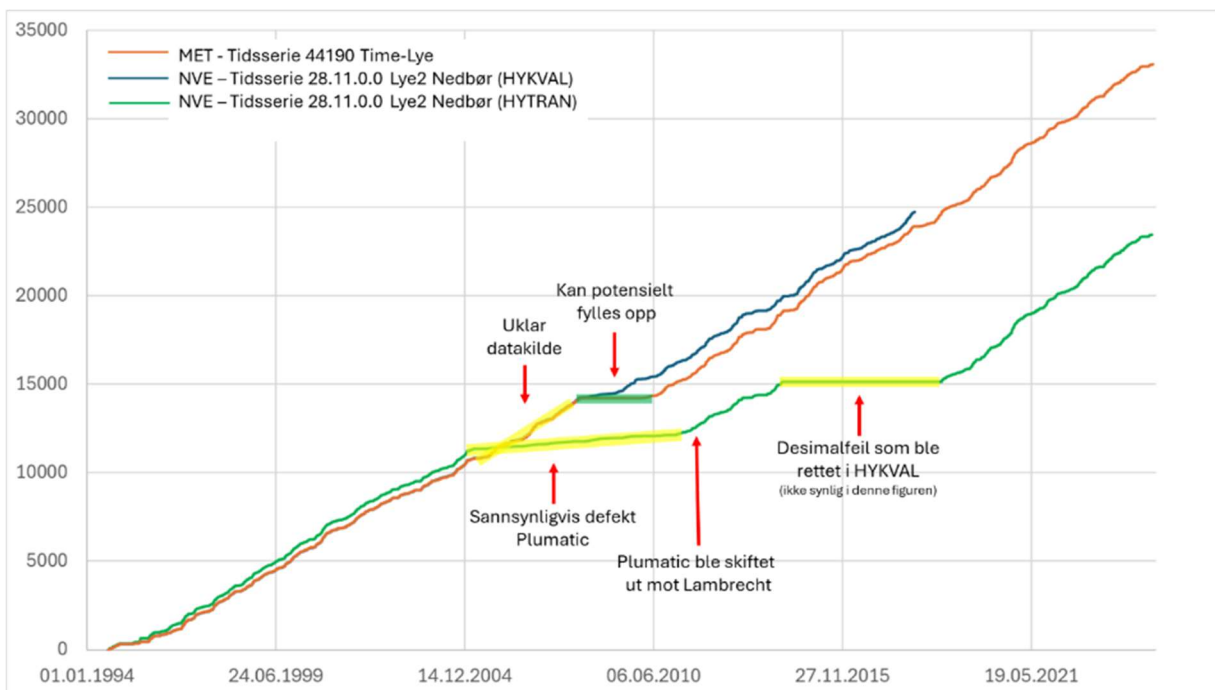


Figur 8-56: Måleserie primærvannstand 1983–2024

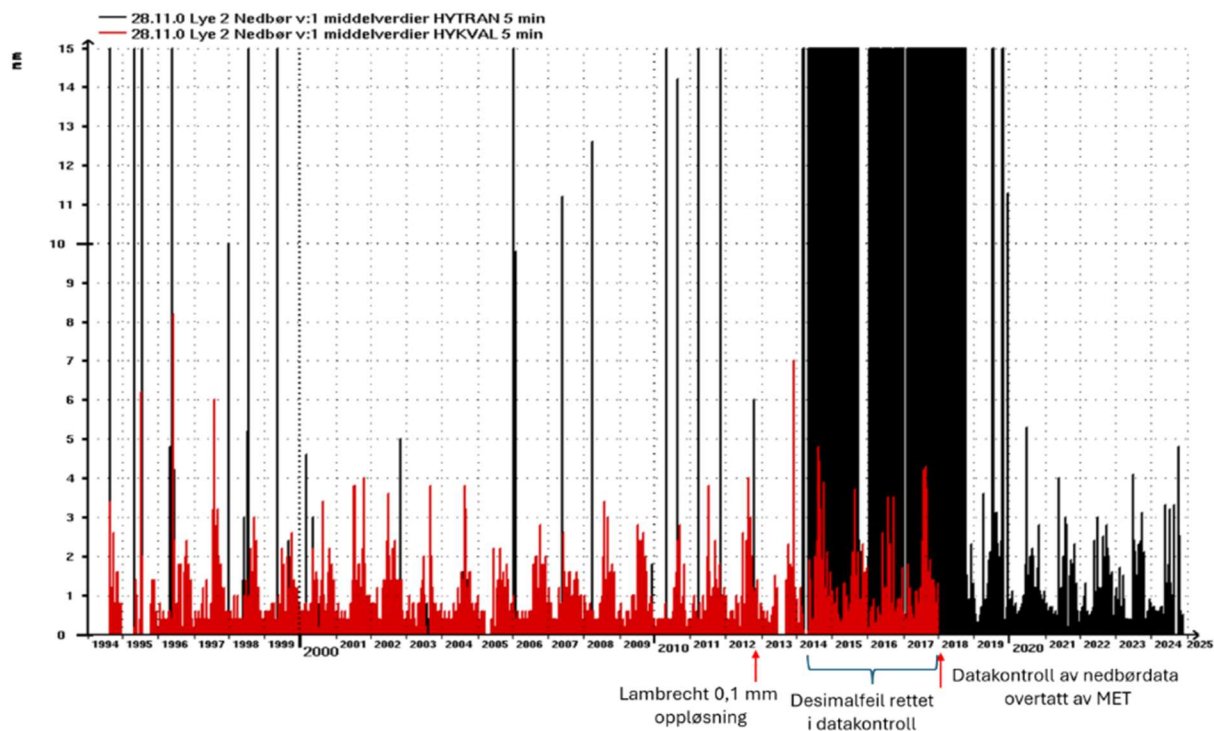
8.4.7.2 Nedbør

Nedbørsdata for stasjonen fra og med august 1994 er tilgjengelig i NVE sine arkiver (Figur 8-57 og Figur 8-58). Dataene ble først registrert med en Plumatic nedbørsmåler (oppløsning 0,2 mm). Denne ble skiftet ut mot et Lambrecht vippepluviometer (0,1 mm oppløsning) i 2012 (Tabell 8-22 og Figur 8-57). Begge nedbørsmålerne kjøres uten oppvarming på grunn av manglende faststrømtilkobling. Nedbørsdataene er også tilgjengelige på MET sine nettsider (seklima.met.no) under stasjonsnummer 44190 Time-Lye. Her finnes det data som går tilbake til 1981. Kilden til dataene er ukjent.

Det er datahull i både MET-dataene og Hydra II-arkivene, og noen av disse kan potensielt fylles. Siden 2017 er nedbørsdataene ikke lenger kvalitetskontrollert av NVE. Her bør METs nettsider brukes, selv om ikke alle mangler blir fanget opp her heller. Tettere oppfølging av stasjonen og kortere nedetid ved for eksempel tetting av nedbørsmåleren har hatt en positiv effekt på kvaliteten.



Figur 8-57: Akkumulert nedbørsmengde siden stasjonsetablering. Sammenligning av rådata og kvalitetskontrollerte data fra ulike arkiv. HYTRAN (grønn linje) og HYKVAL (blå linje) er henholdsvis rådata og kvalitetskontrollerte data fra NVE sitt arkiv. MET (oransje linje) er kvalitetskontrollerte data fra MET sitt arkiv.



Figur 8-58: Registrert nedbørsintensitet (5 min oppløsning) siden 1994

8.4.8 Oppsummering

I løpet av observasjonsperioden har det vært store endringer i arealbruk og andel tette flater, noe som må tas hensyn til ved bruk av dataene til modellkalibreringen. Sammenlignet med andre urbanstasjoner dekker nedbørsfeltet til stasjon Lye 2 et relativt stort område. Andelen permeable flater i nedbørsfeltet er også relativt stor. Nedbørsfeltet er praktisk talt delt i to, med et stort upåvirket område nord i feltet og et urbanisert område sør i feltet. Stasjonen ligger lengst sørvest i feltet.

Fra et hydraulisk synspunkt kan målingene ved stasjonen betraktes som pålitelige, og det er ikke observert effekter fra oppstuvning. Også datakvaliteten er stort sett bra, spesielt etter at en sekundærsensor for vannstandsmåling ble montert. Som et ekstra måleinstrument oppstrøms ville en radarmåling kunne gi ytterligere sikkerhet i vurderingen av måleresultatene. I tillegg er det utført en rekke vannføringsmålinger under ulike forhold opp til vannføringer på godt over 700 l/s. Resultatene underbygger gyldigheten av vannføringskurven.

8.5 Aspervik 29.4

8.5.1 Historikk

Stasjonen ble opprettet i 1972 (under navnet «29.1 Aspervik klima»). I 1983 ble stasjonen flyttet 200 meter oppstrøms (uten tilløp på strekningen), og i 2002 ble den bygd om med ny V-Crump og ny instrumentering ved samme sted. Vannstandsdata fra hele tidsrommet er samlet i én serie.

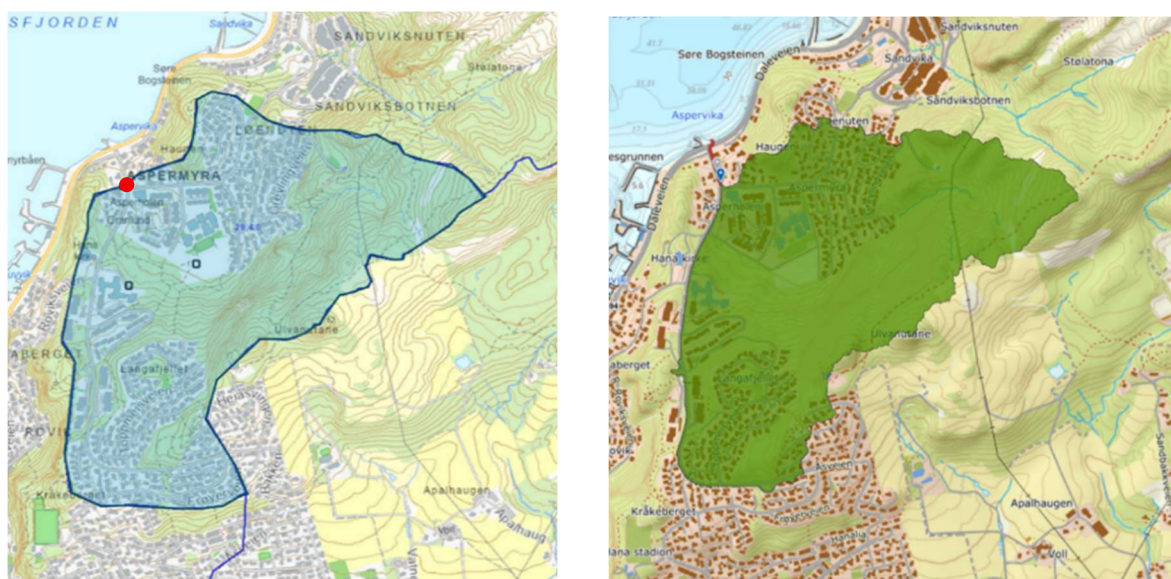
Stasjon «29.7 Gramstaddalen» var opprettet som et naturlig sammenligningsfelt til Aspervik og er fortsatt i drift. Gramstaddalen har også V-Crump-overløp.

Oppgaver og rapporter:

- Tollan, A. (1974): Program for rensing av avløpsvann: prosjekt 4.2: «Urbaniseringens innvirkning på avrenningsforholdene i små nedbørsfelt». NVE-rapport.

8.5.2 Nedbørsfelt

Stasjonen ligger i Sandnes kommune i Rogaland, i byggefeltet kalt Aspervik (Figur 8-59). Nedbørsfeltets areal ble bestemt til 0,86 km² basert på informasjonen i Tabell 8-24. Urbaniseringsgraden i nedbørsfeltet er anslått til ca. 43 prosent.



Figur 8-59: Aspervik urbanstasjon med nedbørsfelt - NVE temakart 2025 (venstre) / GIS-analyse Scalgo 2025 (høyre)

Tabell 8-24: Feltareal og arealfordeling (NVE 2025)

Feltareal	0,86 km ²
Urbaniseringsgrad	42,51 %
Skog	44,11 %
Snaufjell	4,94 %
Dyrkningsgrad	1,02 %

Nedbørsfeltets størrelse og utnyttelsesgrad varierer avhengig av metode og tidspunkt (Tabell 8-25). Da stasjonen ble etablert, var nedbørsfeltet veldig lite preget av urbanisering, slik at Tollan (1974) konkluderte med en urbaniseringsgrad på 5,9 prosent (Tabell 8-25 og Figur 8-60). Over tid ble området bygd ut, hovedsakelig på 80- og 90-tallet. Sammenligning av ortofoto fra 1999 og 2023 (Figur 8-60) viser at det er lite endringer i byggefeltet i denne perioden. Feltets areal, som er bestemt ved hjelp av en GIS-analyse, er på ca. 0,7 km² (Tabell 8-25). Det må undersøkes nærmere om forskjellen mellom informasjon i NVE sin database og GIS-analysen skyldes at GIS-analysen ikke har tatt med drenering av areal via overvannsnett.

Tabell 8-25: Avvikende informasjon om feltareal

Kilde	Feltareal	
NVE-rapport 34/2024	0,71 km ²	17 % ikke-permeable flater
NVE-rapport 2016:50	0,84 km ²	25–30 % urbanisering 20 % impermeable flater
GIS-analyse med Scalgo (2025)	0,72 km ²	
Tollan, 1974	0,64 km ²	5,9 % urbaniseringsgrad

I urbanstasjonsrapporten fra 2016 ble en arealfordeling på 25–30 prosent urbanisering og 20 prosent impermeable flater lagt til grunn. GIS-analysen i NVE-rapport 34/2023 fastslo 17 prosent impermeable flater (Tabell 8-25).



Geovekst
1971-06-12

Geovekst
1999-07-27

Geovekst
2023-04-19

Figur 8-60: Utvikling av nedbørsfeltet fra 1971–2024, ©norgebilder.no, feltgrensene er basert på NVE Atlas (2025)

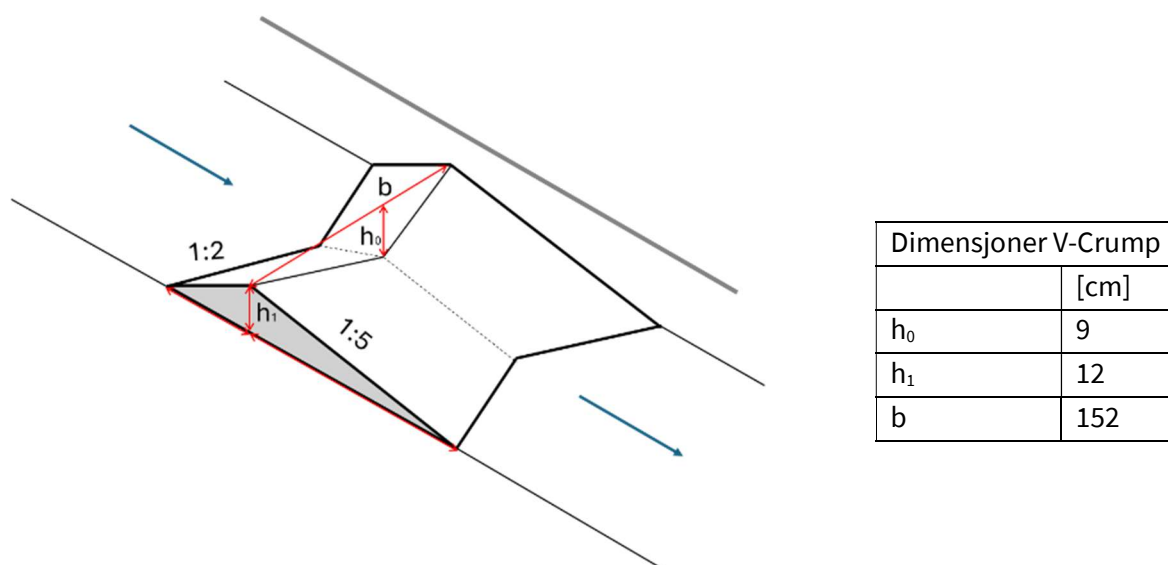
8.5.3 Kulvert og profil

Stasjonen har gjennomgått flere store endringer siden den ble satt i drift, og den har blitt flyttet. Figur 8-62 til Figur 8-66 viser bilder fra stasjonen og måleprofil.

Den gamle stasjonen (29.1 Aspervik klima) hadde V-profil fra 1972 til 1983. I 1983 ble stasjonen flyttet ca. 200 meter oppover, og måleprofilen ble bygd som Crump-overløp (1:2–1:2). Flyttingen av stasjonen har ikke ført til noen endringer i tilsig. Stasjonen ble bygd om med ny Crump i 2002 etter tegninger fra NVE (Figur 8-61). Det var anbefalt å sette inn utløpsrør med diameter 1000 mm, men det ble i stedet brukt 600 mm rør. Etter at stasjonen kom i drift, viste det seg raskt at kapasiteten på utløpsrøret var for liten, og det oppsto oppstuvning fra nedstrøms ved kraftige nedbørshendelser. I mars 2013 ble kapasiteten på utløpet av Crump-overløpet og utløpsrøret fra kulvert nedstrøms utbedret med konet utløpsrør fra 1000 mm til 700 mm (Figur 8-66). Stasjonen har kapasitet til å måle mye større vannføringer nå.

For data som ble registrert før 1983, er det notert følgende kommentar: «Når vannstand overstiger ca. 0,13–0,15 m er ikke vannføringskurven korrekt. En har trolig overkritisk strømning inn mot overløpet / for høyt Froudetall.»

I tillegg er stasjonen sterkt påvirket av sedimenter som påvirker kommunikasjonen mellom kulverten og stigerøret.



Figur 8-61: Sjematisk fremstilling og oppmåling av V-Crump



Figur 8-62: Stasjonen før flytting i 1983 (Foto: NVE)



Figur 8-63: Crump-overløp 1983-2002 (Foto: NVE)



Figur 8-64: Ny stasjon siden 2002 (Foto: NVE)



Figur 8-65: Crump-overløp etter 2002 (Foto: NVE)



Figur 8-66: Større konet utløp etter 2013 (Foto: NVE)

8.5.4 Hydraulikk

Før kapasiteten til avløpsrøret ble økt i 2013, oppsto det sannsynligvis regelmessig oppstuvning fra nedstrøms ved høy vannføring. Endringene på stasjonen (se kapittel 8.5.3) har påvirket hydraulikken og hatt positiv effekt på datakvaliteten, men vi antar at det fortsatt er noen utfordringer ved store vannføringer, blant annet pga. for høy innløpshastighet (se kapittel 8.5.7).

Stasjonen ble utstyrt med en vannstandsmåling nedstrøms V-Crumpen februar 2022. Siden da er det registrert tre hendelser med tydelig tilbakestuvning i profilet fra nedstrøms side. Dette bekrefter at vannføringen under flomhendelser fortsatt må vurderes spesielt nøye.

8.5.5 Vannføringskurve

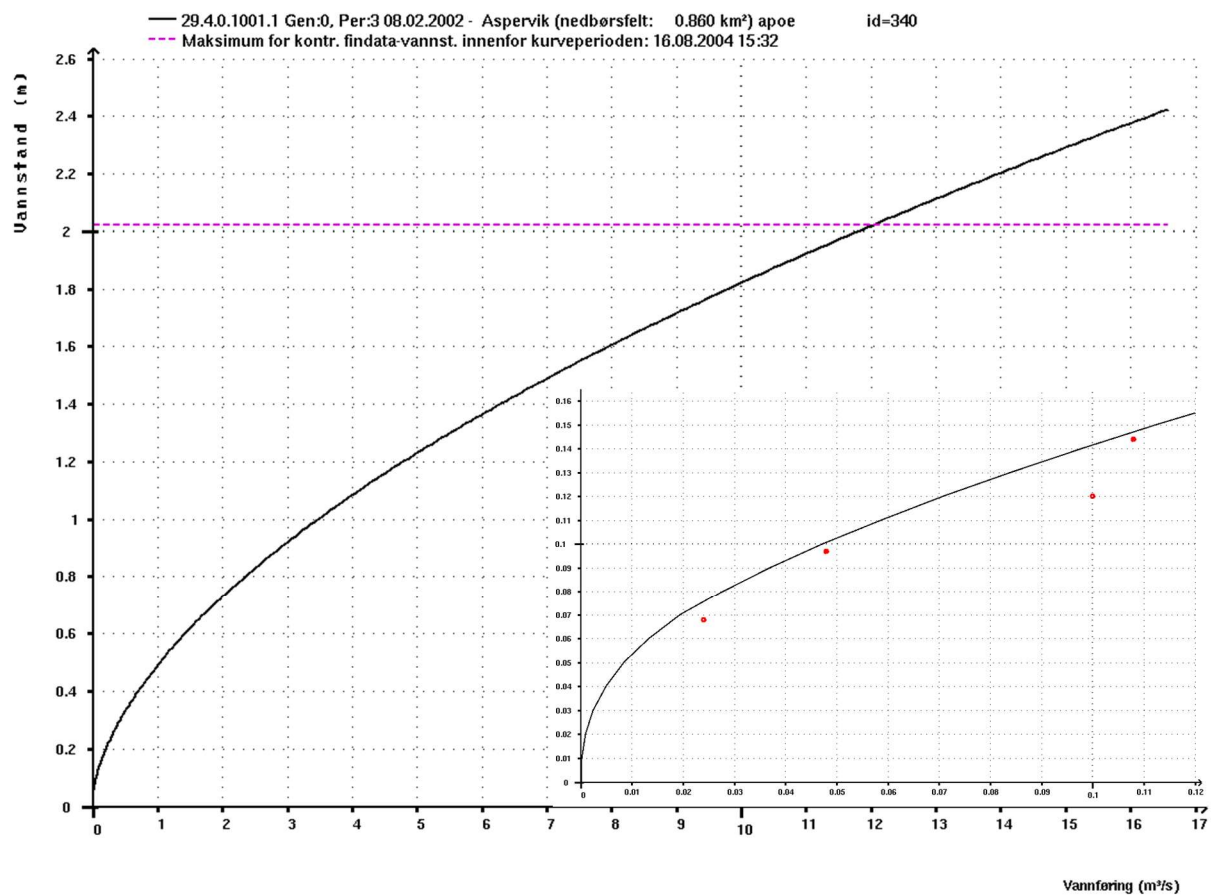
Vannføringskurven på stasjonen er teoretisk utregnet, og metoden er beskrevet i Ackers (1978). Stasjonen har hatt flere kurveperioder på grunn av endringene beskrevet i kapittel 8.5.3. Det er gjort fire vannføringsmålinger etter den siste ombyggingen av stasjonen 8. februar 2002: to flygelmålinger som ble klassifisert som dårlige, og to saltmålinger med middels kvalitet. Resultatene fra saltmålingene viser et avvik på 5–10 prosent fra den teoretiske vannføringskurven, som er akseptabelt. Avviket til flygelmålingene er mye større, men siden de er klassifisert som dårlige, kan de ikke brukes til kvalitetsvurderinger. Det kreves flere vannføringsmålinger, spesielt ved høy vannføring, for å verifisere den gjeldende kurven. Tabell 8-26 viser den gjeldende vannføringskurven i tabellform, og Figur 8-67 viser vannføringskurvene fra de nevnte tre periodene samt vannføringsmålinger utført etter den siste ombyggingen.

Tabell 8-26: Vannføringskurven i tabellformat (2002–d.d.)

vannføringstabell for 29.4.0.1001.1 Gen:0, Per:3 08.02.2002 - id=340 Aspervik (nedbørsfelt: 0.550 km²) apoe (Kurve basert på teoretisk formel for v-crump (ISO formel). Pga. dårlig kapasitet på ledningsnettets nedstrøms målestasjon er det oppstuvning på vannstander fra 0,3-0,5 m i perioden 2002 - 2013. I 2013 ble utløpet fra stasjonen utbedret og stasjonen skal fungere bedre.)

Segment nr. 1:	Q =	13.65298 (h +	0.0000) **	2.46762	Gjelder for	0.000 <= høyde <	0.072
Segment nr. 2:	Q =	3.48827 (h +	-0.0292) **	1.62577	Gjelder for	0.072 <= høyde <	0.438
Segment nr. 3:	Q =	3.39631 (h +	0.0115) **	1.78003	Gjelder for	0.438 <= høyde <	0.500

vannføring i kubikkmeter pr. sekund	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
vannstand(m)	0.0	0.000	0.000	0.001	0.002	0.005	0.008	0.013	0.019	0.027	0.037
0.1	0.047	0.058	0.071	0.084	0.098	0.112	0.128	0.144	0.161	0.179	
0.2	0.197	0.216	0.236	0.257	0.278	0.299	0.322	0.345	0.368	0.392	
0.3	0.417	0.442	0.468	0.495	0.522	0.549	0.577	0.606	0.635	0.665	
0.4	0.695	0.726	0.757	0.789	0.825	0.858	0.891	0.925	0.959	0.994	



Figur 8-67: Vannføringskurven for Aspervik målestasjon (svart linje), utførte vannføringsmålinger (røde punkter) og maksimum for kontrollerte findata (rosa linje)

8.5.6 Instrumentering

Stasjonen har gjennom årene hatt forskjellige typer loggere og sensorer. Tabell 8-27 gir en oversikt over når de forskjellige var koblet til. Vi tar forbehold om at listen er basert på tilgjengelig informasjon og ikke nødvendigvis er komplett.

