



NVE sitt urbanstasjonsnettverk

Eydis Dalen, Bjørg Lirhus Ree, Astrid Vatne og Fred Wenger

50
2016

R
A
P
P
O
R
T



Rapport nr 50-2016

NVE sitt urbanstasjonsnettverk

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Redaktør:

Forfattarar: Eydis Dalen, Bjørg Lirhus Ree, Astrid Vatne og Fred Wenger

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 20

Forsidefoto: Karihola. Foto: NVE-HH stasjonsbildearkiv

ISBN 978-82-410-1503-8

ISSN 1501-2832

Samandrag: NVE byrja å samla inn urbanhydrologiske data i 1972. I dag består det urbanhydrologiske stasjonsnett av 9 stasjonar. Denne rapporten gjev eit historisk tilbakeblikk på urbanhydrologi i NVE. Kvar av stasjon vert omtala med historikk, instrumentering, måleparameter, nedbørfelt, kart over overvassnett og bilete frå stasjonen.

Emneord, nynorsk: urbanstasjonar, urbanhydrologi, overvatn, målestasjoner, måleparameter, korttidsnedbør, snøsmeltebrett, lufttemperatur

Emneord, bokmål: urbanstasjoner, urbanhydrologi, overvann, målestasjoner, måleparameter, korttidsnedbør, snøsmeltebrett, lufttemperatur

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95
Telefaks: 22 95 90 00
Internett: www.nve.no

Innhald

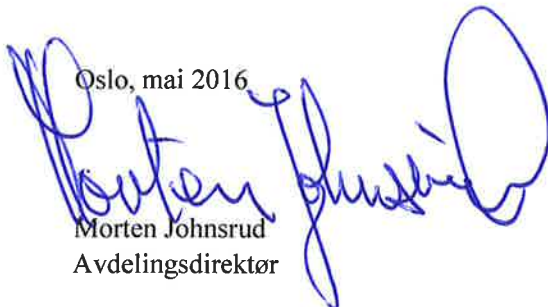
Føreord	4
Samandrag	5
1 Urbanhydrologi	6
1.1 Generelt	6
1.2 Urbanhydrologi i NVE.....	8
2 NVE sitt urbanstasjonsnettverk	10
2.1 Drift av urbanstasjonar	11
2.2 Standard urbanstasjon i NVE.....	12
2.3 Generelle utfordringar med drifta	15
3 Aktive urbanstasjonar	16
005.0017 Rustadskogen.....	16
006.0012 Vestli.....	19
021.0049 Sømskleiva	21
028.0011 Lye 2.....	24
029.0004 Aspervik.....	27
056.0001 Sandsli.....	30
110.0001 Kariholå	32
123.0038 Risvollan	35
165.0011 Skivika	38
4 Nedlagde stasjonar	41
5 Arbeid vidare.....	42
6 Referansar	43

Føreord

Dette er ein rapport som har til hensikt å gje ei oversikt over nettverket av urban-hydrologiske målestasjonar som NVE i dag driftar saman med kommunen som stasjonen er lokalisert i. Den tek for seg litt historikk, måleparametrar på dei ulike målepunkta og litt om dagens situasjon knytt til kvar enkelt stasjon. Det er også teke med bilete som viser stasjonen og kart over nedbørfelta. Det er gjort ei vurdering rundt stasjonane, men data og datakvalitet, hydraulikk på stasjonane og utfordringar ved dette, er ikkje teke med i denne rapporten.

Takk til kommunane som driftar urbanstasjonane i samarbeid med NVE. Takk til observatørar som gjev oss verdifulle kontrollverdiar på dei ulike målestadane.

Oslo, mai 2016



Morten Johnsrud
Avdelingsdirektør



Morten Due
seksjonssjef HHT

Samandrag

NVE starta å samla inn urbanhydrologiske data allereie i 1972. Heile 17 stasjonar vart oppretta og sette i drift i perioden 1972 – 1974. Det har vore i drift om lag 25 ulike stasjonar knytt til urbane felt. I dag driftar NVE 9 urbanstasjonar fordelt over heile landet, i samarbeid med kommunen dei ligg i. Parametrar som vert målt er nedbør, snøsmelting, lufttemperatur, luftfuktigheit og vassføring. Desse er del av det nasjonale hydrologiske stasjonsnettet, og det er fri tilgang til måledata frå stasjonane uavhengig av føremålet med bruken av observasjonane.

Regnbed og grønne tak er døme på tiltak for lokal overvassdisponering (LOD). I 2009 vart det første regnbedet etablert med instrumentering der ein kunne måla vassføring inn og ut av regnbedet, for å finna fordrøyninga i anlegget. Dei siste åra er det også etablert 4 grønne tak kor ein målar nedbør og avrenning.

Data frå stasjonane vert mykje nytta til undervising og forskning, i tillegg til av kommunane sjølve.

1 Urbanhydrologi

1.1 Generelt

NVE har ansvar for det nasjonale hydrologiske stasjonsnettet og i dette inngår eit stort antal målestasjonar over heile landet som måler vassføring. Stasjonane er instrumentert opp slik at dei registrerar og loggar vasstanden minimum kvar time. Vasstanden som vert samla inn vert rekna om til vassføring; mengd vatn som renn i elva oppgjeve i kubikkmeter per sekund (m^3/s)

Storparten av målestasjonane til NVE ligg i naturlege nedbørfelt. Ein reknar det som naturleg sjølv om det kan vera reguleringar på grunn av vassdragsutbygging eller vassforsyning i nedbørfeltet. Feltet er som regel på mange km^2 og middelvassføringa ofte mange m^3/s . Nokre av avløpsstasjonane våre vert definert som urbanstasjonar, og desse stasjonane ligg i, eller rett nedstraums, eit urbanisert område. Vatnet som kjem ned til stasjonen har gått gjennom eit system av overvassrør og har inntak på overflata i form av sluk og kummar. Feltet er vanlegvis mindre enn 1 km^2 og vassføringa mindre enn 100 l/s , utanom ved flaum.

Ulike flater har ulike avrenningsfaktorar som avheng av permabilitet, topografi og fall. Urbanisering og utbygging fører til areal med impermeable eller tette overflater. Ein bykjerne vil difor ha høg avrenningsfaktor medan område med gode infiltrasjonsmoglegheiter har låg avrenningsfaktor. Overvatn er definert som overflateavrenning som følgje av nedbør eller smeltevatn (NOU 2015). Overvatnet kan renna vekk på overflata, eller samla seg i større eller mindre dammar inntil det vert infiltrert eller fordampar. Vatnet som renn vekk på overflata hamnar oppi drenering, sluk og kummar, og kjem ned i eit overvass- eller avløpsnett. Store nedbørmengder på kort tid kan vera utfordrande å handtera for overvass-systema, og for å kunne dimensjonera dei korrekt treng ein gode Intens-Varigheit og Frekvens (IVF)–kurver for nedbør. Alle urbanstasjonane har difor korttidsnedbørmålar slik at ein får registrert både nedbøren og avrenninga.

Eit omgrep som vert nytta i denne rapporten er urbanprosent. Det vert her brukt om den delen av eit nedbørfelt (i prosent) som er utbygd, eller på anna måte har fått endra den naturlege karakteren. Desse verdiane er omtrentlege og bør ikkje brukast vidare i analysar og utrekningar. Naturområde, samt jordbruksareal vert ikkje rekna som urbaniserte areal. Også utbygde område kan ha ein stor del areal med gras og andre flater som liknar på naturlege område.