Disse parametrene måles på stasjonen:

- primærvannstand (1972)
- nedbør (1974)
- smeltevann og Nedbør (1988)
- lufttemperatur (1988)
- relativ luftfuktighet (2013/2019)
- vanntemperatur (2013)
- sekundærvannstand (2013)
- vannstand nedenfor profilen (2022)

Tabell 8-27: Oversikt over sensorer på stasjonen, noe informasjon mangler for enkelte sensorer

Målevariabel	Sensortype	Sensor	Fra	Til
Vannstand 1	Trykkselle	AquiStar SDI-12 Pressure	28.11.2024	d.d.
		AquiStar SDI-12 Pressure	16.09.2013	03.12.2024
	Flottør	Leine & Linde enkoder	08.02.2002	16.09.2013
	Flottør	SFT logger	14.08.1991	08.02.2002
	Flottør	Aanderaa	28.06.1988	04.10.1991
	Flottør	F&P	14.08.1984	28.06.1988
	Flottør	Sørum	18.08.1972	14.08.1984
Vannstand 2	Trykkselle	AquiStar SDI-12 Pressure	22.02.2022	d.d.
		AquiStar SDI-12 Pressure	18.07.2019	22.02.2022
		Impress Temp and Level Sensor	08.06.2015	18.07.2019
		AquiStar SDI-12 Pressure	16.09.2013	08.06.2015
Vannstand nedenfor profil	Trykkselle	AquiStar SDI-12 Pressure	22.02.2022	d.d.
Nedbør	Vippe	Lambrecht	26.03.2008	d.d.
	Vippe	Plumatic	22.06.1974	26.03.2008
Lufttemperatur		Campbell CS215	16.09.2013	d.d.
		SIN 6042	08.02.2002	16.09.2013

8.5.7 Datakontroll og datakvalitet

8.5.7.1 Vannføring

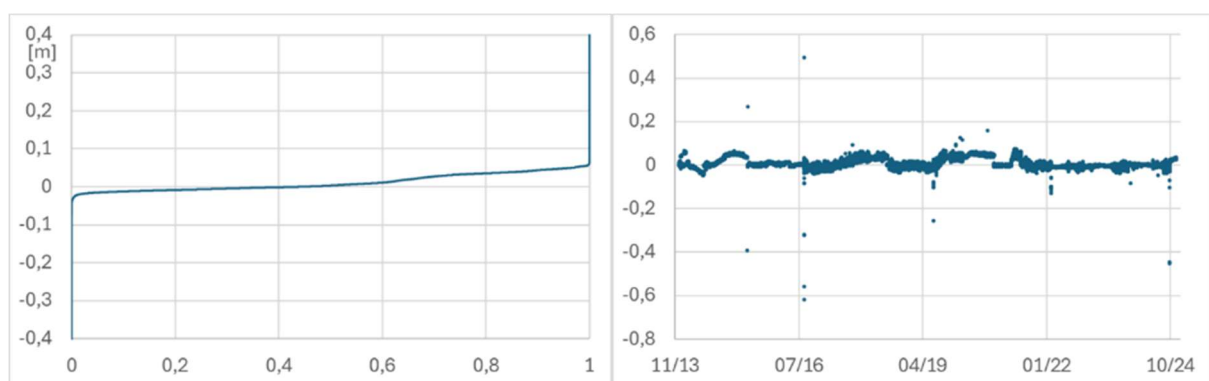
Datakvaliteten på stasjonen har vært preget av en del problemer gjennom årene, både i form av kapasitetsutfordringer i kulverten og tette kommunikasjonsrør. Tabell 8-28 og Figur 8-71 viser en oversikt over de viktigste utfordringene på stasjonen og hvordan de har påvirket datakvaliteten. Dataserien egner seg ikke særlig godt til bruk i flomanalyser og modellvalidering for intense nedbørshendelser.

Selv etter den siste byggtekniske utbedringen i 2013, der kapasiteten til utløpsrøret ble økt, ser det ut til å ha vært tekniske problemer frem til 2015, da det ikke ble registrert vannstander over 0,25 meter. Ved en større nedbørshendelse i 2014 ble det avdekket hydrauliske utfordringer med høye hastigheter og mye turbulens i kulverten. Dessverre ble ikke vannstanden korrekt registrert i dette tidsrommet, noe som sannsynligvis skyldes dårlig kommunikasjon i stigerøret (som ble utbedret i 2016).

Siden nivåmåling nedstrøms profilet ble installert i 2022, har det blitt registrert tre hendelser der det ble observert entydig oppstuvning fra nedstrømssiden som har påvirket vannstanden i profilet (Figur 8-70). Hendelsene er relatert til intens nedbør med registrerte vannstander på opp til ca. 1 meter oppstrøms profilet (13. juli 2022, 27. september 2023 og 08. september 2024). I tillegg ble det observert flere hendelser der nedstrøms vannstand nådde opp til terskelkanten. Disse observasjonene støtter konklusjonen om at registrerte vannføringer under flomsituasjoner bare kan brukes i begrenset omfang og må vurderes nøye. Basert på måledata som er samlet inn nedstrøms terskelen siden 2022, bør man være oppmerksom på mulig oppstuvning i utløpsrør ved vannstander oppstrøms terskelen på rundt 0,25 meter og oppover.

Vannstandsmålingene er utført med to trykksensorer siden september 2013. Basert på sammenlignbar rådata fra primær- og sekundærsensor fra slutten av 2013 til 2024 har 64,4 prosent av dataene et avvik på $\leq \pm 2$ cm og 45,9 prosent $\leq \pm 1$ cm (Figur 8-68, venstre). Figur 8-68 (høyre) viser at det i enkelte perioder var større avvik mellom primær- og sekundærsensoren. Dette kan skyldes at en eller begge trykksensorene har driftet, men det kan også observeres hopp uten kjent årsak.

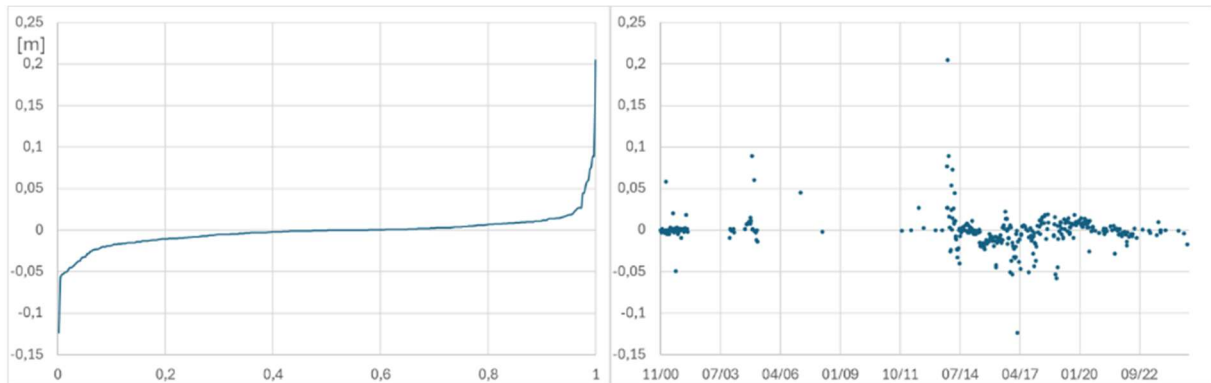
Stasjonen er sterkt påvirket av sedimenter som påvirker kommunikasjonen mellom kulverten og stigerøret og dermed vannstandsmålingen. Årene 2005, 2010, 2016 og 2017 er spesielt påvirket (Figur 8-68, høyre). Sedimentet fjernes jevnlig. En viss periodisitet med noe økte avvik i sommermånedene skyldes mest sannsynlig mer intens nedbør i sommermånedene og tilhørende høy vannstand og vannføring, noe som fører til mer turbulens ved innløpet til Crump-profilet.



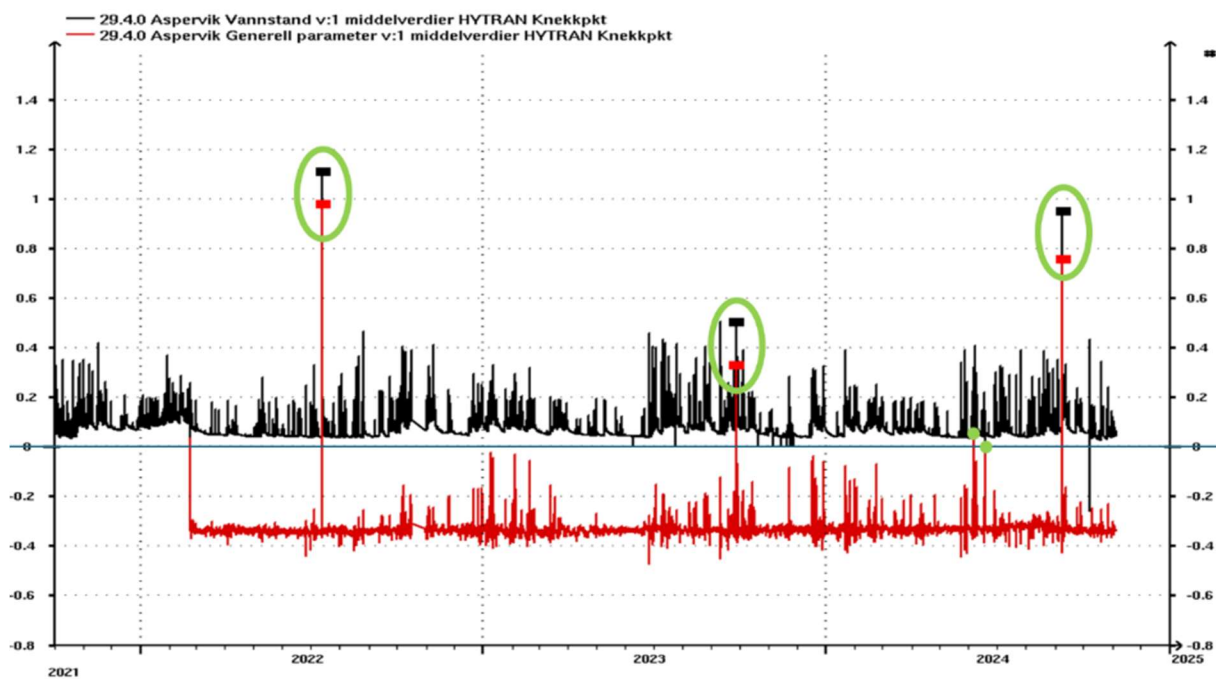
Figur 8-68: Avvik mellom primær og sekundær sensor – rådata (persentil og over tid)

Siden 2000 har det blitt foretatt 382 kontrollmålinger av vannstanden som kan sammenlignes med den registrerte sensorvannstanden på samme tidspunkt. Sammenlignet med andre stasjoner er avvikene forholdsvis store. I ca. 87,7 prosent av de utførte målingene er avviket $\leq \pm 2$ cm. For ca. 68,8 prosent av målingene er avviket på $\leq \pm 1$ cm (Figur 8-69). Dette kan muligens forklares med dårlig kommunikasjon mellom stigerør og kanal, som beskrevet i avsnitt 8.5.3. Sensorene ble flyttet til et annet stigerør, og kontrollmålingene som ble gjort fra og med 2017, viser mye mindre avvik – 100 prosent $\leq \pm 2$ cm og 89,1 prosent $\leq \pm 1$ cm. Årene med store avvik mellom primær- og

sekundærsensorene gjenspeiles også delvis her. Generelt er det imidlertid stor spredning i avvikene fra de manuelle kontrollmålingene.



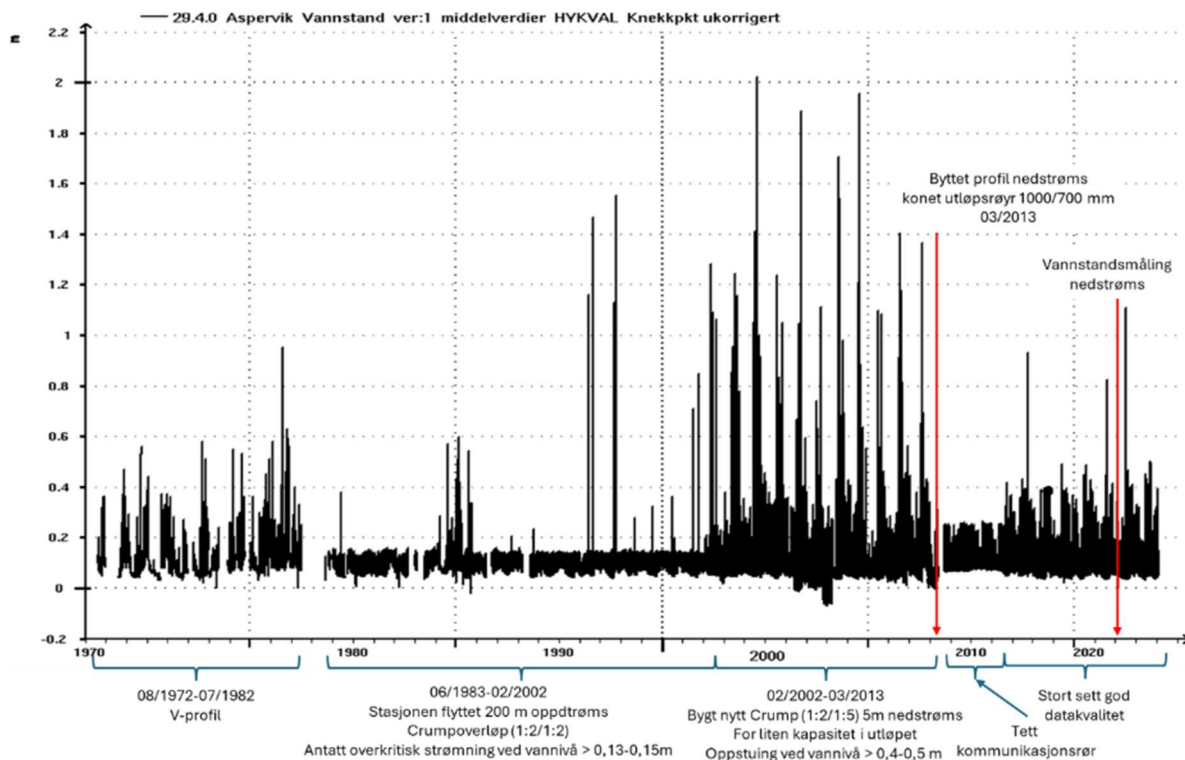
Figur 8-69: Måleavvik ved kontrollmålinger (persentil og over tid)



Figur 8-70: Vannstandsmålinger opp og nedstrøms fra Crump-overløpet - de grønne sirklene viser hendelser som har ført til oppstuvning i utløpsrøret.

Tabell 8-28: Oversikt over tidsoppløsning og vurdering av datakvalitet på vannstandsmålingene i ulike perioder

	År	Tidsoppløsning	Kommentar
A	1972	varierende	veldig hakkete og stort sett ikke brukbare data
B	1973–1979	varierende	fortsatt hakkete data med lengre perioder uten data
C	1980–1982	varierende	litt mer sammenhengende, men fortsatt hakkete data
D	1983		flytting av stasjonen 200 meter oppstrøms med ny V-Crump
E	1983–feb. 2002	stort sett 5 min eventbasert	bare få perioder med vannstand over 0,15 meter, veldig tvilsom data spesielt ved høyere vannføring, antatt strykende strømning / for høy hastighet oppstrøms
F	feb. 2002		ombygging av stasjonen med ny V-Crump og ny instrumentering
G	feb. 2002–mai 2006	1 min eventbasert	stort sett grei datakvalitet, det må antas at de fleste hendelsene med vannstand over 0,25 meter er påvirket av oppstuvning fra nedstrøms
H	juni 2006–mars 2008	1 min eventbasert	antatt for lav vannstand, til dels negativ, bare to kontrollavlesninger i dette tidsrommet som viser mer pålitelige data med forventet vannstand
I	april 2008–sept. 2011	1 min eventbasert	stort sett grei datakvalitet, de fleste hendelser med vannstand over 0,25 meter må antas å være påvirket av oppstuvning fra nedstrøms
J	sept. 2011–2013	1 min eventbasert	antatt for lav vannstand, kan skyldes nullpunktsdrift eller dårlig kommunikasjon mellom stigerør og kulvert
K	2013		Kapasiteten til utløpsrøret ble økt.
L	2013–sept. 2016	1 min eventbasert	liten sammenheng mellom kontrollavlesninger og sensordata, antatt svært dårlig kommunikasjon mellom kulvert og stigerør, dataene virker stort sett lite brukbare
M	sept. 2016–2024	1 min eventbasert	datakvaliteten ser mye bedre ut, likevel til dels liten sammenheng mellom kontrollavlesninger og sensordata

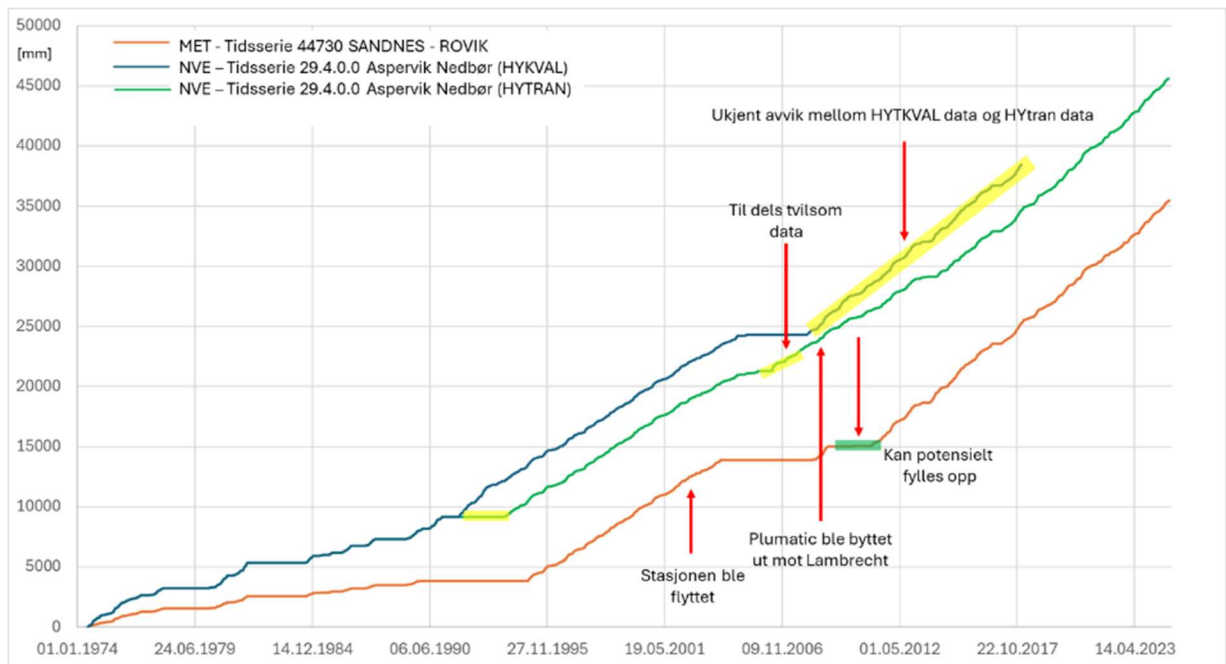


Figur 8-71: Vannstandsserien på stasjonen med kommentarer på datakvalitet og utfordringer.

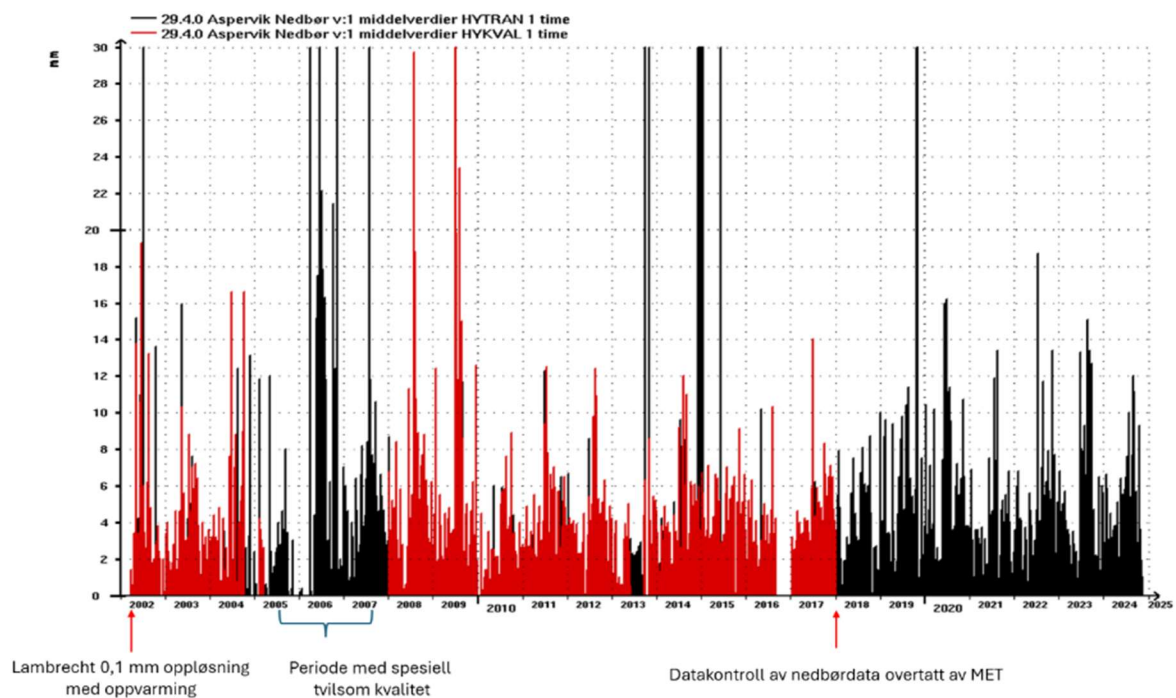
8.5.7.2 Nedbør

To år etter at stasjonen ble opprettet, altså i 1974, ble det installert en Plumatic nedbørsmåler (oppløsning 0,2 mm). I mars 2008 ble denne erstattet med en Lambrecht vippepluviograf med oppvarming og en oppløsning på 0,1 mm. I forbindelse med ombyggingen av stasjonen i 2002 ble også nedbørsmåleren flyttet fra sin opprinnelige plassering (29.1 Aspervik klima) til urbanstasjon 29.4 Aspervik. Data før flyttingen av nedbørsmåleren i 2002 finnes under «29.1 Aspervik klima». Nedbørsdataene er også tilgjengelige på METs nettsider (seklima.met.no) som samlet dataserie siden 1974 under stasjonsnummer 44730 Sandnes-Rovik. Det er datahull i både MET-dataene og Hydra II-arkivene, og noen av disse kan potensielt fylles.

Siden 2017 er nedbørsdataene ikke lenger kvalitetskontrollert av NVE. Her bør METs nettsider benyttes, selv om ikke alle mangler blir fanget opp her heller. Tettere oppfølging av stasjonen og kortere nedetid ved for eksempel tetting av nedbørsmåleren har hatt en positiv effekt på datakvaliteten. I Figur 8-72 er rådata og kvalitetskontrollerte data fra NVE sitt arkiv sammenlignet med de kvalitetskontrollerte dataene fra MET sitt arkiv.



Figur 8-72: Akkumulert nedbørsmengde siden stasjonsetablering. Sammenligning av rådata og kvalitetskontrollerte data fra ulike arkiv. HYTRAN (grønn linje) og HYKVAL (blå linje) er henholdsvis rådata og kvalitetskontrollerte data fra NVE sitt arkiv. MET (oransje linje) er kvalitetskontrollerte data fra MET sitt arkiv.



Figur 8-73: Registrert nedbørsintensitet (1 h oppløsning) siden stasjonsetablering

8.5.8 Oppsummering

I løpet av observasjonsperioden har det vært store endringer i arealbruk og andelen tette flater i nedbørsfeltet til stasjonen. I tillegg varierer arealet til nedbørsfeltet en del fra rapport til rapport. Dette må man ta hensyn til når man bruker dataene til modellkalibrering.

En stor del av nedbørsfeltet er fortsatt lite påvirket av urbanisering (anslått urbaniseringsgrad 25–43 prosent), og andelen impermeable flater ligger på ca. 20 prosent. Dette er derfor en stasjon der vannføringen fortsatt i stor grad påvirkes av det naturlige nedbørsfeltet.

Det er få perioder med pålitelige data. Datakvaliteten ble vesentlig bedre først fra og med 2016, men også her må man være oppmerksom på at oppstuvning oppstår under intense nedbørshendelser og høy vannføring, noe som betyr at dataene ikke kan brukes til å verifisere modelleringsresultatene i disse periodene.

Problemene med dårlig kommunikasjon mellom kulverten og stigerøret kan løses ved å bruke en radarmåling oppstrøms, men som det kommer frem av Figur 8-68 i avsnitt 8.5.7.1, vil ikke dette fungere særlig godt ved høy vannføring.

Oppsummert kan vi si at bare en brøkdel av de registrerte dataene er brukbare. Selv med den nåværende tilstanden til stasjonen er det fortsatt tvil om dataenes pålitelighet ved høy vannføring.

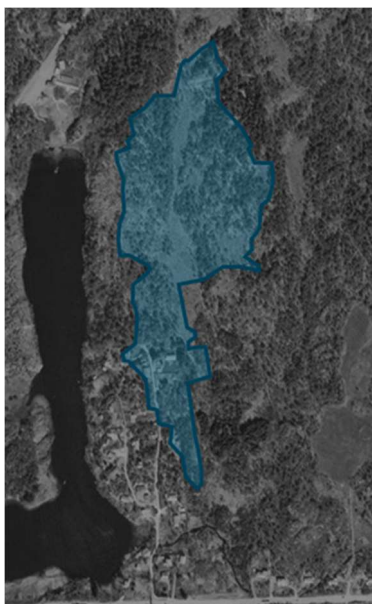
har følgelig økt betraktelig siden da. Ved bruk av måledataene fra Sandsli må man derfor ta hensyn til at feltparametrene har endret seg over tid. Det kan heller ikke utelukkes at overvannssystemet også har blitt endret som en del av den senere utbyggingen, noe som vil påvirke feltparametrene enda mer. Dette må undersøkes nærmere.

Tabell 8-29: Feltareal og arealfordeling (NVE, 2025)

Feltareal	0,08 km ²
Urbaniseringsgrad	50 %
Skog	37,5 %
Myr	12,5 %

Tabell 8-30: Avvikende/ytterligere informasjon om feltareal

Kilde	Feltareal	
NVE-rapport 34/2024	0,061 km ²	19 % impermeable flater
NVE-rapport 2016:50	0,08 km ²	29 % impermeable flater
GIS-analyse med Scalgo (2025)	0,07 km ²	



Bergen kommune
1980-05-15



Grunnkart Bergen
2005-08-14



Grunnkart Bergen
2024-05-14

Figur 8-75: Utvikling av nedbørsfeltet fra 1980 til 2024, ©norgebilder.no – feltgrensene basert på NVE Atlas (2025)

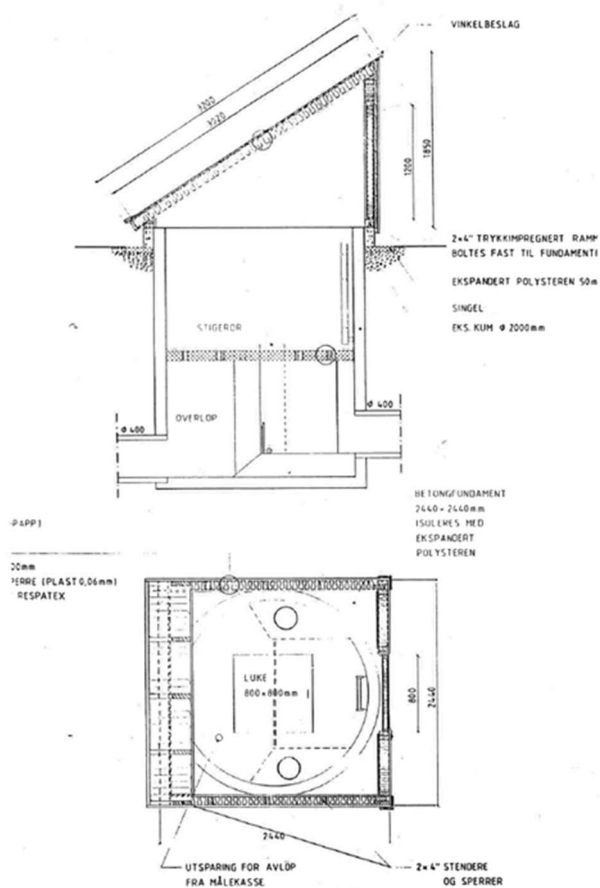
8.6.3 Kulvert og profil

Sandsli urbanstasjon består av en stor kum med en diameter på ca. to meter og et påmontert pulttak. Vannføringen bestemmes ved hjelp av en V-terskel. Det finnes ingen rist eller lignende utstyr for å minske tilstrømningshastigheten, noe som kan påvirke gyldigheten av vannføringskurven. For mer informasjon om kulvert og profil se Tabell 8-31 og Figur 8-76. Et utdrag bilder av stasjonen vises i Figur 8-77 til Figur 8-80.

Vannstandsmålinger viser ofte negative verdier, spesielt om sommeren og i lengre perioder uten nedbør. Årsaken til dette er trolig lekkasje på overvannsnettets også rett ovenfor stasjonen. Grunnvannsmålestasjonene «Sandsli rør 2» (56.10) og «Sandsli rør 4» (56.11), som er plassert noen

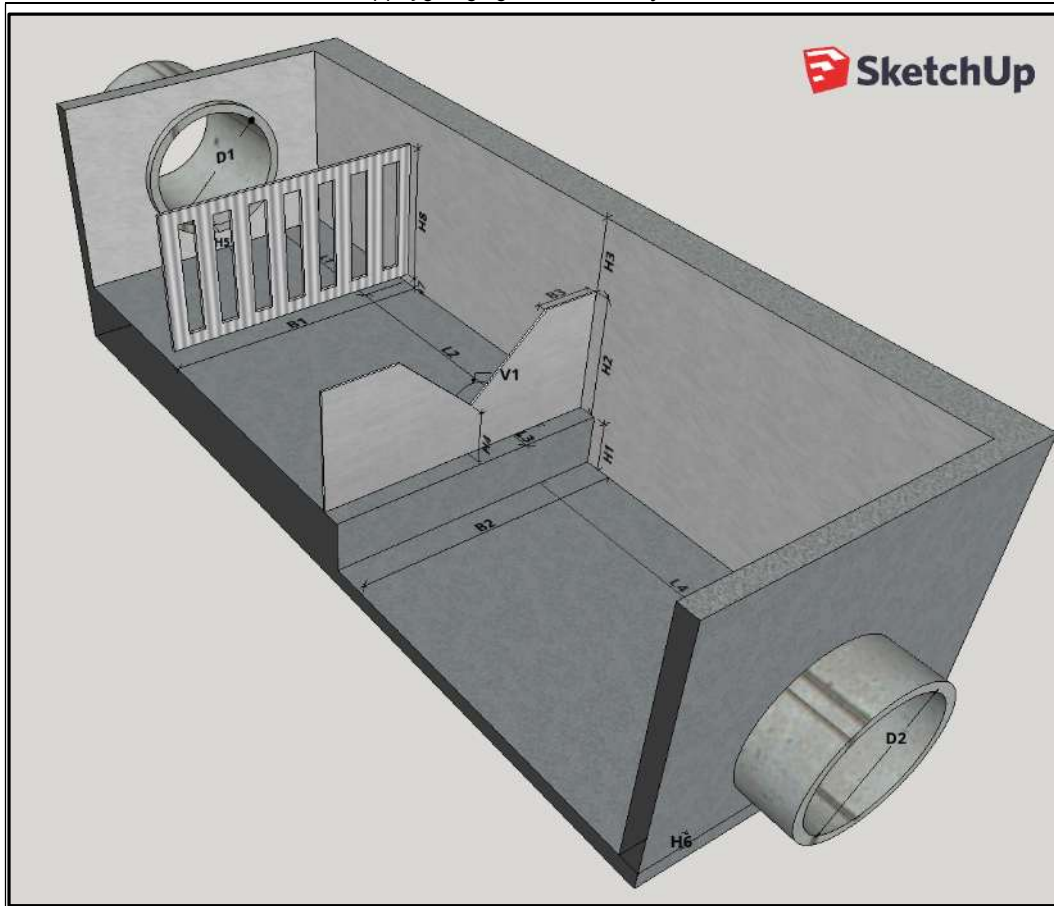
hundre meter nord for stasjonen, viser godt samsvar mellom negative vannstandsverdier på stasjonen og lav grunnvannstand (se også avsnitt 8.6.7.1).

Stasjonen påvirkes ikke i særlig grad av sedimenter som samler seg foran V-terskelen. Om nødvendig fjernes sedimenter av felthydrologene eller kommunen.



Figur 8-76: Detaljtegning av Sandsli målestasjon

Tabell 8-31: Oversikt over kulvertens oppbygning og nøkkeltall – skjematisk skisse V-terskel.



[cm]	Ref. figur	Forklaring
40	D1	Diameter innløpsrør
40	D2	Diameter utløpsrør
115,3	B1	Bredde basseng ovenfor V
	B2	Bredde basseng nedenfor V
0	B3	Bredde V-profil, slutt V til vegg
	H1	Høyde bunn basseng nedenfor V til nedre kant V-platen
54,2	H2	Høyde V-platen (overgang til rektangulært profil)
40	H3	Høyde topp V-plate til tak
30	H4	Høyde bunn V-plate til bunn V
	H5	Høyde bunn basseng ovenfor V til bunn av innløpsrør
	H6	Høyde bunn basseng nedenfor V til bunn av utløpsrør
ikke aktuelt	H7	Hvis dempningsrist: høyde opp til bunn rist
ikke aktuelt	H8	Hvis dempningsrist: høyde på rist
ikke aktuelt	L1	Hvis dempningsrist: lengde basseng ovenfor rista
ikke aktuelt	L2*	Hvis dempningsrist: lengde basseng mellom rista og V-plate
100	L1+L2	Hvis IKKE dempningsrist: lengde bassenget ovenfor V-plate
	L3	Lengde terskel/skråning nedenfor V-plate
	L4	Lengde basseng nedenfor V-plate
134,4	V1	Vinkel: V-profil



Figur 8-77: V-profil og utløp (Foto: NVE)



Figur 8-78: V-profil og innløp (Foto: NVE)



Figur 8-79: Kulvert på stasjonen sett fra inngangen til stasjonen (Foto: NVE)



Figur 8-80: Stasjonen sett utenifra (Foto: NVE)

8.6.4 Hydraulikk

Strømningshastigheten vurderes som høy ved høy vannføring, men det har hittil ikke blitt registrert tegn til oppstuvning ved høy vannføring. Det kan imidlertid ikke utelukkes at måleprofilet kan påvirkes av høy vannstand nedstrøms ved høyere vannføring. Derfor ble det i 2018 installert en trykkcelle nedstrøms V-profilet for å kunne detektere eventuell oppstuvning eller drukning av profilet. Data fra nedstrøms trykkcellen indikerer at stasjonen i liten grad er påvirket av oppstuvning nedenfra. Det er usikkert i hvilken grad høy strømningshastighet i flomsituasjoner påvirker gyldigheten av vannføringskurven, og det finnes ingen rist for å redusere strømningshastigheten ved innløpet.

8.6.5 Vannføringskurve

Vannføringskurven på Sandsli målestasjon er basert på teoretiske utregninger og vises i Tabell 8-32 og Figur 8-81. Per dags dato er det gjennomført 18 vannføringsmålinger på stasjonen for å verifisere vannføringskurven. Målingene er utført med den volumetriske metoden eller med fortynningsmålinger i overvannsnettets oppstrøms målestasjon. Det er gode forhold for å måle med salt på stasjonen. Det er målt opp til 0,16 meter vannstand, som tilsvarer en vannføring på 32 l/s. Vannføringsmålingene stemmer godt overens med vannføringskurven.

Tabell 8-32: Vannføringskurven i tabellformat

Vannføringstabell for 56.1.0.1001.1 Gen:0, Per:1 01.01.1982 - Sandsli (nedbørsfelt: 0.080 km²) EMA

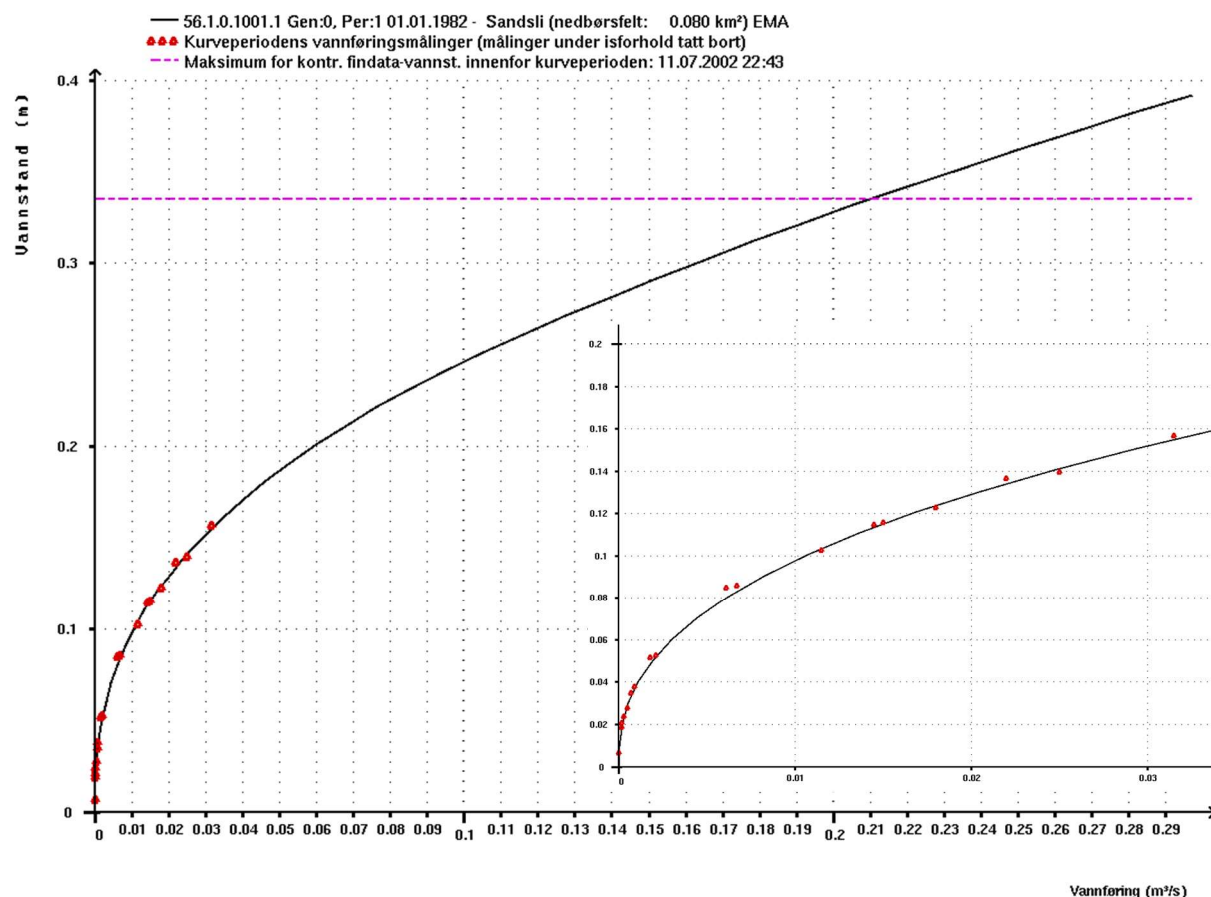
Segment nr. 1: Q = 3.27640 (h + 0.0010) ** 2.50040 gjelder for 0.000 <= høyde < 0.242

Segment nr. 2: Q = 2.16220 (h + -0.0900) ** 1.65760 gjelder for 0.242 <= høyde < 0.600

Vannføring i kubikkmeter pr. sekund

Vannstand(m)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0.0	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.003	0.004	0.006
0.1	0.011	0.013	0.017	0.020	0.024	0.029	0.034	0.040	0.046
0.2	0.059	0.067	0.075	0.084	0.093	0.104	0.115	0.126	0.138
0.3	0.163	0.176	0.189	0.203	0.217	0.232	0.247	0.262	0.278



Figur 8-81: Vannføringskurve og vannføringsmålinger gjennomført på Sandsli målestasjon (svart linje), utførte vannføringsmålinger (røde punkter) og maksimum for kontrollerte findata (rosa linje)

8.6.6 Instrumentering

Stasjonen har gjennom årene hatt forskjellige typer loggere og sensorer. Tabell 8-33 gir en oversikt over når de forskjellige var koblet til. Vi tar forbehold om at listen er basert på tilgjengelig informasjon og ikke nødvendigvis er komplett.

Disse parametrene måles på stasjonen:

- primærvannstand (1984)
- nedbør (1989)
- lufttemperatur (1989)
- snøsmeltevann og nedbør (1994)
- relativ luftfuktighet (2014)
- sekundærvannstand (2009)
- vannstand nedenfor profilet (2018)

Tabell 8-33: Oversikt over sensorer på stasjonen, noe informasjon mangler for enkelte sensorer

Målevariabel	Sensortype	Sensor	Fra	Til
Vannstand 1	Trykkcelle	AquiStar SDI-12 Pressure	13.05.2024	d.d.
	Flottør	Thalimedes Encoder	27.10.2020	13.05.2024
	Flottør	Thalimedes Encoder	03.06.2019	27.10.2020
	Flottør	Thalimedes Encoder	03.12.2009	03.06.2019
	Flottør	AA3036 Flottør sensor	24.05.1998	03.12.2009
		Ukjent		24.05.1998
Vannstand 2	Flottør	Thalimedes Encoder	13.05.2024	d.d.
	Trykkcelle	AquiStar SDI-12 Pressure	28.10.2018	13.05.2024
	Trykkcelle	AquiStar SDI-12 Pressure	13.06.2014	28.10.2018
	Trykkcelle	Ott PS1 trykksensor	03.12.2009	13.06.2014
Vannstand nedenfor	Trykkcelle	AquiStar SDI-12 Pressure	28.10.2018	d.d.
Snøsmeltevann	Trykkcelle	AquiStar SDI-12 Pressure	13.06.2014	d.d.
	Trykkcelle	WIKA trykksensor	26.11.2007	13.06.2014
	Flottør	Ukjent	1994	26.11.2007
Nedbør	Vippe	Lambrecht med oppvarming	04.11.2011	d.d.
		Lambrecht med oppvarming	2001	04.01.2011
		Plumatic	1989	Trolig 2001
Lufttemperatur		CS 215	13.06.2014	d.d.
		SIN 6042	01.12.1999	13.06.2014
Relativ luftfuktighet		CS 215	13.06.2014	d.d.

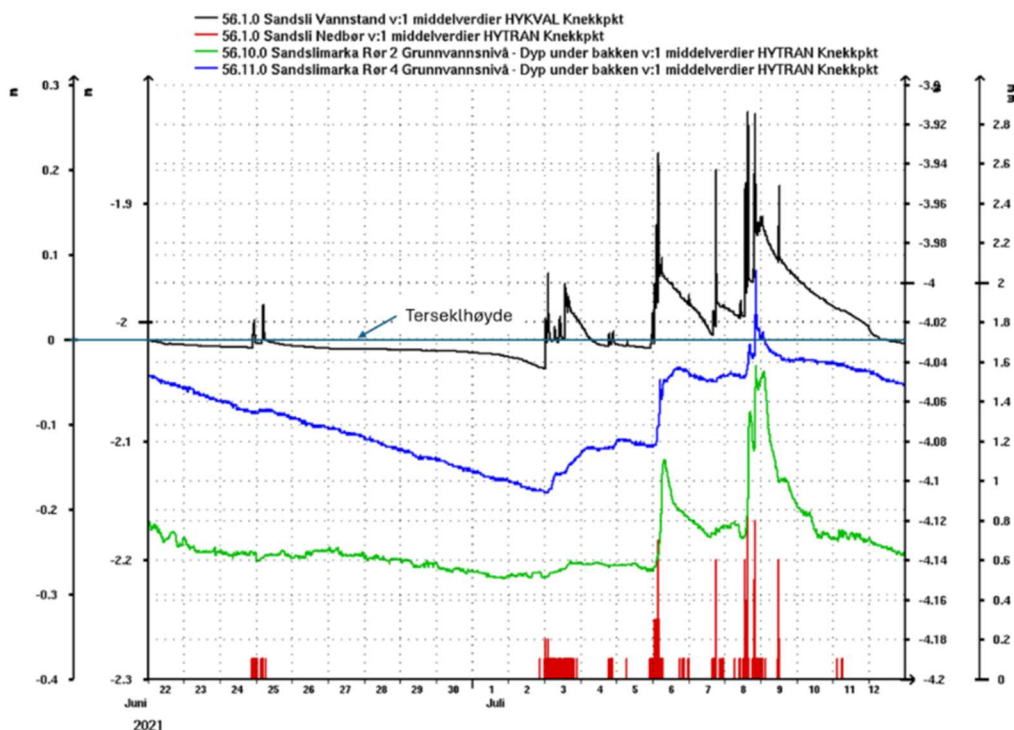
8.6.7 Datakontroll og datakvalitet

8.6.7.1 Vannstand

Selv om stasjonen ble etablert i 1982, finnes det ingen vannstandsmålinger før 1984 i Hydra II. Frem til 2024 ble ulike flottører brukt til å registrere den primære vannstanden. Siden mai 2024 har en Aquistar trykkselle blitt brukt som primærsensor. Sensoren for måling av redundant vannstand (sekundærvannstand) ble installert i desember 2009.

Det spesielle med registreringen av vannstanden i Sandsli er at den er påvirket av grunnvannstanden. Negativ vannstand oppstår ved langvarige tørkeperioder og tilsvarende synkende grunnvannstand. Vi antar at dette skyldes utlekking fra overvannsnettet. Vannstander på ca. -0,08 meter er derfor ikke uvanlig, og den har til og med gått ned til -0,15 meter. Vannstand med mindre enn -0,2 meter er registrert ved to tidspunkter, men måledataene må ansees som tvilsomme eller forårsaket av andre påvirkninger.

Det virker som stasjonen er svært påvirket av grunnvannstanden også under perioder med mer nedbør. Da utgjør sannsynligvis innlekking av grunnvann en betydelig del av vannføringen som ikke kan knyttes direkte til nedbørshendelser. Et eksempel fra 2021 vises i Figur 8-82. Det er lite nedbør og lav grunnvannstand i slutten av juni 2021. Nedbør som faller 3. juli, fører veldig raskt til økt vannstand på stasjonen så lenge nedbøren varer. Grunnvannstanden er ikke særlig berørt. Nedbørshendelsene etter den 5. juli gjenspeiles tydelig i vannstandsdataene fra stasjonen. I tillegg øker grunnvannstanden i det videre løpet. Parallelt med økende i grunnvannstand kan det observeres en betydelig økt basisavrenning på stasjonen inntil vannstanden synker tilbake til negative verdier i midten av juli når grunnvannsnivået synker.

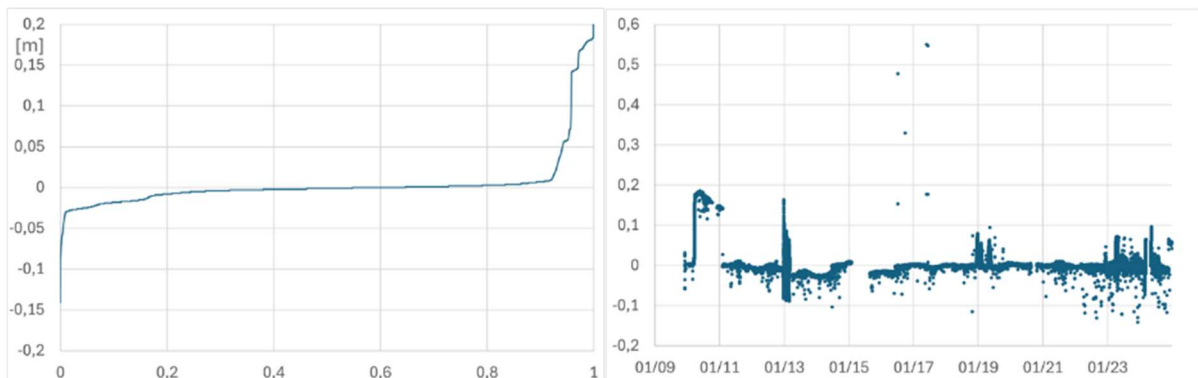


Figur 8-82: Vannstands-, grunnvanns- og nedbørsmålinger Sandsli fra 22. juni til 12. juli 2021. Vannstand (svart linje) og nedbør (røde søyler) er målt ved stasjonen, og grunnvannstand (blå og grønn linje) er målt i to ulike grunnvannsrør i nedbørsfeltet.

Vannstandsverdiene ved stasjonen varierer til vanlig mellom -0,08 meter og 0,3 meter. Den høyeste vannstanden under ekstreme nedbørshendelser ble registrert 11. juli 2002 med 0,335 meter.

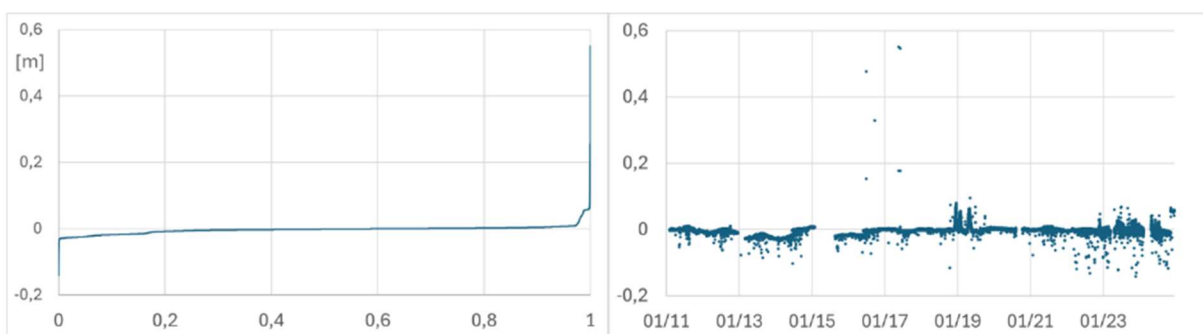
Data fra trykcellen som ble utplassert 2018 nedstrøms måleprofilen, tyder ikke på at stasjonen er særlig utsatt for oppstuvning. Høyeste vannstand nedstrøms V-profilen ble målt til ca. 0,06 meter under profilets spiss (9. august 2021).

Vannstandsmålingene er utført med to trykksensorer siden 3. desember 2009. Basert på sammenlignbare timesdata fra primær- og sekundærsensorene fra 2009 til 2024 har 85,6 prosent av dataene et avvik på $\leq \pm 2$ cm og 75,1 prosent et avvik på $\leq \pm 1$ cm. Figur 8-83 (høyre) viser at det i enkelte perioder var større avvik mellom primær- og sekundærsensoren. Dette kan skyldes at en eller begge trykksensorene har driftet, men det kan også observeres hopp (2009/10) uten kjent årsak. Sammenlignet med andre stasjoner ligger avviket over gjennomsnittet, noe som delvis skyldes lengre perioder med sterke avvik, men også mange nullverdier for sekundærsensoren de siste årene.



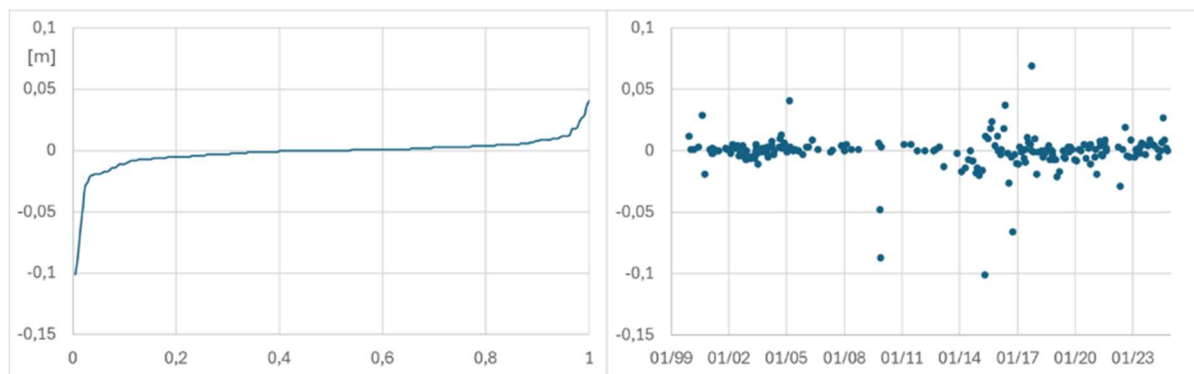
Figur 8-83: Avvik mellom primær og sekundær sensor – timesdata 2009–2024 (persentil og over tid)

Hvis dataene korrigeres for perioden 2009/10 og nullverdiene til de to sensorene, samsvarer de målte verdiene noe bedre. Da har 90,8 prosent av dataene et avvik på $\leq \pm 2$ cm og 79,8 prosent et avvik på $\leq \pm 1$ cm (Figur 8-84). I enkelte perioder er likevel avvikene godt over gjennomsnittet.



Figur 8-84: Avvik mellom primær og sekundær sensor – timesdata 2011–2024 (persentil og over tid) korrigert for nullverdier

Siden 1999 har det blitt gjort 212 kontrollmålinger av vannstanden som kan sammenlignes med registrert vannstand på samme tidspunkt. I ca. 94,3 prosent av de utførte målingene er avviket $\leq \pm 2$ cm og for ca. 84 prosent av målingene er avviket på $\leq \pm 1$ cm (Figur 8-85). På 2010-tallet kan det virke som at avvikene er litt høyere uten kjent grunn. Det kan ikke utelukkes at det i denne perioden er registrert feil kontrollverdi eller feil tidspunkt.

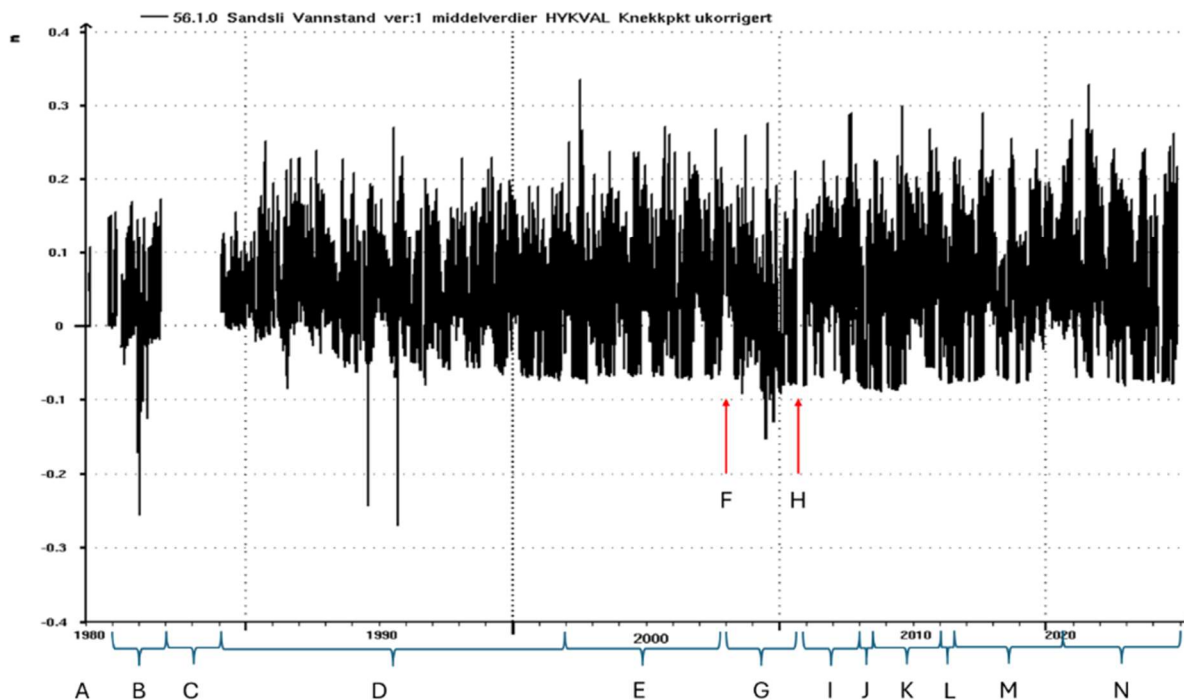


Figur 8-85: Måleavvik ved kontrollmålinger (persentil og over tid)

Tabell 8-34 og Figur 8-86 viser vurderinger av datakvalitet over tid for vannstandsmålinger på Sandsli urbanstasjon.

Tabell 8-34: Oversikt over vannstandsmålinger på Sandsli urbanstasjon

	År	Tidsoppløsning	Kommentar
A	1984	varierende	lite, veldig hakkete og stort sett ikke brukbare data
B	1985–1986	varierende	veldig hakkete og stort sett ikke brukbare data
C	1987–1988	-	ingen data
D	1989–2001	1 min eventbasert	noen datahull og fortsatt litt hakkete data
E	2002–nov. 2007	1 min eventbasert	mye bedre datakvalitet og stort sett fullstendig data
F	des. 2007	-	data mangler
G	2008–aug. 2010	1 min eventbasert	stort sett god datakvalitet med mindre hull
H	sept. 2010–nov. 2010	-	data mangler
I	des. 2010–des. 2012	1 min eventbasert	stort sett god datakvalitet med mindre hull
J	jan. 2013–mai 2013	1 min eventbasert	primærvannstand erstattet med sekundærvannstand, mindre hull, antatt god datakvalitet
K	juni 2013–des. 2015	1 min eventbasert	stort sett god datakvalitet med mindre hull
L	jan. 2016–juni 2016	1 min eventbasert	primærvannstand erstattet med sekundærvannstand, mindre hull, antatt god datakvalitet
M	juli 2016–aug. 2020	1 min eventbasert	stort sett god datakvalitet med mindre hull
N	aug. 2020–d.d.	1 min eventbasert	noen kortere perioder med spikere i primærdata som kan erstattes med sekundærdata, ellers god datakvalitet



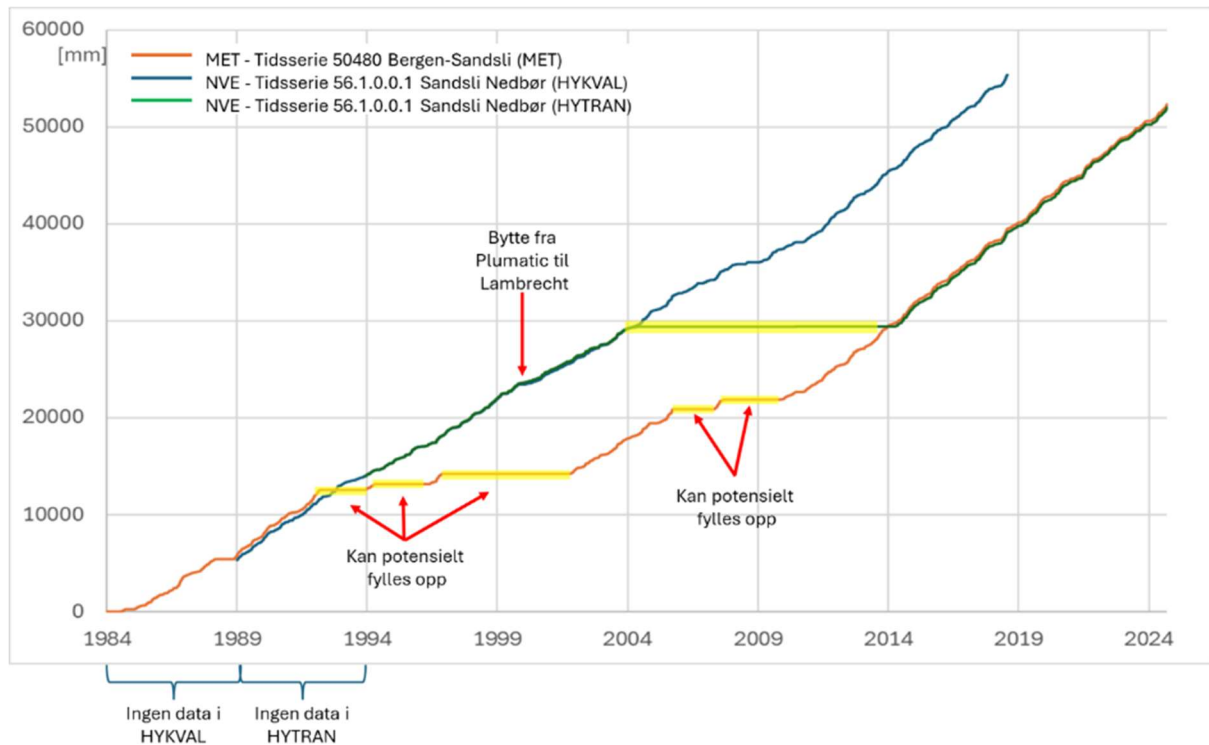
Figur 8-86: Måleserie primærvannstand 1984–2024

8.6.7.2 Nedbør

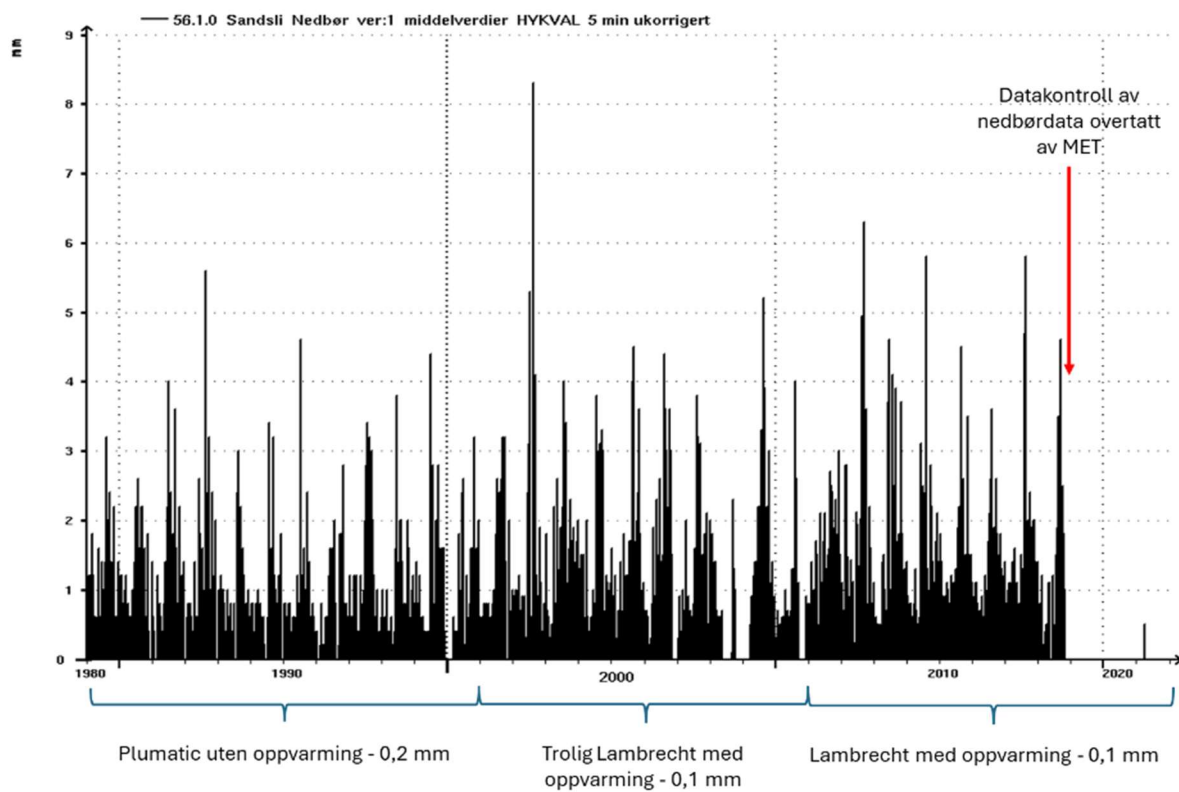
Stasjonen var fra 1989 utstyrt med en uoppvarmet Plumatic med en oppløsning på 0,2 mm. Nedbørsmåleren må ha blitt byttet ut i slutten av 2001. Etter dette er nedbørsdata registrert med en oppløsning på 0,1 mm. Det finnes lite informasjon om dette i dokumentasjonen, men det er trolig en Lambrecht med oppvarming. I slutten av 2011 ble det enten installert eller byttet til en Lambrecht med oppvarming og en oppløsning på 0,1 mm.

Siden 2018 er nedbørsdataene ikke lenger kvalitetskontrollert av NVE. Her bør data fra MET benyttes. Stasjonen ble ført under stasjonsnummer 50480 (Bergen – Sandsli).

Nedbørsdata lagres blant annet i NVEs database Hydra II i forskjellige arkiver: HYTRAN (ukorrigerte data) og HYKVAL (korrigerte ikke-kompletterte data). Selv om nedbørsdata fra 1984 er registrert i METs database, så finnes det ingen data i HYTRAN eller HYKVAL. Første data i HYKVAL er fra 1989 og i HYTRAN fra 1994. I HYTRAN mangler data fra 2004 til 2014, mens data finnes i HYKVAL (Figur 8-87). Det er flere datahull i MET sin database, som potensielt kunne blitt fylt med data fra HYKVAL (Figur 8-87). Dataene i HYKVAL ser stort sett bra ut. Det er noen datahull på begynnelsen og slutten av 2000-tallet hvor nedbørsmåleren var ute av drift (Figur 8-88).



Figur 8-87: Akkumulert nedbørsmengde siden stasjonsetablering, data fra MET (oransje), NVE ukorrigererte data (grønn) og NVE korrigererte data (blå)



Figur 8-88: Registrert nedbørsintensitet (5 min oppløsning) siden 1989

8.6.8 Oppsummering

Datakvaliteten for vannstandsmålingene kan siden begynnelsen av 2000-tallet ansees som god, med noen få unntak. Når man analyserer vannstandsdataene fra Sandsli urbanstasjon, er det særlig to punkter man bør være oppmerksom på: endringene i området og grunnvannstandens innvirkning på vannføringen.

Som beskrevet i kapittel 8.6.2 har nedbørsfeltet endret seg betydelig siden 2000-tallet, spesielt i det nordøstlige området. Her er det bygd ut store områder, noe som har ført til en betydelig økning i andelen tette flater. Måledata fra 1990-tallet er for eksempel ikke lenger sammenlignbare med dagens tilstand. Ved modellering må man derfor være spesielt oppmerksom på endringene i nedbørsfeltet. I forbindelse med utbygging kan man også forvente endringer i overvannssystemet, noe som kan føre til betydelige endringer i avløpsdynamikken eller til og med størrelsen på nedbørsfeltet.

Grunnvannstandens betydelige innvirkning på vannføringen ved stasjonen gjør det utfordrende å bruke dataene. Det kan derfor være nødvendig å ta eksplisitt hensyn til variasjoner i grunnvannsnivået og den tilhørende påvirkningen på vannføringen, spesielt ved bruk av data til vannbalansering.

8.7 Karihola 110.1

8.7.1 Historikk

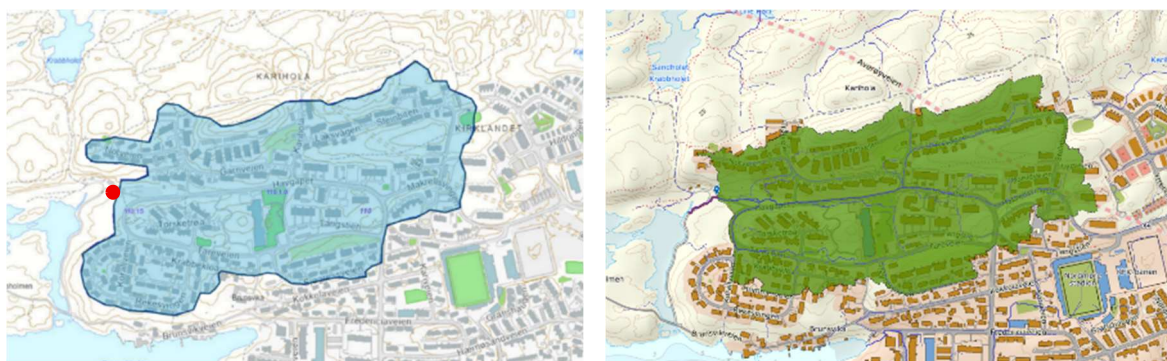
Karihola urbanhydrologiske målestasjon ble etablert i februar 1973 i forbindelse med prosjektet «Urbaniseringens innvirkning på avrenningsforholdene i små nedbørsfelt» (Tollan, 1974). Driften av stasjonen ble overtatt av Hydrologisk avdeling og Kristiansund kommune i felleskap 1. januar 1979. Draget-feltet (110.2) skulle opprinnelig fungere som upåvirket referansefelt for Karihola. Senest siden begynnelsen av 2000-tallet har store deler av det opprinnelig naturlige feltet blitt bebygd, slik at vi i dag må anta en urbaniseringsgrad på omtrent 70 prosent. Så langt vi kjenner til, blir en ikke ubetydelig del av nedbørsfeltet drenert via overvannsnett, og bare en del av den opprinnelige avrenningen fra feltet registreres ved målestasjonen, slik at data fra Draget ikke lengre kan brukes som referanse.

Oppgaver og rapporter:

- Tollan (1975): Program for rensing av avløpsvann: prosjekt 4.2: «Urbaniseringens innvirkning på avrenningsforholdene i små nedbørsfelt». NVE-rapport.
- Dyrnes (2007): Overvannshåndtering i et fortettingsområde. Masteroppgave NTNU, 2007

8.7.2 Nedbørsfelt

Karihola målestasjon ligger i Kristiansund kommune i Møre og Romsdal. Figur 8-89 viser nedbørsfeltet, og nedbørsfeltets størrelse er oppgitt i Tabell 8-35 og Tabell 8-36. Det naturlige feltarealet før utbyggingen av stasjonen var 0,225 km² (Tollan, 1974). I et brev fra kommunen i 1972 ble det kommentert at nedbørsfeltet er klart avgrenset. Da stasjonen ble etablert, var området i liten grad utbygd (Figur 8-90). Hoveddelen av utbyggingen fant sted i perioden 1974–1980. Bilder fra 1986 (Figur 8-90) viser også tegn på at nedbørsfeltet da var ferdig utbygd. Bebyggelsen i nedbørsfeltet består av rekkehus og lavblokker. Ifølge ansvarlig felthydrolog (Dyrnes, 2016) har det ikke vært noen endringer i nedbørsfeltet etter 2008. Opprinnelig var det planlagt å montere tre grunnvannsrør ved stasjonen. Fra befaringen av stasjonen fremgår det at det er lite løsmasser i feltet, med dybder på 1,5–2,2 meter øverst i feltet, 1,5 meter midt i feltet, og 0,2–0,3 meter nederst. Det ble ikke funnet grunnvann i noen av stikkene.



Figur 8-89: Karihola målestasjon med nedbørsfelt - NVE temakart 2025 (venstre) / GIS-analyse Scalgo 2025 (høyre)

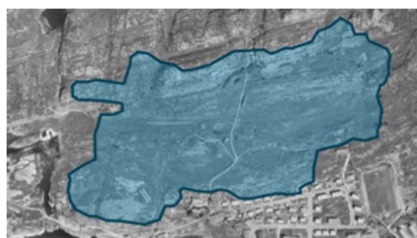
Tabell 8-35: Feltareal og arealfordeling (NVE, 2025)

Feltareal	0,290 km ²
Urbaniseringsgrad	Ca. 50 %
Impermeable flater	ca. 29 %

Tabell 8-36: Avvikende informasjon om feltareal

Kilde	Feltareal	
NVE-rapport 34/2024	0,250 km ²	28 % impermeable flater
NVE-rapport 2016:50	0,294 km ²	28 % impermeable flater 50 % urbaniseringsgrad
Scalgo GIS-analyse (2025)	0,250 km ²	
Dyrnes (2007)	0,293 km ²	
Tollan (1974)	0,225 km ²	

I NVE-rapport 2016:50 er det angitt at det naturlige nedbørsfeltet var 0,225 km², men arealet knyttet til stasjonen har økt til 0,294 km² etter utbygging. Urbaniseringsgraden ble anslått til 50 prosent med en andel av impermeable flater på ca. 29 prosent (Tabell 8-35). GIS-analysen i NVE-rapport 34/2024 angir en andel på 28 prosent impermeable flater. Størrelsen på nedbørsfeltet varierer i de ulike rapportene fra 0,225 til 0,294 km² (Tabell 8-36).


Geovekst
1972-07-15

Geovekst
1986-06-16

Geovekst
2022-09-09

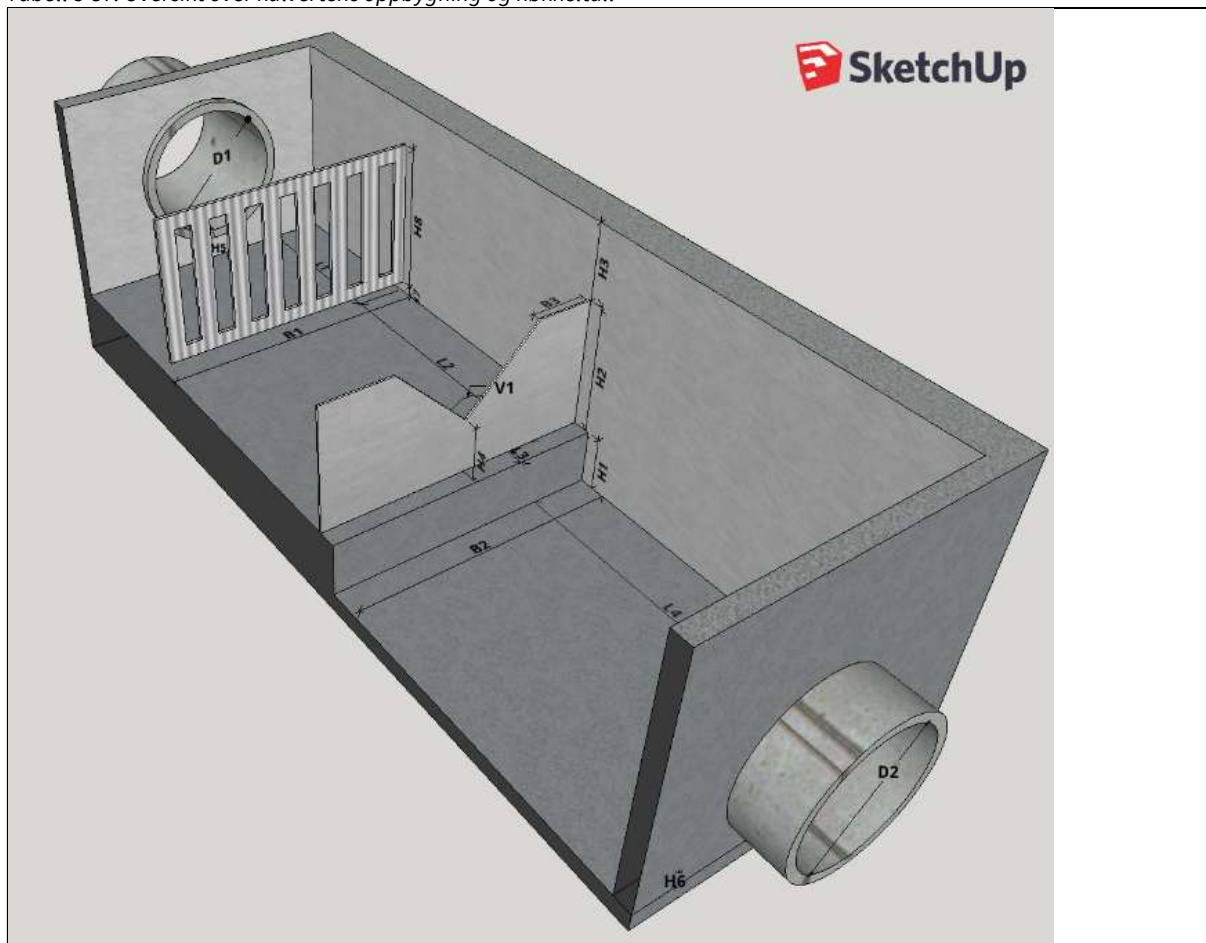
Figur 8-90: Utvikling av nedbørsfeltet fra 1972 til 2022, ©norgebilder.no – feltgrensene er basert på NVE Atlas (2025)

8.7.3 Kulvert og profil

Karihola målestasjon er bygd med V-profil. Innløpsrøret har en diameter på 800 mm og utløpsrøret 870 mm. Innløpsrøret har lite fall, og vi kan anta forholdsvis lave hastigheter og underkritisk strømningstilstand. Dette bidrar til pålitelige vannstandsdata og en god sammenheng mellom vannstand og vannføring. Ulempen er at det samles mye sediment foran V-terskelen som må fjernes jevnlig. Det er ikke kjent at sedimenter har påvirket kommunikasjonen mellom kulvert og stigerør.

For å oppdage mulig oppstuvning fra nedstrøms ble stasjonen utstyrt med en vannstandssensor nedstrøms måleprofilen 29. mai 2018. Tabell 8-37 viser nøkkeltall for kulvertens oppbygning, og Figur 8-91 til Figur 8-93 viser bilder av stasjonen.

Tabell 8-37: Oversikt over kulvertens oppbygning og nøkkeltall



[cm]	Ref. figur	Forklaring
80	D1	Diameter innløpsrør
87	D2	Diameter utløpsrør
160,2	B1	Bredde basseng ovenfor V
202,5	B2	Bredde basseng nedenfor V
0	B3	Bredde V-profil: slutt V til vegg
20	H1	Høyde bunn basseng nedenfor V til nedre kant V-platen
75,5	H2	Høyde V-platen (overgang til rektangulært profil)
33,5	H3	Høyde topp V-plate til tak
41	H4	Høyde bunn V-plate til bunn V
	H5	Høyde bunn basseng ovenfor V til bunn av innløpsrør
0	H6	Høyde bunn basseng nedenfor V til bunn av utløpsrør
ikke aktuelt	H7	Hvis dempningsrist: høyde opp til bunn rist
ikke aktuelt	H8	Hvis dempningsrist: høyde på rist
ikke aktuelt	L1	Hvis dempningsrist: lengde basseng ovenfor rista
ikke aktuelt	L2*	Hvis dempningsrist: lengde basseng mellom rista og V-plate
228	L1+L2	Hvis IKKE dempningsrist: lengde bassenget ovenfor V-plate
20	L3	Lengde terskel/skråning nedenfor V-plate
80	L4	Lengde basseng nedenfor V-plate
136,5	V1	Vinkel: V-profil



Figur 8-91: Innløpsrør (Foto: NVE)



Figur 8-93: Utløpsrør (Foto: NVE)



Figur 8-92: V-profil og skala (Foto: NVE)

8.7.4 Hydraulikk

Vannføringsdataene gir liten indikasjon på at det har vært perioder med oppstuvning fra nedstrøms side eller overkritisk strømning. Stasjonsbesøkene har bekreftet at målingene er pålitelige ved vannstand opp til minst 0,3–0,4 meter. Stasjonen ble besøkt under svært høy vannføring i november 2008 og fungerte tilfredsstillende.

Etter at stasjonen ble utstyrt med vannstandsmåling nedstrøms V-terskelen i mai 2018, er det registrert to hendelser der vannstanden nedstrøms nesten nådde underkanten av terskelen. Både 3. august 2018 og 14. oktober 2021 ble vannstanden nedstrøms målt til opptil 4 cm under terskelnivå. Det er liten grunn til å anta at vannstandsmålingene oppstrøms ble påvirket i disse periodene.

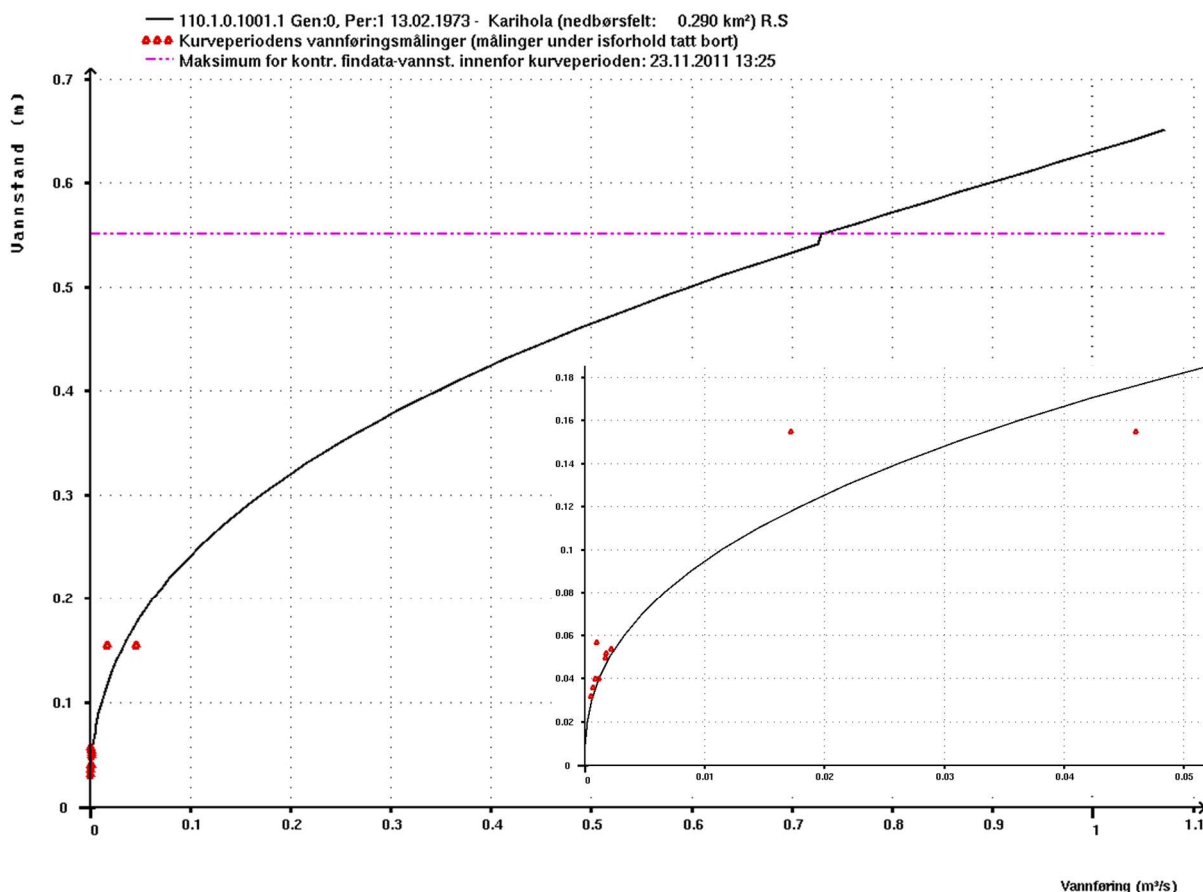
Som nevnt i avsnitt 8.7.3 er det kjent at stasjonen fanger opp store mengder sediment. Ved enkelte stasjonsbesøk er det rapportert at kulverten er fylt med sediment. I hvilken grad sedimentet foran V-terskelen kan ha påvirket vannstandsmålingene, er vanskelig å vurdere, men det kan ikke utelukkes. Ved lav vannføring er dette lite sannsynlig. Ved høy vannføring observeres det ofte at sedimentet blir skylt bort rett foran terskelen. Samlet sett vurderer vi de måletekniske forholdene ved stasjonen som gode, forutsatt at sedimentet fjernes jevnlig.

8.7.5 Vannføringskurve

Stasjonen har i hovedsak en teoretisk vannføringskurve, og det er utført ti vannføringsmålinger på stasjonen siden 1993. Tabell 8-38 viser vannføringskurven i tabellform, og i Figur 8-94 er kurven plottet med vannføringsmålingene inntegnet. De tre høyeste vannføringsmålingene er registrert som dårlige og viser stort avvik fra den teoretiske vannføringskurven. I årsrapporten fra 2002 (Pettersen – Øverleir, 2003) står det at eksponenten i øvre segment av vannføringskurven trolig er for lav.

Tabell 8-38: Vannføringskurven i tabellformat

Vannføringstabell for 110.1.0.1001.1 Gen:0, Per:1 13.02.1973 - Kariholå (nedbørsfelt: 0.200 km²) R.S											
Segment nr. 1:	Q =	3.28460	(h +	0.0000) **	2.45830	Gjelder for	0.000	<=	høyde	<	0.550
Segment nr. 2:	Q =	3.41670	(h +	-0.3400) **	0.99280	Gjelder for	0.550	<=	høyde	<	3.500
vannføring i kubikkmeter pr. sekund											
vannstand(m)		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.0	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.003	0.005	0.007	0.009	0.009
0.1	0.011	0.014	0.018	0.022	0.026	0.031	0.036	0.042	0.048	0.055	0.055
0.2	0.063	0.071	0.079	0.089	0.098	0.109	0.120	0.131	0.144	0.157	0.157
0.3	0.170	0.185	0.200	0.215	0.232	0.249	0.267	0.285	0.304	0.324	0.324
0.4	0.345	0.367	0.389	0.413	0.436	0.461	0.487	0.513	0.541	0.569	0.569
0.5	0.598	0.627	0.658	0.690	0.722	0.726	0.760	0.794	0.828	0.863	0.863
0.6	0.897	0.931	0.965	1.000	1.034	1.068	1.102	1.137	1.171	1.205	1.205



Figur 8-94: Vannføringskurven for Karihola målestasjon (svart linje), utførte vannføringsmålinger (røde punkter) og maksimum for kontrollerte findata (rosa linje)

8.7.6 Instrumentering

Etter en større rehabilitering av stasjonen i 2006 med en rekke nye instrumenter og en ny logger som registrerer vannstand og nedbør med minutt oppløsning, måles følgende parametre på stasjonen:

- primærvannstand (1973)
- nedbør (1973)
- lufttemperatur (1987)
- snøsmelting (1994)
- sekundærvannstand (2006)
- vannstand nedenfor profilet (2018)

Stasjonen har gjennom årene hatt forskjellige typer loggere og sensorer. Tabell 8-39 gir en oversikt over når de forskjellige var koblet til. På grunn av mangelfull registrering er listen for denne stasjonen usikker.

Tabell 8-39: Oversikt over sensorer på stasjonen, noe informasjon mangler for enkelte sensorer

Målevariabel	Sensortype	Sensor	Fra	Til
Vannstand 1	Flottør	Thalimedes Encoder	29.05.2018	d.d.
	Trykkcelle	Druck PTX 1830	24.05.2006	29.05.2018
	Ukjent	ukjent	17.11.1995	24.05.2006
	Flottør	Optisk enkoder Leine & Linde	1985	17.11.1995
Vannstand 2	Trykkcelle	AquiStar SDI-12	13.05.2024	d.d.
	Trykkcelle	AquiStar SDI-12	10.05.2023	13.05.2024
	Trykkcelle	AquiStar SDI-12	18.10.2022	10.05.2023
	Trykkcelle	AquiStar SDI-12	07.05.2020	18.10.2022
	Ukjent	ukjent	27.05.2019	07.05.2020
	Trykkcelle	AquiStar SDI-12	29.05.2018	27.05.2019
	Trykkcelle	Impress	02.03.2015	29.05.2018
	Trykkcelle	Druck PTX 1830	14.10.2009	02.03.2015
	Trykkcelle	Druck PTX 1830	20.06.2006	14.10.2009
Vannstand nedenfor profil	Trykkcelle	Impress Temp and Level Sensor	29.05.2018	d.d.
Nedbør	Vippe	Lambrecht	24.05.2006	d.d.
	Vippe	Plumatic		24.05.2006
Snøsmeltekar	Trykkcelle	AquiStar SDI-12	30.03.2022	d.d.
		AquiStar SDI-12	14.10.2020	30.03.2022
		AquiStar SDI-12	27.05.2019	14.10.2020
		AquiStar SDI-12	02.12.2013	07.05.2019
		Leine & Linde RS512 inkrementell enkoder	24.05.2006	02.12.2013

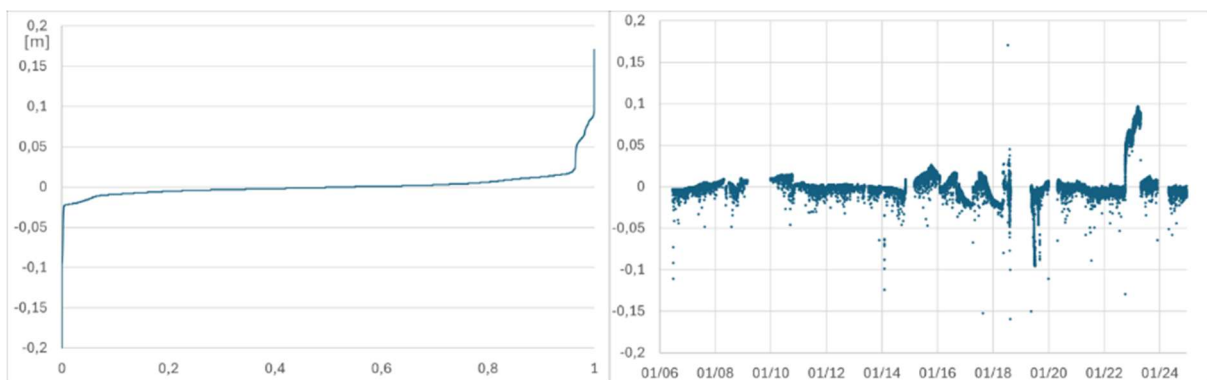
8.7.7 Datakontroll og datakvalitet

8.7.7.1 Vannstand

Vannstanden på stasjonen varierer mellom 0,01 og 0,54 meter. Normal lavvannstand ligger stort sett mellom 0,03 og 0,04 meter.

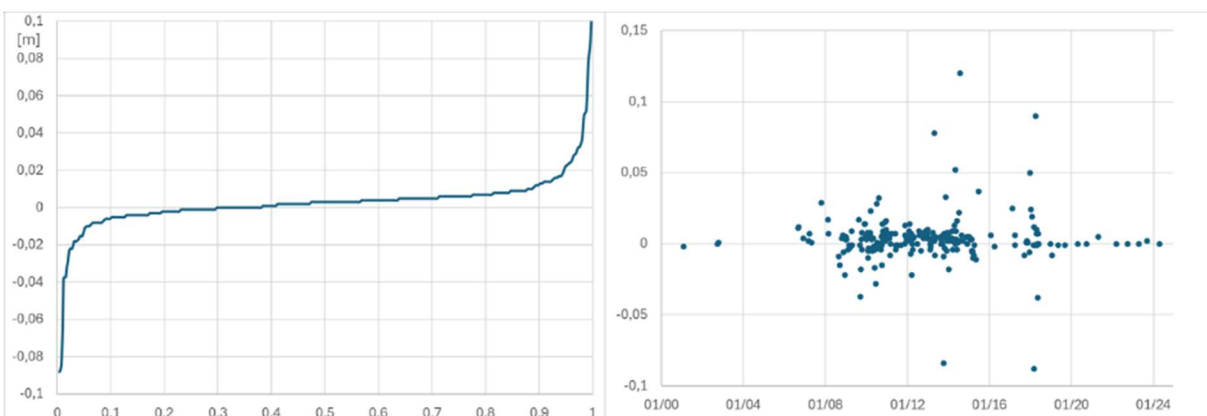
I løpet av 80- og 90-tallet økte lavvannstanden fra et gjennomsnitt på ca. 0,02 meter til ca. 0,04 meter. Siden tidlig på 2000-tallet har det vært relativt sterke svingninger i den gjennomsnittlige lavvannstanden, noe som i det minste delvis korrelerer med den årlige nedbørsmengden som registreres i regionen. I hvilken grad det er en sammenheng med grunnvannstanden, kan vi ikke fastslå på grunn av mangel på data.

Vannstandsmålingene er utført med en flottør og en trykksensorer siden juni 2006. Basert på sammenlignbar timesdata fra primær- og sekundærsensoren fra 2006 til 2024 har 94 prosent av dataene et avvik på $\leq \pm 2$ cm og 78,9 prosent et avvik på $\leq \pm 1$ cm (Figur 8-95, venstre). Merk at det ikke finnes brukbare data fra sekundærsensoren i periodene utgangen av 2009, delvis 2018/-19, inngangen til 2020 og inngangen til 2024. Ved overgangen fra 2022 til 2023 viser trykksensoren tydelige tegn på nullpunktsdrift med tilsvarende avvik fra måledata fra flottøren.



Figur 8-95: Avvik mellom primær og sekundær sensor – timesdata (persentil og over tid)

Siden år 2000 har det blitt gjort 255 kontrollmålinger av vannstanden. Avvikene er for det meste ganske små. I 92 prosent av de utførte målingene er avviket $\leq \pm 2$ cm. For 83 prosent av målingene er avviket på $\leq \pm 1$ cm (Figur 8-96). Noen av kontrollmålingene med stort avvik må vurderes med omhu. Siden 2018 samsvarer instrumentverdiene og kontrollverdier godt (Figur 8-96).

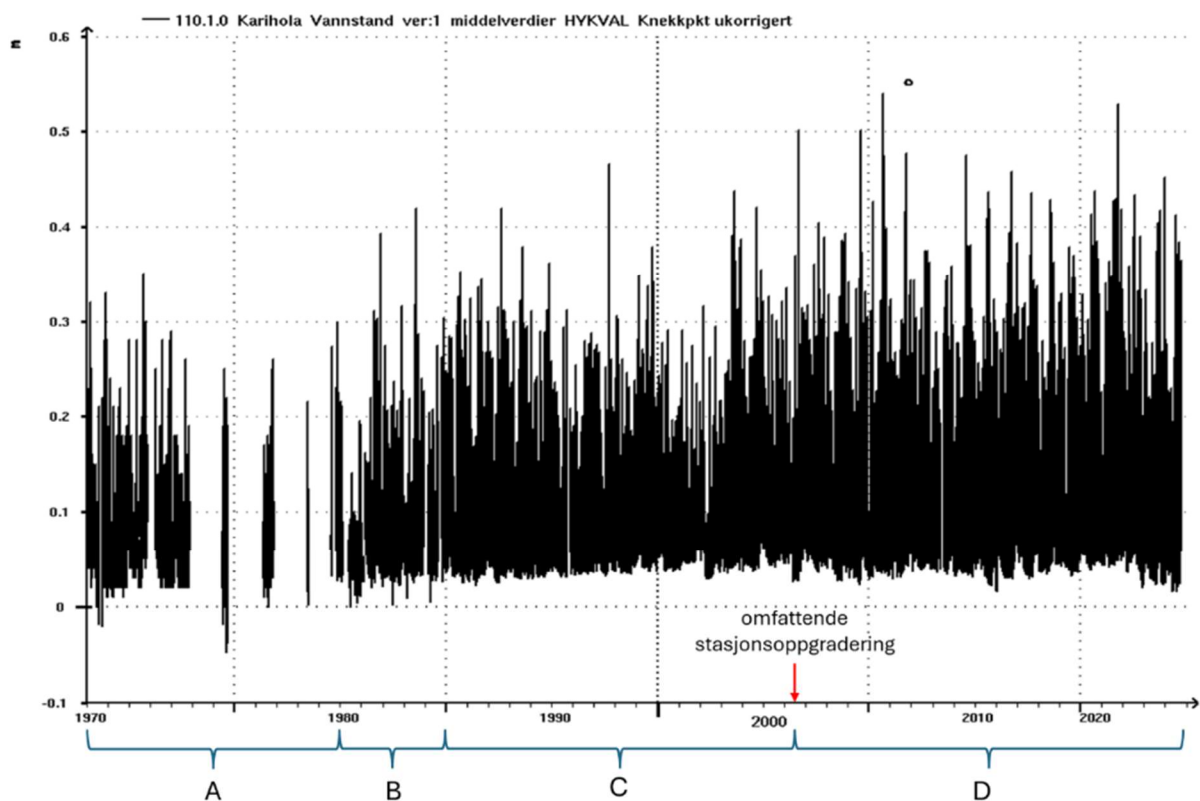


Figur 8-96: Måleavvik ved kontrollmålinger (persentil og over tid)

Tabell 8-40 viser en vurdering av datakvaliteten i ulike tidsperioder. Merk at dette er et grovt estimat av det tilgjengelige datamaterialet, og i det store og hele ble det ikke foretatt noen mer omfattende kvalitetsanalyse enn det som gjøres ved datokontroll når ukontrollerte data overføres til HYKVAL-arkivet.

Tabell 8-40: Oversikt over vannstandsmålinger på Karihola urbanstasjon

	År	Tidsoppløsning	Kommentar
A	1973–1985	sporadisk	Noen dager er det lagt inn ett punkt, andre dager mange punkter. Data blir interpolert mellom punktene, og det virker litt sporadisk hvilke punkter som ble logget. Flere perioder uten data.
B	1985–1990	sporadisk, delvis 5 min	noe bedre datakvalitet, men fortsatt hakkete, mye interpolering og noen perioder med manglende data
C	1990–2006	Til dels 1 min eventbasert	noe bedre data, noen perioder uten data, virker fortsatt litt hakkete
D	2006–d.d.	1 min	betydelig økt datakvalitet med minuttdata, flere kortere perioder uten data, hovedsakelig 2008, 2009, 2012, 2013, 2018, 2019, noen utfordringer med sekundærsensor innimellom

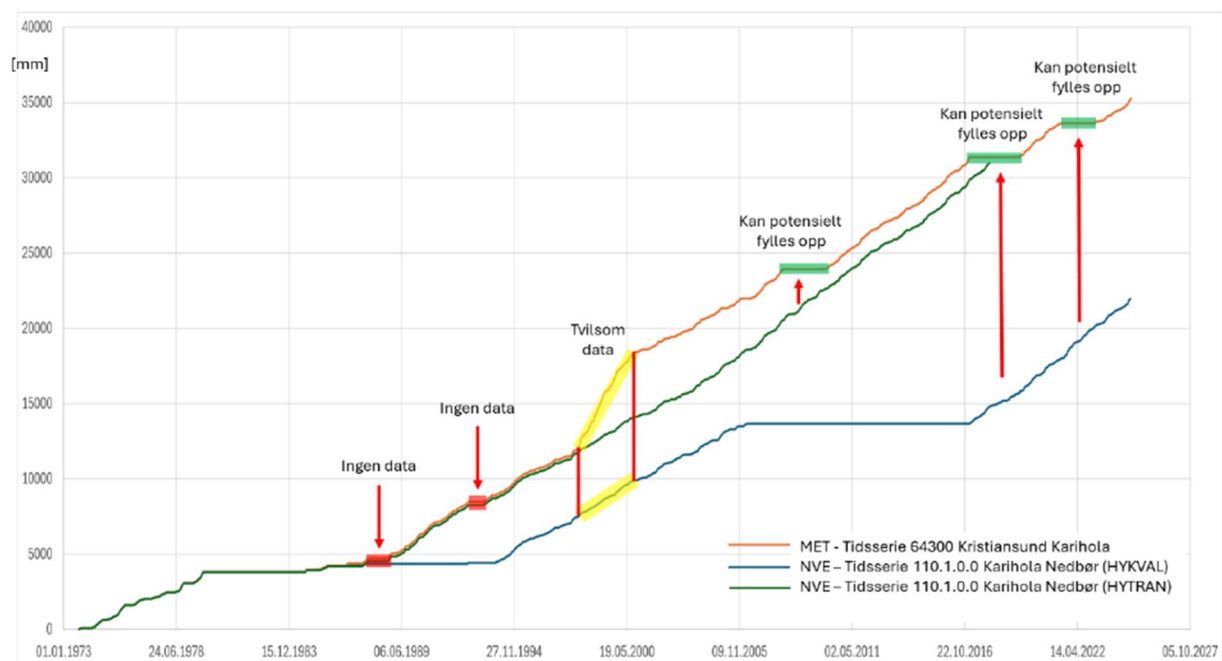


Figur 8-97: Måleserie primærvannstand 1973–2024

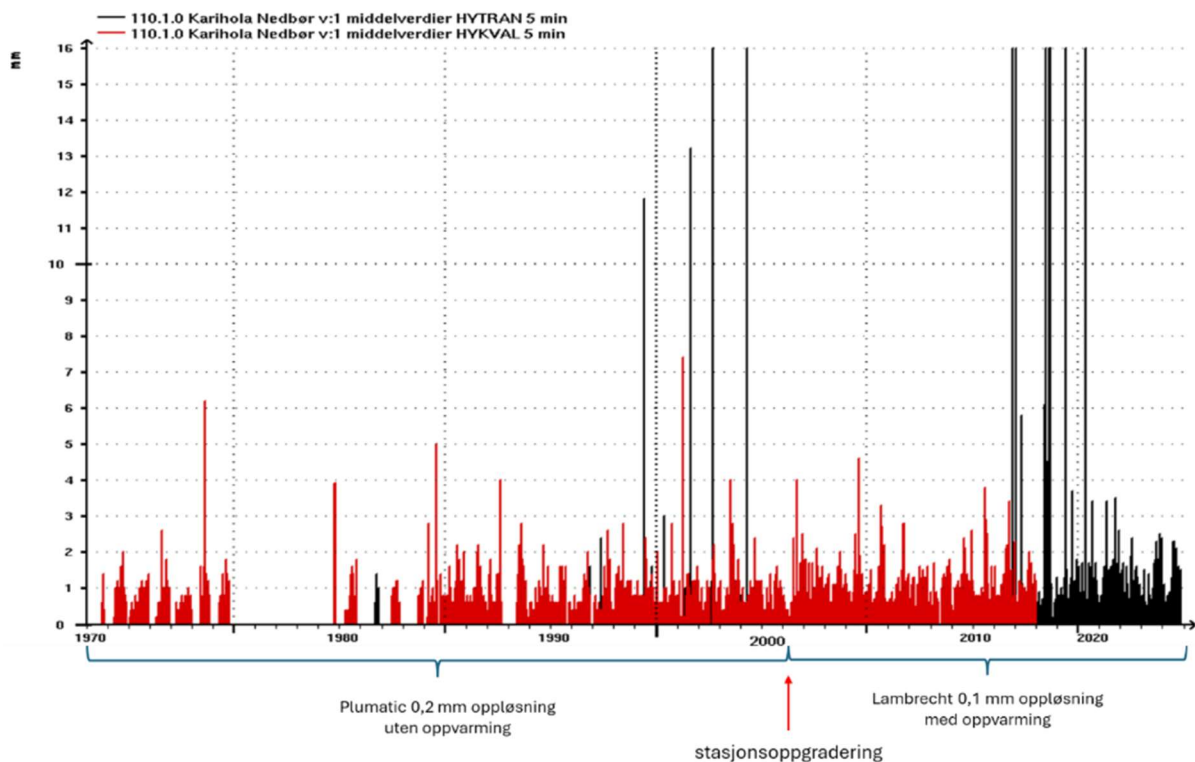
8.7.7.2 Nedbør

Nedbørsdata for stasjonen Karihola har vært tilgjengelig siden september 1973 (Figur 8-98 og Figur 8-99). Opprinnelig ble det installert en Plumatic nedbørsmåler med en oppløsning på 0,2 mm. I forbindelse med stasjonsoppgraderingen i mai 2006 ble det installert et Lambrecht vippepluviometer (oppløsning 0,1 mm) med oppvarming, egnet for vinterdrift. Nedbørsdataene er også tilgjengelige på METs nettsider (seklima.met.no) under stasjonsnummer 64300. Det er datahull i både MET-dataene og Hydra II-arkivene, og noen av disse kan potensielt fylles. Siden 2017 er nedbørsdataene ikke lenger kvalitetskontrollert av NVE. Her bør METs database benyttes, selv om ikke alle mangler blir fanget opp her heller.

Tettere oppfølging av stasjonen og kortere nedetid ved for eksempel tetting av nedbørsmåleren har hatt en positiv effekt på kvaliteten.



Figur 8-98: Akkumulert nedbørsmengde siden stasjonsetablering



Figur 8-99: Registrert nedbørsintensitet (5 min oppløsning) siden stasjonsetablering

8.7.8 Oppsummering

Basert på driftserfaringer viser Karihola urbanstasjon gode måleforhold for kvalitativt gode måleresultater, noe som med stor sannsynlighet også gjelder ved intense nedbørshendelser og tilhørende avrenningstopper. Både innløpssituasjonen med relativt lave hastigheter og utløpssituasjonen med tilstrekkelig kapasitet til å hindre oppstuvning er svært gunstig. Måleprofilen må imidlertid også i fremtiden jevnlig tømmes for å utelukke at sedimentering påvirker kvaliteten på måleresultatene.

Tidligere har det av ulike årsaker vært problemer med den sekundære trykksensoren. For å motvirke dette bør det vurderes å installere en radarsensor oppstrøms, noe som i det minste utelukker eventuelle problemer med manglende kommunikasjon mellom kulvert og stigerør.

Det bør gjøres ytterligere vannføringsmålinger for å verifisere vannføringskurven, spesielt ved høy vannføring.

Det bør vurderes om det er hensiktsmessig å videreføre referansefeltet Draget, spesielt med tanke på at det eksisterende overvannsnett ikke drenerer til målestasjonen.

8.8 Risvollan 123.38

8.8.1 Historikk

Den første urbanstasjonen som ble bygd i Trondheim, var 123.37 Blakli (1974–1985). På grunn av manglende kapasitet i kulverten og utfordrende drift med dårlig datakvalitet ble stasjonen nedlagt. I 1986 ble Risvollan stasjon bygd i samarbeid med NTNU og Trondheim kommune. Stasjonen drives fortsatt i fellesskap.

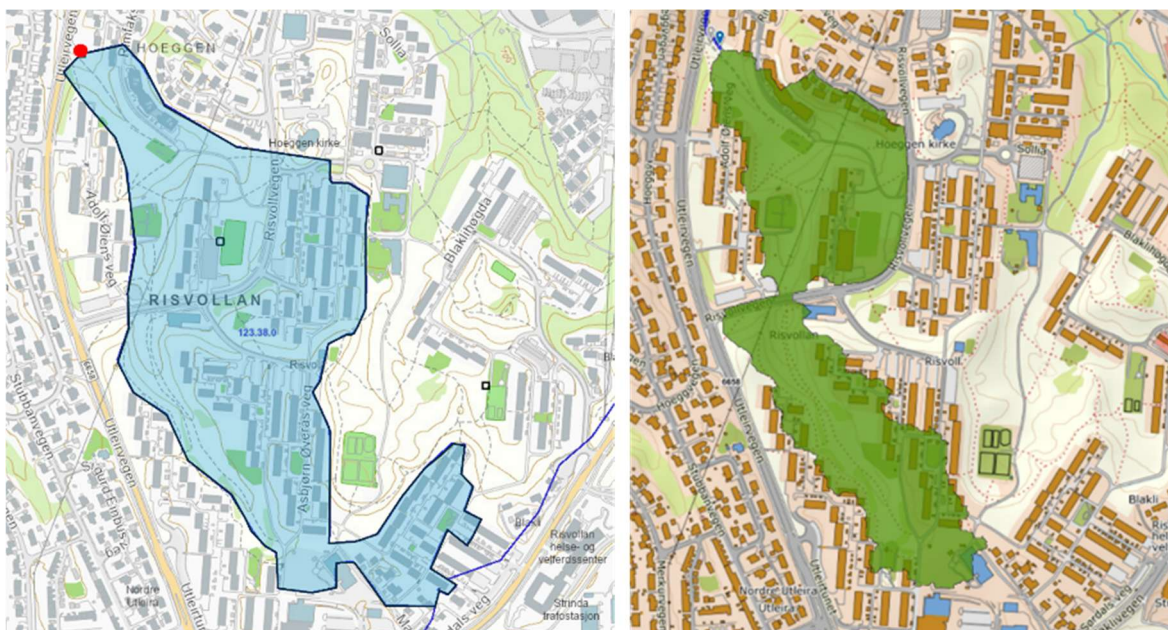
Risvollan har et større utvalg av sensorer og måleutstyr enn de andre stasjonene (avsnitt 8.8.6). Stasjonen ble omfattende renoverert i 2024. Siden da har NVE hatt ansvaret for driften av måleutstyret for meteorologiske data, vannstand og vannføring. NTNU tar seg av målingene av vannkvalitet og andre målinger knyttet til forskningsprosjekter. Kommunen har ansvaret for den byggetekniske driften av stasjonen.

Oppgaver og rapporter:

- Thorolfsson (1987): Urbanhydrologisk feltlaboratorium Risvollan – Trondheim. Kort beskrivelse. NTH Institutt for vassbygging
- Sveen (2012): Documentation of Risvollan Urban Hydrological Research Field, 2011. Masteroppgave, NTNU
- Taugbøl Kragset (2019): Modelling of the Interaction Between Storm and Foul Sewers in a Joint Model and Assessment of Infiltration and Inflow (I/I). Masteroppgave, NTNU
- Nordvåg, P. P. (2017): Assessment and Control of Methods for Flow Measurement Systems. Masteroppgave, NTNU

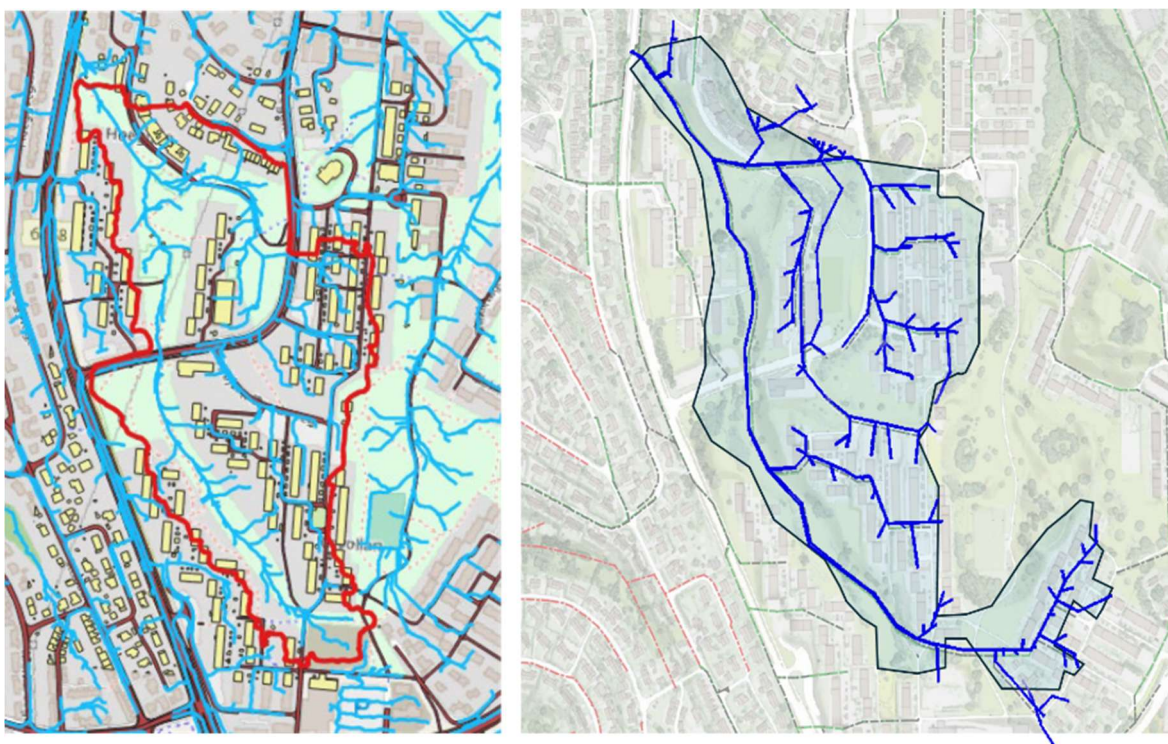
8.8.2 Nedbørsfelt

Målestasjonen ligger i ytterkanten av nedbørsfeltet til Fredlybekken (Figur 8-100). Da stasjonen ble etablert, besto bebyggelsen av lave blokker oppført i perioden 1970 til 1974, noen eneboliger og en barnehage. Et fritidshjem kom til senere. Grunnforholdene i feltet består av mektige leirmasser, og området har en høydeforskjell på 52 meter. Feltet har separatsystem med både felles og separate kummer. De fleste taknedløp og alle sluk i nedbørsfeltet er tilknyttet overvannsledningene (Thorolfsson, 1987).



Figur 8-100: Risvollan urbanstasjon med nedbørsfelt -- NVE tematisk kart 2025 (venstre) / GIS-analyse Scalgo 2025 (høyre)

Basert på ulike rapporter og undersøkelser som er utført på Risvollan stasjon, er det fastsatt ulike feltarealer (Figur 8-100 og Figur 8-101). Disse varierer fra ca. 0,13 km² til ca. 0,22 km² (Tabell 8-41). Sveen (2012) utførte en detaljert analyse av nedbørsfeltet, dets utstrekning og inndeling. Her ble det beregnet et nedbørsfelt på 0,217 km² med en andel impermeable flater på 25,4 prosent. Sammenlignbare data finnes i NVEs database (Tabell 8-41). Det store avviket i Scalgo-analysen Tabell 8-42, Figur 8-100) skyldes at her beregnes kun det topografiske feltarealet uten å ta hensyn til overvannsnettet.



Figur 8-101: Venstre: Risvollan med elvenettverk (dreneringslinjer) avledet fra QGIS bestemt fra DTM 1 m. Høyre: Nedbørsfelt Risvollan (NVE, 2025) med skematisk overvannsnettet

Tabell 8-41: Feltareal og arealfordeling (NVE, 2025)

Feltareal	0,22 km ²
Urbaniseringsgrad	59,9 %

Tabell 8-42: Avvikende/ytterligere informasjon om feltareal

Kilde	Feltareal	
NVE-rapport 34/2024	0,178 km ²	22 % ikke-permeable flater
NVE-rapport 2016:50	0,196 km ²	60 % urbaniseringsgrad 26 % impermeable flater (Bøyum et al., 1997)
Sveen (2012)	0,217 km ²	25,4 % impermeable flater 13,1 % tak 7,7 % veier 5,3 % parkeringsplasser 1,6 % innkjørsler 2,7 % lekeplasser 69,7 % terreng
GIS-analyse med Scalgo (2025)	0,13 km ²	

Nedbørsfeltet var allerede mer eller mindre fullt utbygd da stasjonen ble etablert. Basert på flybildene har det ikke skjedd noen omfattende endringer i området. Det ble bygd noen nye boliger lengst nord i området rundt 2011 (Figur 8-102). Basert på feltets areal har endringene sannsynligvis liten påvirkning på avrenningskarakteristikken.



Geovekst 1983-05-20



Trondheim kommune 2010-06-10



Trondheim kommune 2024-05-05

Figur 8-102: Utvikling av nedbørsfeltet fra 1983 til 2024, ©norgebilder.no – feltgrensene er basert på NVE Atlas (2025)

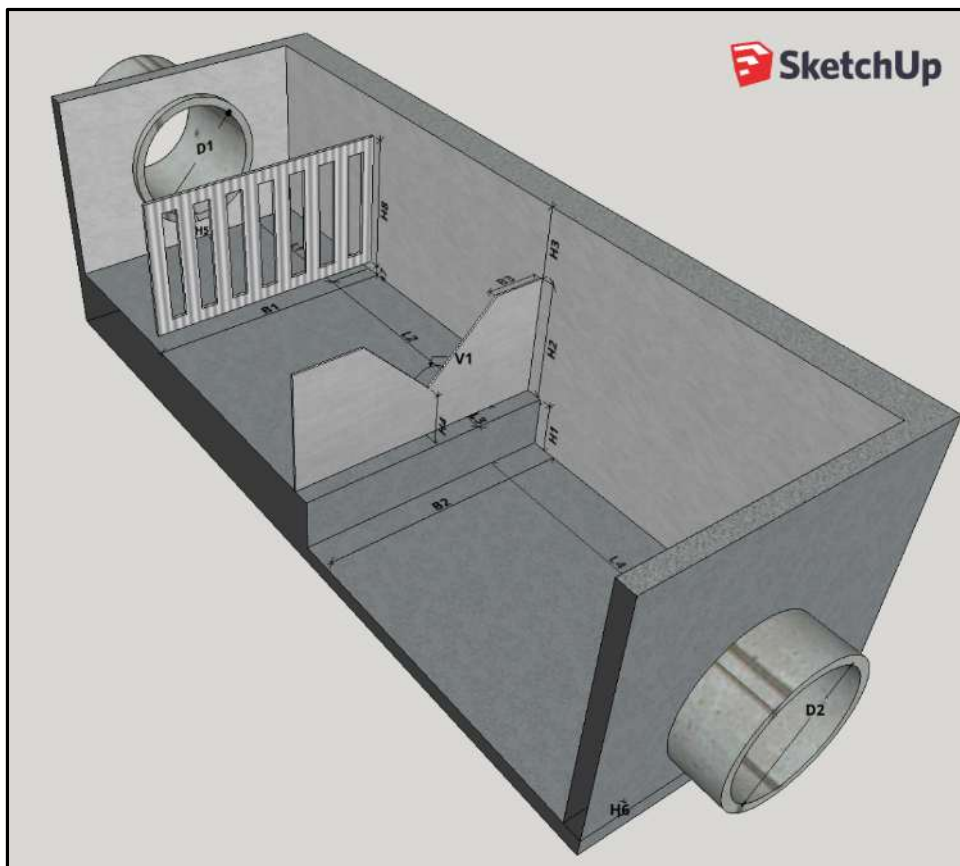
8.8.3 Kulvert og profil

Det spesielle med stasjonen er at den registrerer vannføring fra både overvannsnett og spillvannsnett. Vannføringen fra overvann og spillvann registreres i hver sin måleserie. Måleprofilen for overvannsmålingen er utformet som en V-terskel, mens spillvannsmålingen er utformet som en Palmer-Bowlus-renne. I det følgende omtales kun måling av overvann.

Tidligere har stasjonen vært betydelig påvirket av oppstuvning under ekstreme nedbørshendelser. I noen tilfeller har det blitt registrert vannstander på godt over én meter i måleprofilen, og det har hendt at underetasjen på målestasjonen har blitt oversvømt. Det har blitt registrert flere slike hendelser, særlig på begynnelsen av 1990-tallet. I 2000 ble utløpet utformet konisk fra 800 mm til 500 mm. Med unntak av i 2001 ble det ikke registrert flere oppstuvninger i den første perioden. Fra 2013 har det igjen forekommet oppstuvning, senest sommeren 2017. Høsten 2017 ble overvannsnettets nedenfor stasjonen utvidet fra 500 mm til 800 mm, og siden da har det ikke blitt registrert flere oppstuvninger. Dette bekreftes av data fra trykkcellen som har vært installert nedstrøms måleprofilen siden mai 2018. Ved analyse av vannstandsdataene ble det klart at påvirkning fra oppstuvning nedstrøms V-terskelen ikke kan utelukkes ved vannstander betydelig over 0,5 meter, særlig for perioden før 2017.

Tabell 8-43 viser nøkkeltall fra og en teknisk tegning av stasjonen, mens Figur 8-103 til Figur 8-106 viser bilder av stasjonen.

Tabell 8-43: Oversikt over kulvertens oppbygning og nøkkeltall



[cm]	Ref. figur	Forklaring
80	D1	Diameter innløpsrør
80	D2	Diameter utløpsrør
139	B1	Bredde basseng ovenfor V
139	B2	Bredde basseng nedenfor V
	B3	Bredde V-profil: slutt V til vegg
80	H1	Høyde bunn basseng nedenfor V til nedre kant V-platen.
152,5	H2	Høyde V-platen (overgang til rektangulært profil)
17,5	H3	Høyde topp V-plate til tak
94,9	H4	Høyde bunn V-plate til bunn V
0	H5	Høyde bunn basseng ovenfor V til bunn av innløpsrør
0	H6	Høyde bunn basseng nedenfor V til bunn av utløpsrør
ikke aktuelt	H7	Hvis dempningsrist: høyde opp til bunn rist.
ikke aktuelt	H8	Hvis dempningsrist: høyde på rist
ikke aktuelt	L1	Hvis dempningsrist: lengde basseng ovenfor rista
ikke aktuelt	L2*	Hvis dempningsrist: lengde basseng mellom rista og V-plate
200	L1+L2	Hvis IKKE dempningsrist: lengde bassenget ovenfor V-plate
	L3	Lengde terskel/skråning nedenfor V-plate
129,5	L4	Lengde basseng nedenfor V-plate
100,7	V1	Vinkel: V-profil
61 ‰	V2	Helning innløpsrør
60 ‰	V3	Helning utløpsrør



Figur 8-103: Risvolla målestasjon (Foto: NVE)



Figur 8-104: Risvolla målestasjon underetasje (Foto: NVE)



Figur 8-105: Spillvannsrenne på Risvolla (Palmer-Bowlus) (Foto: NVE)



Figur 8-106: V-profil og utløp overvannsrenne (Foto: NVE)

8.8.4 Hydraulikk

Etter endringene i overvannsnettet nedstrøms som ble gjennomført høsten 2017, og den tilhørende kapasitetsøkningen er det lite tegn på oppstuvning og påvirkning fra vannstanden nedstrøms. I tillegg har det så langt ikke blitt påvist påfallende høye hastigheter, selv ikke ved høyere vannstander som kunne tyde på overkritisk strømning oppstrøms måleprofilen. Måleforholdene kan vurderes som gode.

8.8.5 Vannføringskurve

Vannføringskurven til Risvollan målestasjon er i hovedsak basert på teoretisk utregning. Det er ikke gjort vannføringsmålinger for å bekrefte kurven på stasjonen. Tabell 8-44 og Figur 8-107 viser vannføringskurven for stasjonen.

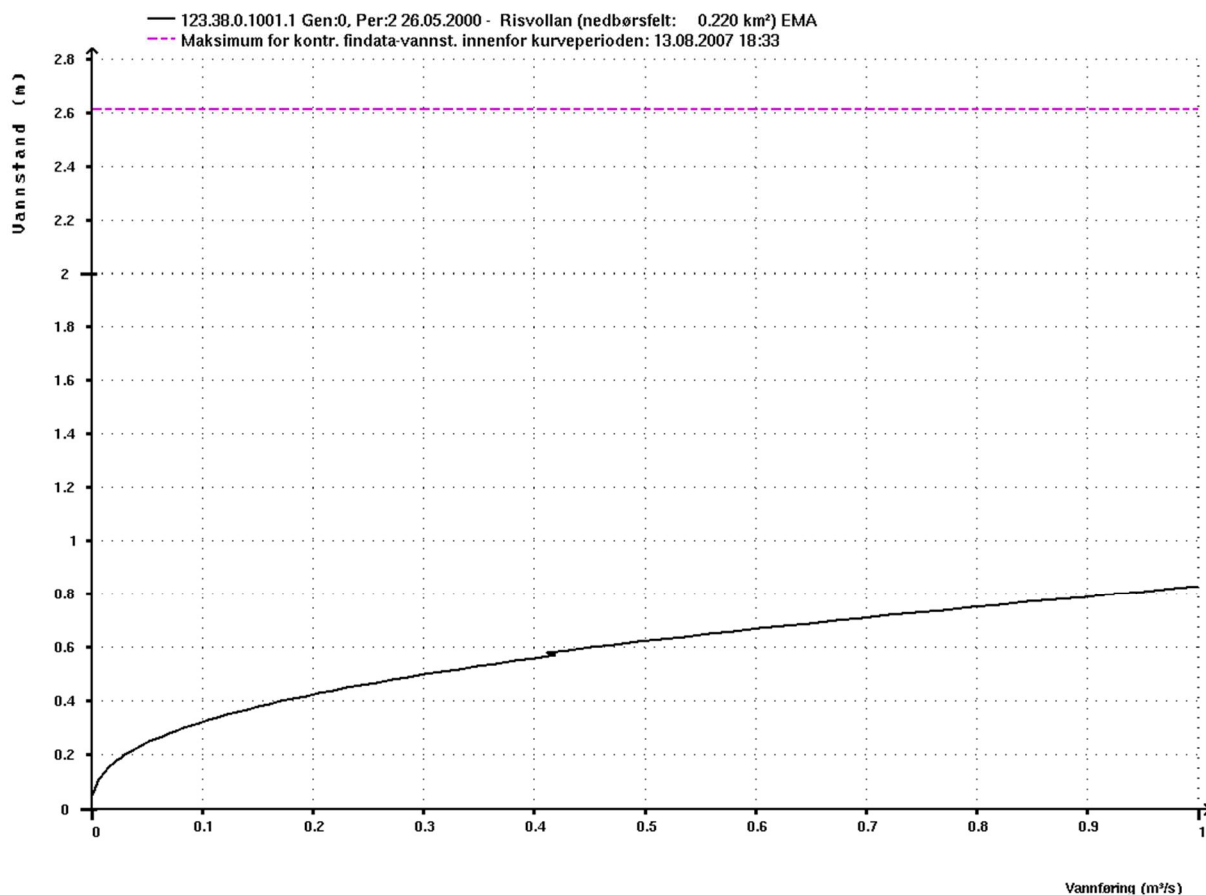
Tabell 8-44: Vannføringskurven i tabellformat

Vannføringstabell for 123.38.0.1001.1 Gen:0, Per:2 26.05.2000 - Risvollan (nedbørsfelt: 0.220 km²) EMA

Segment nr. 1: Q = 1.72900 (h + 0.0020) ** 2.53750 Gjelder for 0.000 <= høyde < 0.570

Segment nr. 2: Q = 2.38390 (h + -0.2500) ** 1.58480 Gjelder for 0.570 <= høyde < 0.750

Vannføring i kubikkmeter pr. sekund	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Vannstand(m)	0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.003	0.004
0.1	0.005	0.007	0.008	0.010	0.012	0.015	0.017	0.020	0.023	0.026
0.2	0.030	0.034	0.038	0.042	0.047	0.052	0.058	0.064	0.070	0.076
0.3	0.083	0.090	0.097	0.105	0.114	0.122	0.131	0.141	0.150	0.161
0.4	0.171	0.182	0.194	0.206	0.218	0.231	0.244	0.257	0.271	0.286
0.5	0.301	0.316	0.332	0.349	0.365	0.383	0.401	0.392	0.411	0.431
0.6	0.452	0.472	0.493	0.514	0.536	0.558	0.580	0.603	0.626	0.649
0.7	0.673	0.696	0.720	0.745	0.770	0.795	---	---	---	---
0.8	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
0.9	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---



Figur 8-107: Vannføringskurven for Risvollan målestasjon

8.8.6 Instrumentering

Stasjonen har gjennom årene hatt forskjellige typer loggere og sensorer. Tabell 8-45 gir en oversikt over når de forskjellige var koblet til. Vi tar forbehold om at listen er basert på tilgjengelig informasjon og ikke nødvendigvis er komplett.

Disse parametrene måles på stasjonen:

- primærvannstand overvann (1986)
- lufttemperatur (1987)
- smeltevann (1987)
- nedbør (1988)
- sekundærvannstand overvann (2007)
- vannstand overvann nedenfor profilet (2018)
- vanntemperatur (2015)
- relativ luftfuktighet (2015)
- primærvannstand spillvann (2019)
- sekundærvannstand spillvann (2020)
- vannstand spillvann nedenfor profilet (2024)
- stråling (2024)
- vindretning (2024)
- vindhastighet (2024)

Tabell 8-45: Oversikt over sensorer på stasjonen, noe informasjon mangler for enkelte sensorer

Målevariabel	Sensortype	Sensor	Fra	Til
Vannstand 1	Radar	Vegaplug C22	20.08.2024	d.d.
	Flottør	Thalimedes	02.01.2020	20.08.2024
	Flottør	Hander 436M SDI12	04.06.2018	02.01.2020
	Flottør	Impress Temp and Level Sensor	04.06.2015	04.06.2018
	Flottør	Hander 436M SDI12	30.07.2001	04.06.2015
	Flottør	Hander 436M SDI12	26.01.1999	28.07.2001
	Flottør	Leine & Linde	17.07.1994	26.01.1999
		Ukjent	04.08.1993	17.07.1994
	Flottør	Leine & Linde	04.08.1986	04.08.1993
Vannstand 2	Radar	Vegaplug C22	20.08.2024	d.d.
	Trykkselle	Aquistar SDI12	30.04.2020	20.08.2024
Sekundær vannstand 1	Trykkselle	Aquistar SDI12	27.01.2020	d.d.
	Trykkselle	Aquistar SDI12	04.06.2018	27.01.2020
	Trykkselle	Impress Temp and Level Sensor	04.06.2015	04.06.2018
		Ukjent	2007	04.06.2015
Sekundær vannstand 2	Trykkselle	Aquistar SDI12	20.08.2024	d.d.
	Trykkselle	Miltronics ultralyd nivåsensor	27.01.2020	20.08.2024

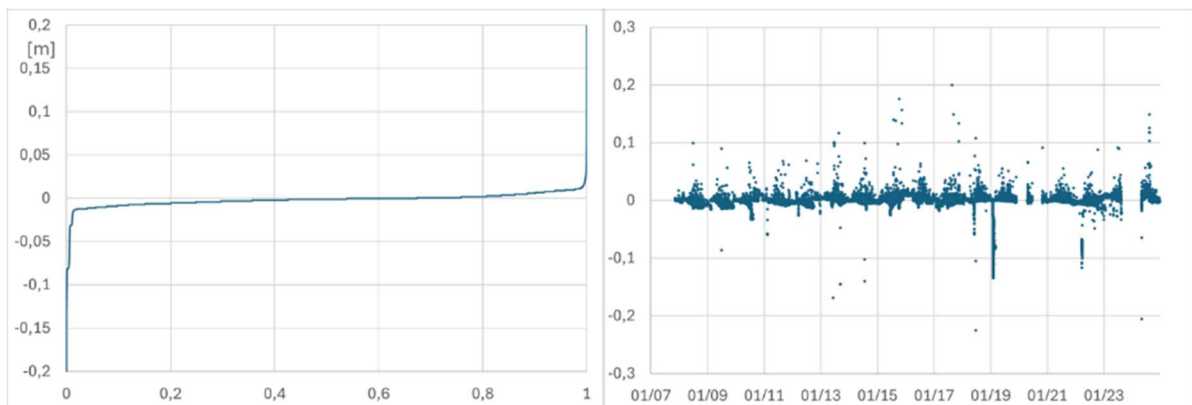
Målevariabel	Sensortype	Sensor	Fra	Til
Vannstand nedenfor overvannsprofil	Trykkcelle	Impress Temp and Level Sensor	04.06.2018	d.d.
Vannstand nedenfor spillvannsprofil	Radar	Vegaplug C22	20.08.2024	d.d.
Nedbør	Vippe- pluviometer	Lambrecht oppvarmet – NTNU- utstyr	nov. 1987	d.d.
	Vektbasert pluviometer	Geonor – NTNU- utstyr	ukjent	d.d.
Lufttemperatur		Campbell CS215	04.06.2015	d.d.
		Young Pt100	01.04.1999	04.06.2015
		Sutron 5600-0020	26.01.1999	01.04.1999
		Ukjent	1987	26.01.1999
Smeltevann	Trykkcelle	Aquistar SDI12	01.01.2015	d.d.
	Flottør	Leine & Linde RS512	18.10.2005	04.06.2015
	Flottør	Leine & Linde RS512	30.07.2001	18.10.2005
	Flottør	Leine & Linde RS512	05.06.2001	28.07.2001
	Flottør	AA3036	17.03.2000	05.06.2001
	Flottør	AA3036	02.07.1998	17.03.2000
	Flottør	AA3036	27.07.1994	02.07.1998
	Flottør	AA3036	04.08.1986	05.08.1986
Relativ luftfuktighet		Campbell CS215	04.06.2015	d.d.

8.8.7 Datakontroll og datakvalitet

8.8.7.1 Vannstand

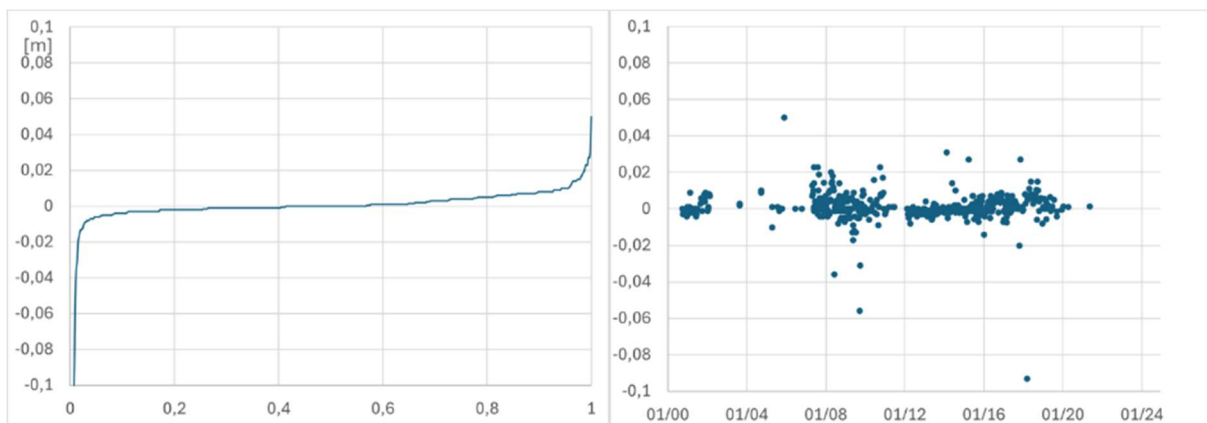
Som nevnt i avsnitt 8.8.3 bør vannstandsdataene for ekstremhendelser tolkes med forsiktighet. Det gjelder særlig perioden før 2017 og vannstander godt over 0,5 meter. Det kan ikke utelukkes at vannivået nedstrøms har hatt en påvirkning her. Høsten 2017 ble kapasiteten på overvannsnettet nedstrøms økt betydelig. I 2018 ble det også installert en vannstandssensor nedstrøms V-terskelen for å registrere oppstuvning i avløpsledningen. Så langt er det ikke identifisert noen hendelser der vannivået nedstrøms kan ha påvirket målingen av vannstand foran måleprofilen.

Vannstandsmålingen er utført med to trykksensorer siden 15. november 2007. Basert på sammenlignbar timesdata fra primær- og sekundærsensorene fra 2007 til 2024 har 95,1 prosent av dataene et avvik på $\leq \pm 2$ cm og 98,5 prosent et avvik på $\leq \pm 1$ cm, noe som må ansees som et veldig godt samsvar. Ved sammenligning av de to sensorene ble to perioder i 2020 ikke tatt i betraktning, siden det i den første perioden ble installert en sekundærsensor med feil måleenhet og i den andre perioden var primærsensoren åpenbart defekt.



Figur 8-108: Avvik mellom primær og sekundær sensor – timesdata (persentil og over tid)

Siden år 2000 har det blitt gjort 541 kontrollmålinger av vannstanden som kan sammenlignes med registrert vannstand på samme tidspunkt. Sammenlignet med andre stasjoner er avvikene forholdsvis små. I ca. 97,6 prosent av de utførte målingene er avviket $\leq \pm 2$ cm. For ca. 93,3 prosent av målingene er avviket på $\leq \pm 1$ cm (Figur 8-109). I kontrollmålingene er det ingen perioder som viser sterkere avvik eller på annen måte skiller seg ut.

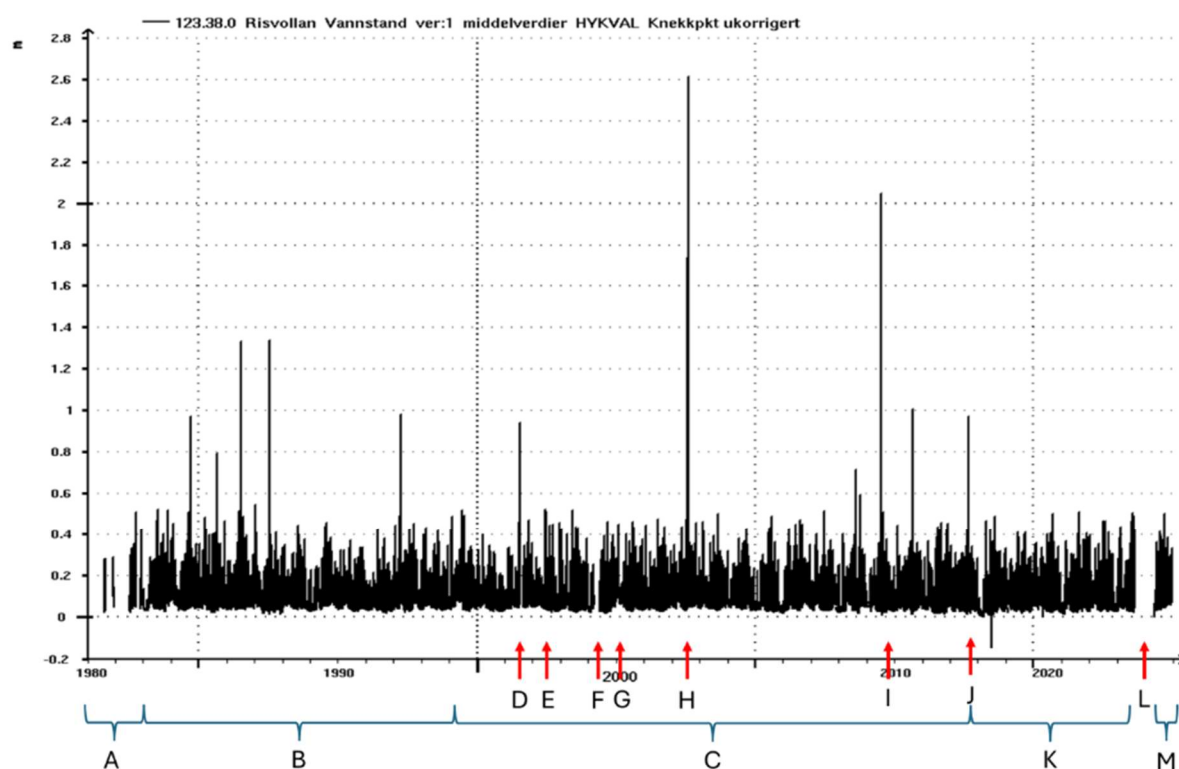


Figur 8-109: Måleavvik ved kontrollmålinger (persentil og over tid)

Tabell 8-46 og Figur 8-110 viser vurderinger av datakvalitet over tid for vannstandsmålinger på Risvollan urbanstasjon.

Tabell 8-46: Oversikt tidsoppløsning og datakvalitet for vannstandsmåling på Risvollan urbanstasjon

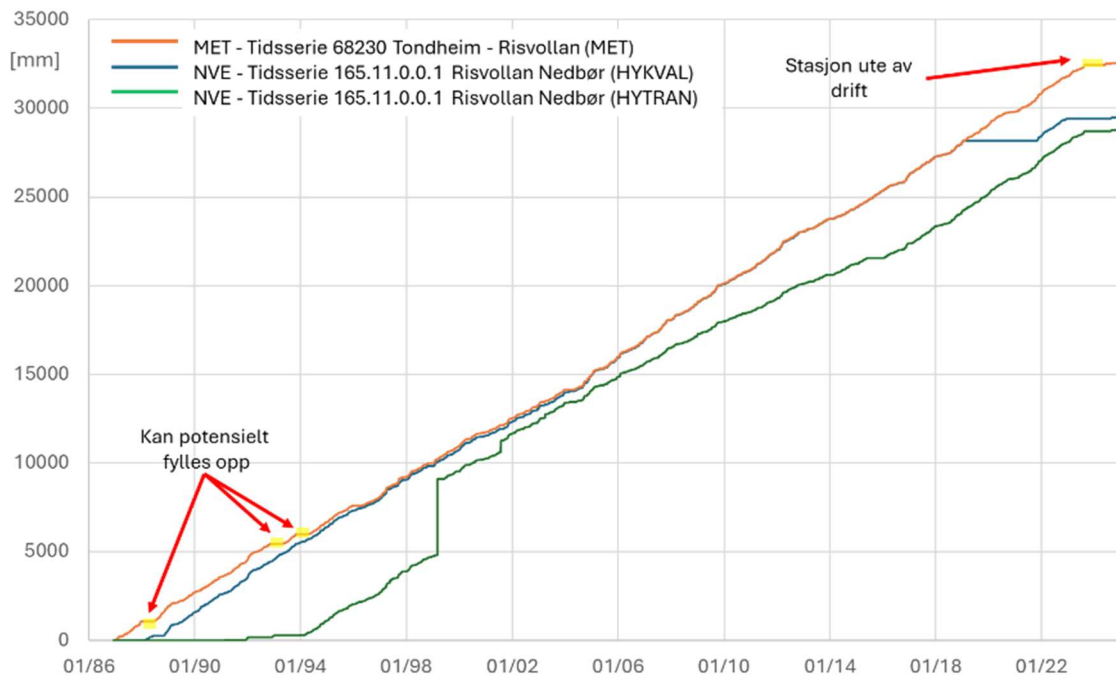
	År	Tidsoppløsning	Kommentar
A	1986–1987	varierende	lange perioder uten data, veldig hakkete og stort sett ikke brukbare data
B	1988–1999	varierende	mer sammenhengende data, noen datahull innimellom, til dels hakkete
C	1999–2017	1 minutt eventbasert	stort sett god datakvalitet, vannstand høyere enn 0,6 meter er trolig påvirket av oppstuvning
D	juli–aug. 2001	1 minutt eventbasert	større datahull
E	juni–juli 2002	1 minutt eventbasert	større datahull
F	mai–juli 2004	1 minutt eventbasert	større datahull
G	jan. 2005	1 minutt eventbasert	større datahull
H	juli–aug. 2007	1 minutt eventbasert	større datahull
I	okt. 2014–jan. 2015	1 minutt eventbasert	støy i vannstandsmåling
J	høst 2017	1 minutt eventbasert	økt kapasitet i overvannsnett nedstrøms, ingen oppstuvning observert etter det
K	2018–aug. 2023	1 minutt eventbasert	stort sett god datakvalitet
L	aug. 2023–mai 2024	1 minutt eventbasert	større datahull, stasjonsrenovering
M	mai 2024–d.d.	1 minutt eventbasert	stort sett god datakvalitet



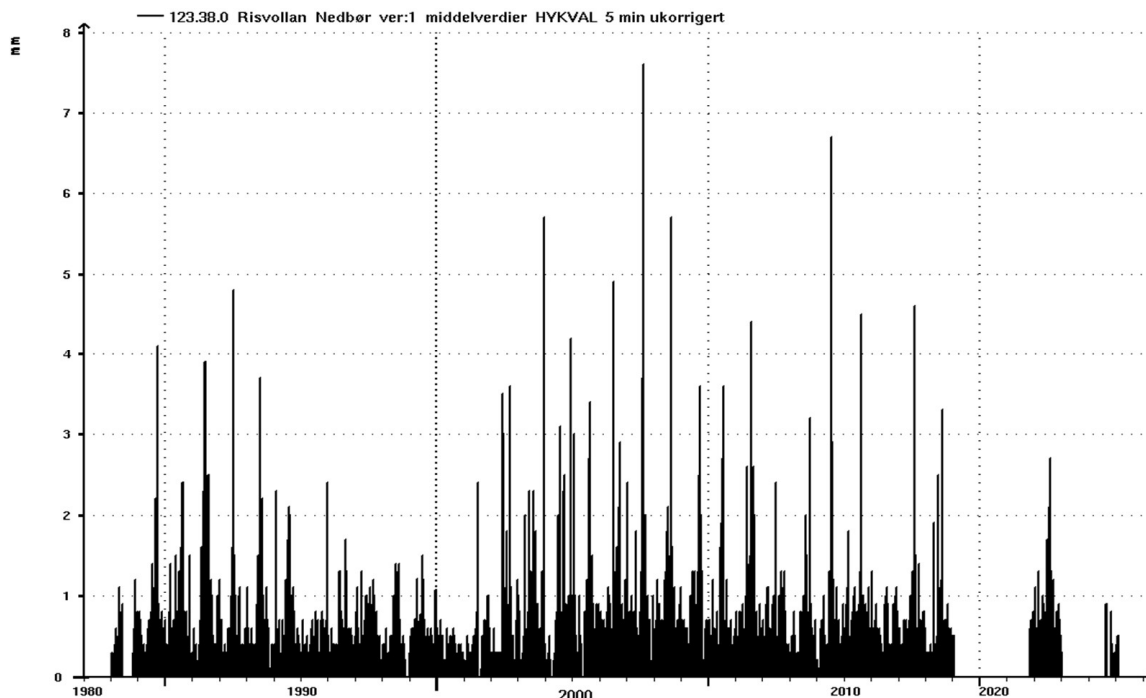
Figur 8-110: Måleserie primærvannstand 1986–2024

8.8.7.2 Nedbør

Stasjonen var instrumentert med en oppvarmet Lambrecht (0,1 mm oppløsning) fra november 1987. Nedbørsdataene fra Lambrecht blir ført som serie 1. Etter 2018 er nedbørsdataene ikke lenger kvalitetskontrollert av NVE. Her bør data fra MET benyttes. Stasjonen er registrert med stasjonsnummer 68230 (Trondheim – Risvollan) i MET sin database. Tettere oppfølging av stasjonen og kortere nedetid ved for eksempel tetting av nedbørsmåleren i det siste har hatt en positiv effekt på kvaliteten. Etter at ansvarsfordelingen for instrumentdriften endret seg i 2025, blir data til Geonor-nedbørsmåleren også samlet inn i NVEs database under serie 0.4.



Figur 8-111: Akkumulert nedbørsmengde siden stasjonsetablering basert på data fra METs database (oransje), NVE korrigerte data (blå) og NVE ukorrigerte data (grønn).



Figur 8-112: Registrert nedbørsintensitet (5 min oppløsning) siden 1987

8.8.8 Oppsummering

Før høsten 2017 bør vannføringsdataene for ekstremnedbørshendelser tolkes med varsomhet, spesielt når det gjelder registrerte vannstander på godt over 0,5 meter. Datakvaliteten for lavere vannstander er god. Etter økningen i kapasiteten til overvannsnett i 2017 er også dataene for ekstremhendelser med høy vannstand generelt pålitelige. Det er ikke registrert flere oppstuvinger etter kapasitetsøkningen.

Det er visse avvik mellom det naturlige feltets utstrekning og det faktiske nedbørsfeltet til overvannsnett, og effekten av dette på vannføringen må undersøkes nærmere. Mulige forbindelser mellom overvannsnett og spillvannsnett bør også vurderes på grunn av felleskummene som finnes i nedbørsfeltet.

Stasjonen drives i samarbeid med NTNU og Trondheim kommune. Etter renoveringen, der også en del av måleutstyret ble byttet ut, er de fleste sensorene nå driftet av NVE, som samtidig står for innsamling av måledata. I tillegg utfører NTNU prosjektbaserte og/eller kvalitetsorienterte målinger.

8.9 Skivika 165.11

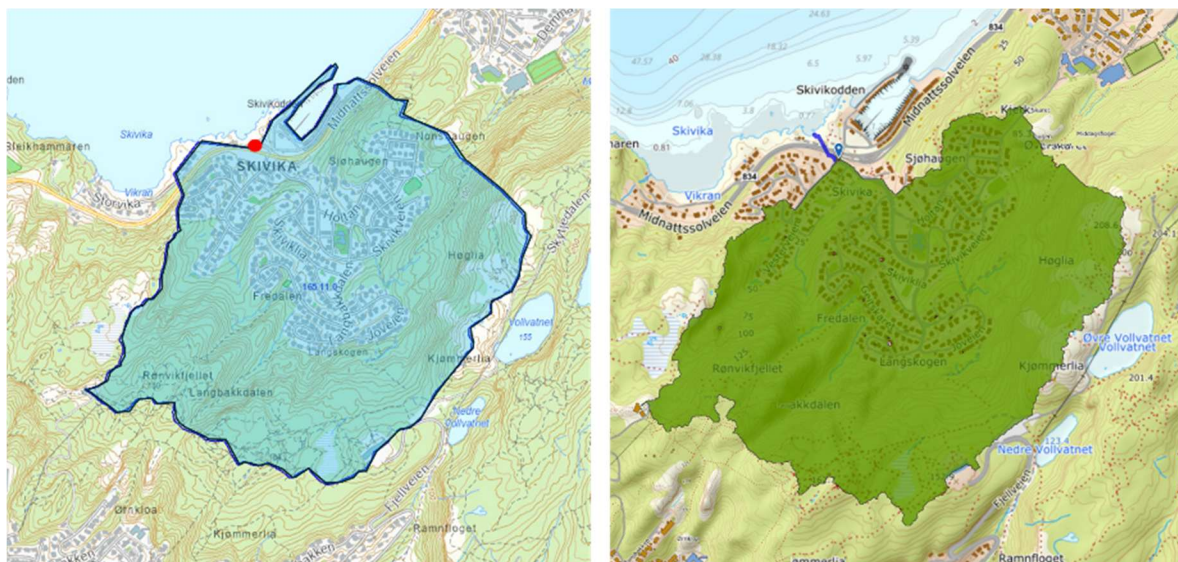
8.9.1 Historikk

Stasjonen ble etablert i 1996 med formål om å styrke det hydrologiske datagrunnlaget for dimensjonering av overvannsanlegg i Nord-Norge og Bodø. Stasjonen er plassert i overvannsnett fra Skivika boligområde, like ved Skivika småbåthavn i Bodø kommune.

8.9.2 Nedbørsfelt

Det ble opprinnelig antatt at det naturlige feltarealet som drenerer til stasjonen, er 0,9 km² (Figur 8-113 venstre). En ikke ubetydelig del av nedbørsfeltet drenerer imidlertid via småbekker og ikke gjennom urbanstasjonen. Derfor er det sannsynlig at det faktiske nedbørsfeltet til urbanstasjonen er betydelig mindre enn de oppgitte 0,9 km². I tillegg er det sannsynlig at boligområdet ved havna ikke er tilkoblet overvannsnett som måles ved stasjonen.

I 2017 ble feltarealet i NVE sin database redusert til 0,17 km² (Tabell 8-47). Basert på en GIS-analyse ble nedbørsfeltets størrelse fastsatt til 0,188 km² i NVE-rapport 34/2024 (Tabell 8-48, Figur 8-114). En annen GIS-analyse, gjennomført med Scalgo, stemmer imidlertid i stor grad overens med data fra NEVINA og beregnes til 0,89 km² (Tabell 8-48, Figur 8-113 høyre). Med tanke på overvannsnett (Figur 8-114) er det imidlertid svært sannsynlig at den vestlige delen av boligområdet i Skivika ikke dreneres via urbanstasjonen, slik at det faktisk tilkoblede arealet heller ligger i et område mellom 0,17 og 0,19 km².



Figur 8-113: Nedbørsfelt på Skivika målestasjon - NVE tematisk kart 2025 (venstre) / GIS-analyse Scalgo 2025 (høyre)



Geovekst 2002-07-10



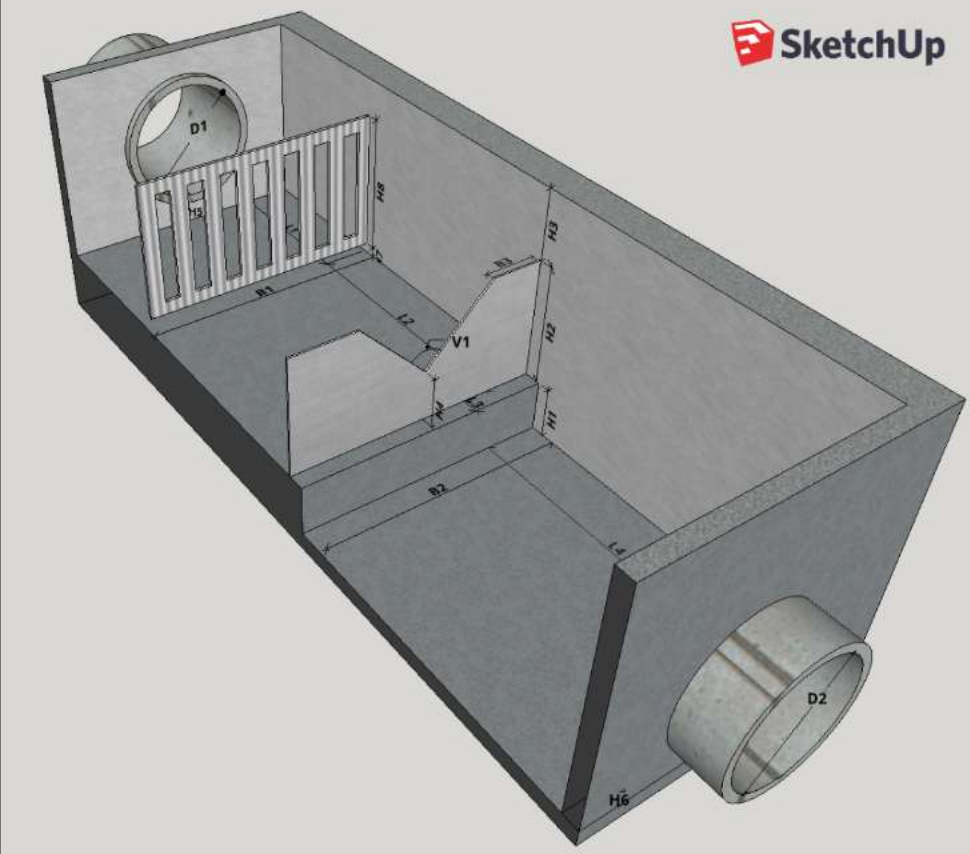
Omløpsfoto 2022-09-02

Figur 8-115: Utvikling av nedbørsfeltet fra 2002 til 2022, ©norgebilder.no – feltgrensene er basert på NVE Atlas (2025)

8.9.3 Kulvert og profil

Kulverten på Skivika er bygd i utløpet av overvannsnettet (480 mm) og ender via utløpet (500 mm) i havet. Måleprofilet på Skivika målestasjon er konstruert som V-profil. Stasjonen viser en tendens til å samle opp en del sand foran V-terskelen. Sedimentet fjernes jevnlig ved stasjonsbesøk, men kommunikasjonen mellom tilløpskanal og stigerør kan i perioder være påvirket. Tabell 8-49 viser en oversikt over nøkkeltall for kulvert og profil, og Figur 8-116 til Figur 8-120 viser forskjellige bilder av stasjonen.

Tabell 8-49: Oversikt over kulvertens oppbygning og nøkkeltall – skjematisk skisse V-terskel

		
		
[cm]	Ref. figur	Forklaring
48	D1	Diameter innløpsrør
50	D2	Diameter utløpsrør
100,2	B1	Bredde basseng ovenfor V
194,9	B2	Bredde basseng nedenfor V
	B3	Bredde V-profil: slutt V til vegg
	H1	Høyde bunn basseng nedenfor V til nedre kant V-platen
42	H2	Høyde V-platen (overgang til rektangulært profil)
50,5	H3	Høyde topp V-plate til tak
18	H4	Høyde bunn V-plate til bunn V
	H5	Høyde bunn basseng ovenfor V til bunn av innløpsrør
	H6	Høyde bunn basseng nedenfor V til bunn av utløpsrør
	H7	Hvis dempningsrist: høyde opp til bunn rist
	H8	Hvis dempningsrist: høyde på rist
	L1	Hvis dempningsrist: lengde basseng ovenfor rista
	L2*	Hvis dempningsrist: lengde basseng mellom rista og V-plate
83	L1+L2	Hvis IKKE dempningsrist: lengde basseng ovenfor V-plate
17	L3	Lengde terskel/skråning nedenfor V-plate
94	L4	Lengde basseng nedenfor V-plate
129	V1	Vinkel: V-profil



Figur 8-116: V-profil (Foto: NVE)



Figur 8-117: Utløpsrør (Foto: NVE)



Figur 8-118: Tilløpsrør og skala (Foto: NVE)



Figur 8-120: Stasjonsplassering (Foto: NVE)



Figur 8-119: V-Profil og en liten lekkasje (Foto: NVE)

8.9.4 Hydraulikk

Det har vært mistanke om overkritisk strømming gjennom stasjonen, og det er ikke montert noen rist eller lignende til å dempe hastigheten. Det er ikke avklart om stasjonen er rammet av overkritisk strømming under ekstremhendelser. Siden april 2023 har stasjonen vært utstyrt med en trykkelles nedstrøms V-profilet for å oppdage oppstuvning og påvirkning av vannstandsdata fra nedstrøms side. Måledataene tilsier ikke at det har vært noen tilfeller av oppstuvning som har påvirket vannstandsmålingene.

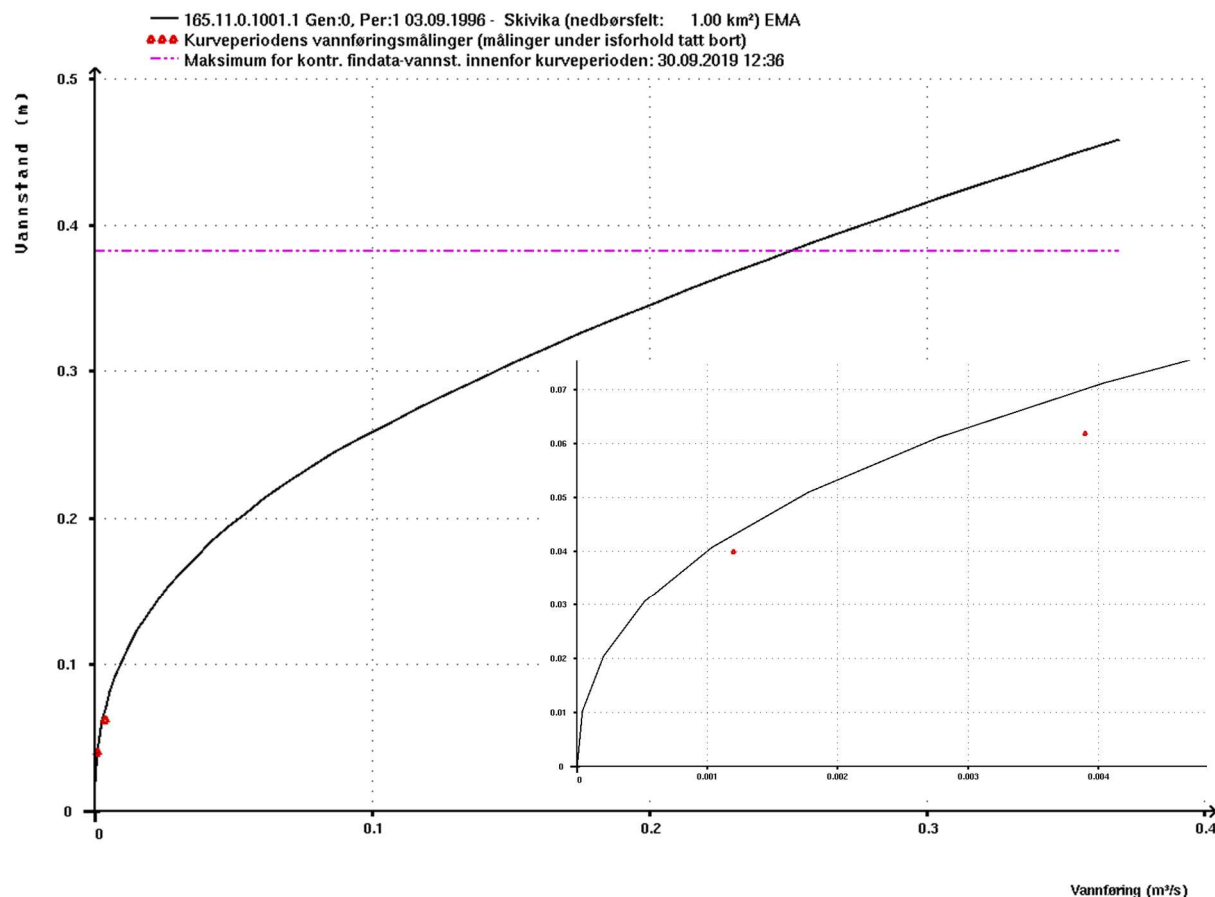
8.9.5 Vannføringskurve

Vannføringskurven på Skivika målestasjon er basert på teoretisk utregning for V-profil og vises i Tabell 8-50 og Figur 8-121.

Så langt er det bare utført to vannføringsmålinger for å validere den teoretiske kurven. Begge ble klassifisert som middels og avvek betydelig fra målverdien. Det er behov for ytterligere valideringsmålinger.

Tabell 8-50: Vannføringskurve i tabellformat

Vannføringstabell for 165.11.0.1001.1 Gen:0, Per:1 03.09.1996 - Skivika (nedbørsfelt: 0.170 km²) EMA										
Segment nr. 1:	Q =	2.93060	(h +	0.0020) **	2.52050	Gjelder for	0.000	<=	høyde <	0.240
Segment nr. 2:	Q =	1.96240	(h +	-0.0910) **	1.66770	Gjelder for	0.240	<=	høyde <	1.000
Vannføring i kubikkmeter pr. sekund										
Vannstand(m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.0	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.007
0.1	0.009	0.012	0.015	0.018	0.021	0.025	0.030	0.035	0.040	0.046
0.2	0.052	0.059	0.066	0.074	0.082	0.091	0.101	0.111	0.122	0.133
0.3	0.144	0.156	0.168	0.180	0.193	0.206	0.220	0.233	0.248	0.262



Figur 8-121: Vannføringskurven for Skivika målestasjon (svart linje), utførte vannføringsmålinger (røde punkter) og maksimum for kontrollerte findata (rosa linje)

8.9.6 Instrumentering

Stasjonen har gjennom årene hatt forskjellige typer loggere og sensorer. Tabell 8-51 gir en oversikt over når de forskjellige var koblet til. Vi tar forbehold om at listen er basert på tilgjengelig informasjon og ikke nødvendigvis er komplett.

Disse parametrene måles på stasjonen:

- primærvannstand (1996)
- nedbør (1996)
- lufttemperatur (1997)
- smeltevann (2004)
- sekundærvannstand (2015)
- vanntemperatur (2015)
- relativ luftfuktighet (2015)
- vannstand nedenfor profilet (2022)

Tabell 8-51: Oversikt over instrumenter tilknyttet stasjonen

Målevariabel	Sensortype	Sensor	Fra	Til
Vannstand 1	Trykkcelle	AquiStar SDI-12 Pressure & Temperature	17.10.2022	d.d.
	Trykkcelle	Impress	10.06.2015	d.d.
	Flottør	Leine & Linde inkrementell enkoder RS512	14.10.2004	10.06.2015
	Flottør	Optisk enkoder Leine & Linde	03.09.1996	15.11.2004
Vannstand 2	Trykkcelle	Impress	10.06.2015	d.d.
Vannstand nedenfor	Trykkcelle	Impress	07.10.2022	d.d.
Nedbør	Vippe	Lambrecht	14.10.2004	d.d.
	Vippe	Plumatic	03.09.1996	14.10.2004
Lufttemperatur		Campbell CS 215	10.06.2015	d.d.
Smeltevann	Trykkcelle	Impress	10.06.2015	d.d.
Relativ luftfuktighet		Campbell CS 215	10.06.2015	d.d.

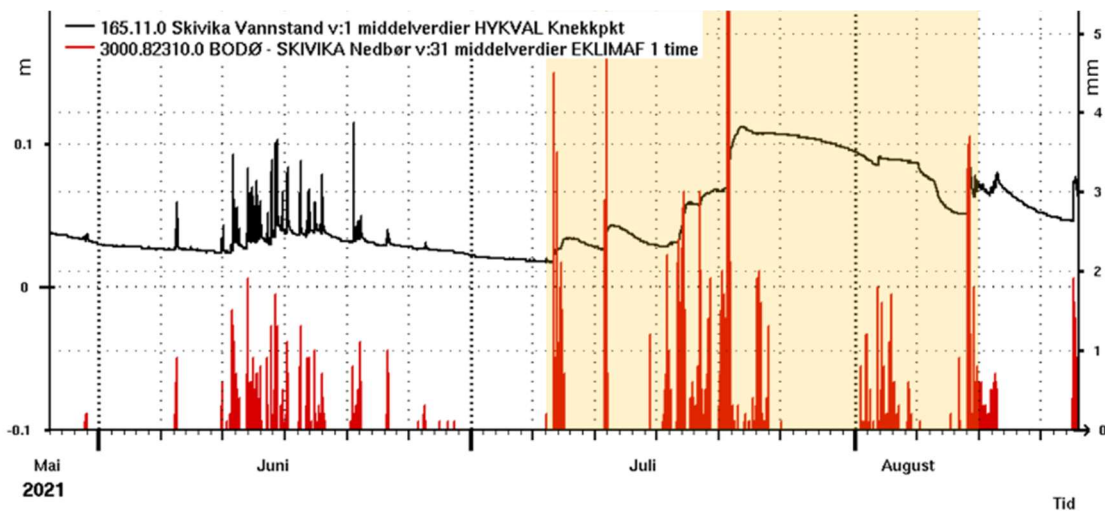
8.9.7 Datakontroll og datakvalitet

8.9.7.1 Vannstand

Den vanlige lavvannstanden svinger mellom ca. 0,01 meter og 0,04 meter i løpet av observasjonsperioden. Disse lavvannstandene kan observeres både i vinter- og sommermånedene. Vannstander på opptil nesten 0,3 meter nås både under intense nedbørshendelser og lengre, mindre intense nedbørsperioder. Samlet sett, basert på de registrerte vannstands- og nedbørsdataene, ser det ut til at nedbørsfeltet til stasjonen er tydelig påvirket av den naturlige andelen i nedbørsfeltet. Vannstanden reagerer mindre dynamisk på korte, intense nedbørshendelser. Lange nedbørsperioder med høy vannstand over lengre tid er imidlertid merkbare.

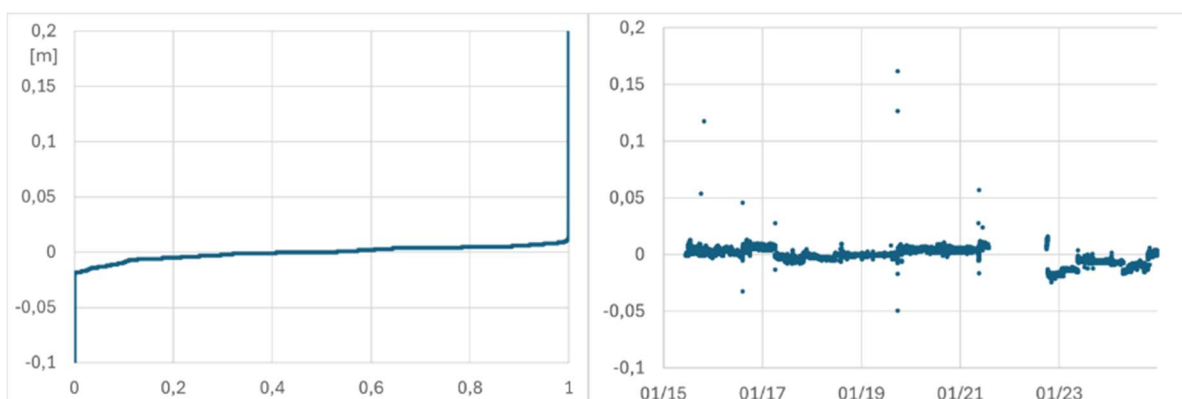
Vannstandsmåling nedstrøms måleprofilen er tilgjengelig siden april 2023 for å oppdage oppstuvning i utløpskanalen. Siden da har det ikke blitt registrert noen hendelser hvor vannstand oppstrøms kunne vært påvirket av vannstand nedstrøms V-terskelen.

Som nevnt i avsnitt 8.9.3 er det mye massetransport til stasjonen som kan medføre dårlig kommunikasjon mellom kulvert og stigerør. Dette har blitt observert ved inspeksjon av stasjonen. Vannstandsmålingene for perioden juli–august 2021 tyder for eksempel på slike problemer, med en vannstand som reagerer ekstremt tregt, selv under forholdsvis intense nedbørshendelser (Figur 8-122).



Figur 8-122: Vannstandsmåling som tyder på dårlig kommunikasjon mellom kulvert og stigerør

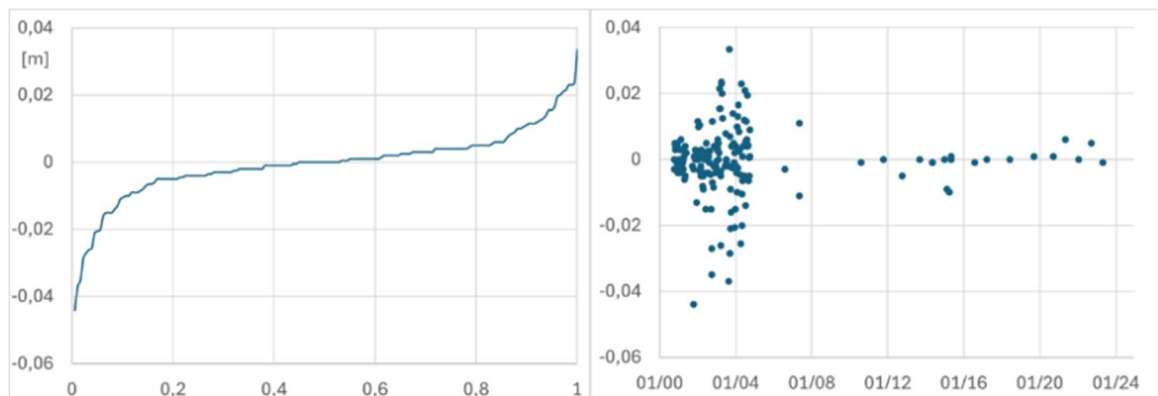
Vannstandsmålingene er utført med to trykksensorer siden juni 2015. Basert på sammenlignbar data fra primær- og sekundærsensorene fra 2015 til 2024 har 99,9 prosent av dataene et avvik på $\leq \pm 2$ cm og 90,5 prosent et avvik på $\leq \pm 1$ cm, noe som må ansees som en svært høy grad av samsvar. Perioden fra august 2021 til september 2022 ble ikke tatt med i sammenligningen av de to sensorene, siden det var en åpenbar defekt i den sekundære sensoren i denne perioden (Figur 8-123).



Figur 8-123: Avvik mellom primær og sekundær sensor – timesdata (persentil og over tid)

Siden år 2000 har det blitt gjort 178 kontrollmålinger av vannstanden som kan sammenlignes med registrert vannstand på samme tidspunkt. Det er til dels store variasjoner i registrerte avlesninger inntil 2005. Kommunen har ført loggbok på stasjonen, og disse verdiene har blitt plottet inn av

felthydrolog i etterkant. Kontrollverdiene er usikre siden avlesningene ikke alltid har blitt nedtegnet i normalt tid (ifølge en kommentar fra en stasjonsinspeksjon). Det er registrert adskillig færre kontrollmålinger siden 2005, men de stemmer stort sett godt overens med måledata fra sensorene. I ca. 91,5 prosent av målingene er avviket $\leq \pm 2$ cm. For ca. 78,7 prosent av målingene er avviket $\leq \pm 1$ cm (Figur 8-124).

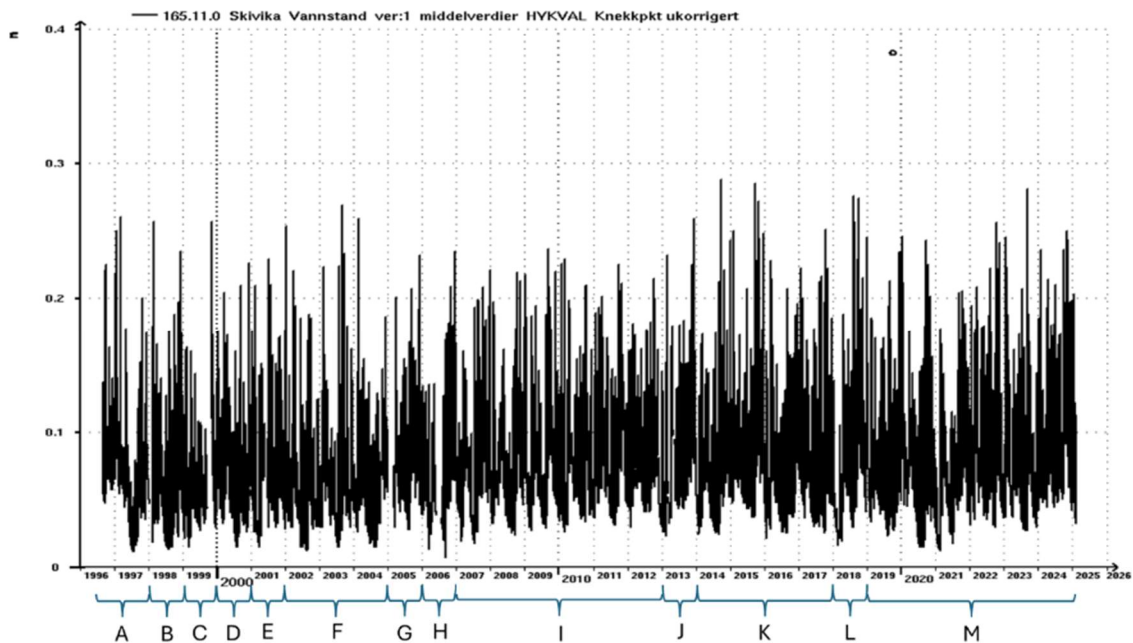


Figur 8-124: Måleavvik ved kontrollmålinger (persentil og over tid)

Tabell 8-52 og Figur 8-125 viser vurderinger av datakvaliteten over tid for vannstandsmålinger på Skivika urbanstasjon.

Tabell 8-52: Oversikt over vannstandsmålinger på Skivika urbanstasjon

	År	Tidsoppløsning	Kommentar
A	1996–1997	varierende	noen datahull, til dels forskjell mellom registrert nedbør og registrert avrenningen
B	1998	varierende	noen større datahull, bedre samsvar mellom nedbør og avrenning
C	1999	varierende	antatt dårlig kommunikasjon mellom kulvert og stigerør august–september, datahull i oktober–november
D	2000	1 minutt eventbasert	stort sett ok, noen datahull
E	2001	1 minutt eventbasert	større datahull mai–juni
F	2002–2004	1 minutt eventbasert	stort sett ok, noen datahull
G	2005	1 minutt eventbasert	større datahull januar–februar, litt hakkete
H	2006	1 minutt eventbasert	større datahull juni–juli
I	2007–2012	1 minutt eventbasert	stort sett gode data med flere mindre datahull
J	2013	1 minutt eventbasert	større datahull i mai
K	2014–2017	1 minutt eventbasert	stort sett gode data med flere mindre datahull
L	2018	1 minutt eventbasert	uvanlig oppførsel under snøsmelting i mars
M	2019–2024	1 minutt eventbasert	stort sett gode data med flere mindre datahull

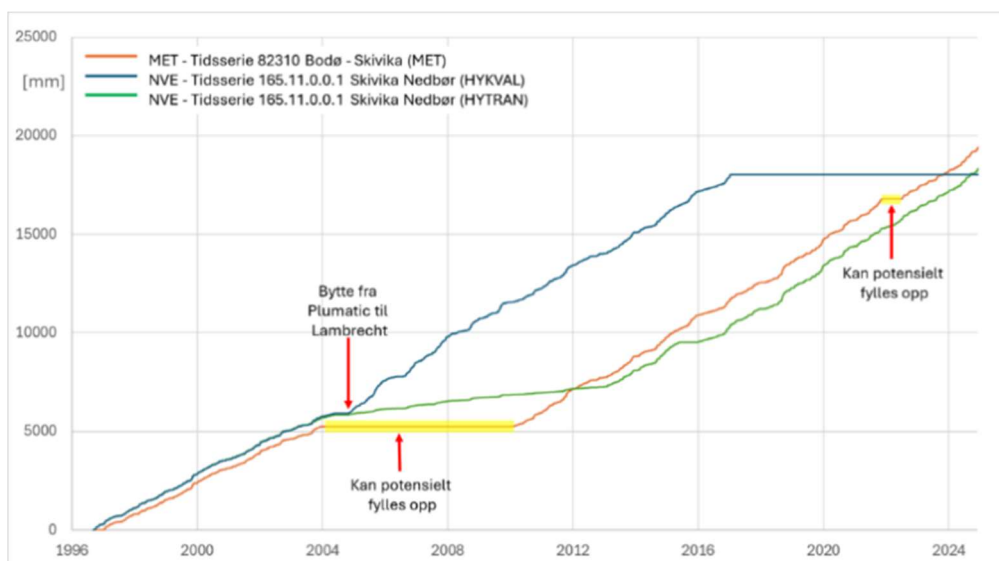


Figur 8-125: Måleserie primærvannstand 1996–2024

8.9.7.2 Nedbør

Stasjonen ble etablert med en Plumatic med 0,2 mm oppløsning. Nedbørsmåleren var uten oppvarming slik at data om vinteren mangler frem til 2004. Da ble Plumatic byttet ut mot en Lambrecht med oppvarming og 0,1 mm oppløsning. Siden 2017 er nedbørsdataene ikke lenger kvalitetskontrollert av NVE (Figur 8-126). Her bør data fra MET benyttes. Stasjonen ble ført under stasjonsnummer 82310 (Bodø – Skivika).

Når man sammenligner dataene i HYTRAN-arkivet (ukorrigerte data) og HYKVAL-arkivet (korrigerte, ikke-kompletterte data) for perioden fra slutten av 2004 til 2013, oppstår spørsmålet om hvor dataene i HYKVAL-arkivet er hentet fra. I tillegg finnes det ikke data i MET-arkivet for perioden fra begynnelsen av 2004 til begynnelsen av 2010. For å kunne bruke data fra denne perioden, bør opprinnelsen og kvaliteten på nedbørsdataene først avklares.



Figur 8-126: Akkumulert nedbørsmengde siden stasjonsetablering

8.9.8 Oppsummering

Den største utfordringen med Skivika stasjon er usikkerheten i arealet til nedbørsfeltet. Det må tas hensyn til overvannsnett og arealene knyttet til det. Også det naturlige feltet må befares for å avklare hvilke områder som tilhører nedbørsfeltet til Skivika urbanstasjon. Det naturlige nedbørsfeltet kan ikke ignoreres, siden en betydelig andel av overvannet vil renne av på overflaten og følge det naturlige feltet ved ekstreme nedbørshendelser – seinest når kapasiteten til overvannsnett overskrides.

Siden midten av 2000-tallet kan vannstandsmålingene generelt betegnes som gode. På selve stasjonen kan det ikke utelukkes at strømningsforholdene oppstrøms måleprofilen ligger utenfor rammebetingelsene ved høye vannføringer. Det anbefales å kontrollere dette ved hjelp av målinger av overflatehastigheten. Usikkerheten knyttet til kommunikasjonen mellom kulvert og stigerør kan løses ved å installere en radar-vannstandssensor oppstrøms V-terskelen.

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthuns gate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0310 Oslo

Telefon: (+47) 22 95 95 95

<https://www.nve.no>