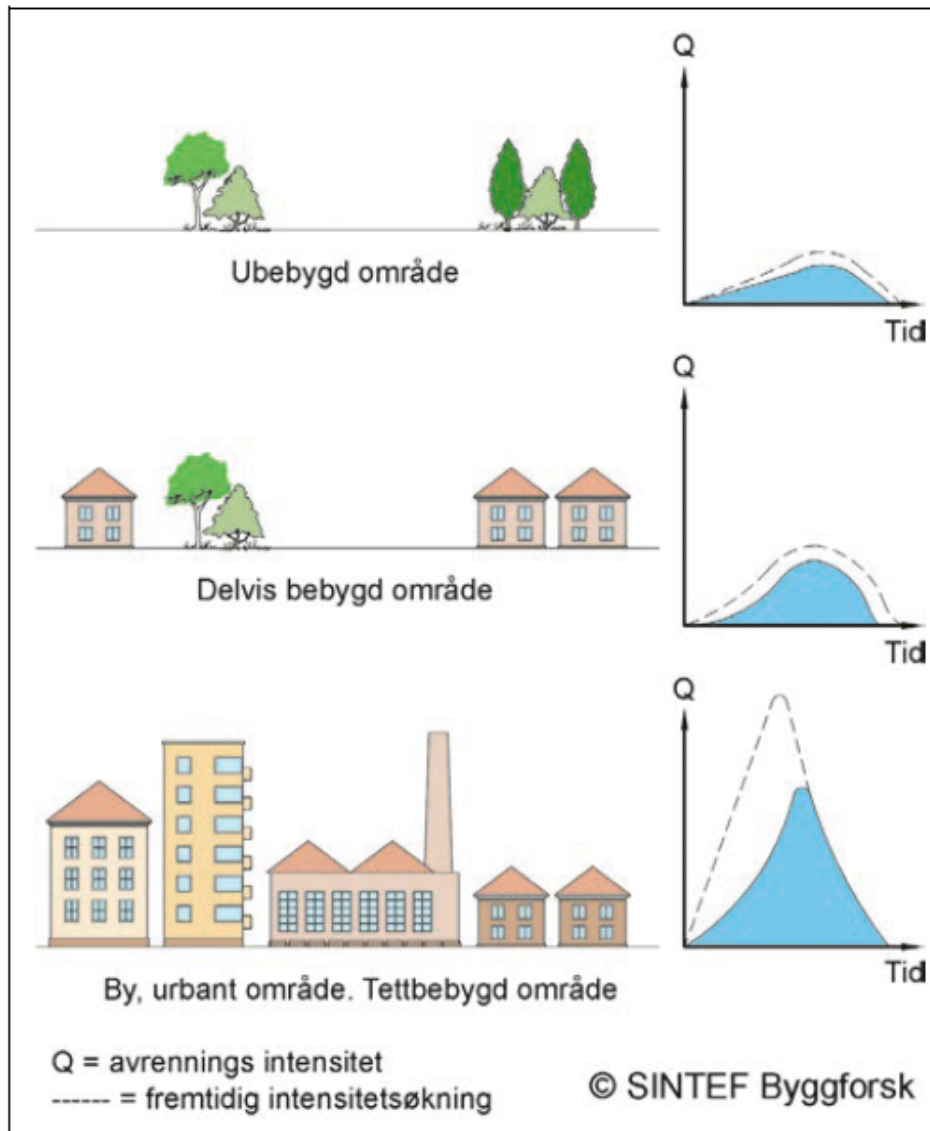
Ved urbanisering der ein vesentleg del av arealet er impermeable flater (tak, vegar, parkeringsplassar etc.) vert karakteren til nedbørfeltet endra i forhold til ein naturleg vassbalanse. Dei viktigaste hydrologiske effektane ved urbanisering er:

- Auka overflateavrenning både i intensitet og volum
- Redusert infiltrasjon
- Redusert fordamping
- Senking av grunnvasstand

Desse effektane kan vidare ha praktiske konsekvensar som:

- Større fare for oversymjing av hus, vegar og anlegg
- Setningsskader på hus og anlegg
- Uttørking av vegetasjon
- Auka påkjenning på resipient, både når det gjeld volum- og forureining.

Figur 1 viser korleis urbaniseringa fører til eit endra avrenningsmønster, både i volum og i maksimal vassføring. Avrenninga kjem også raskare etter nedbør i urbane felt enn i naturlege felt på grunn av høgre avrenningskoeffisient. Det kan nemnast at den høgste registrerte flaumintensiteten, definert som spesifikk avrenning, i Noreg fram til 2006, er målt i urbanfeltet Vestre Vika i Oslo 13. juli 1984, med 10 300 l/s per km² (NVE 2006). Altså 10 m³ per sekund som rann vekk per km² av nedbørfeltet. Nedbørfelta til urbanstasjonane er ofte mindre enn 1 km², og har ofte mykje større momentanflaumar enn dei naturlege nedbørfelta. På grunn av den store andelen tette flater er avrenninga veldig kjapp, og det er difor vanleg med minuttlogging eller eventlogging for å fanga dei raske endringane i avrenninga.



Figur 1: Avrenninga endrar seg i takt med urbaniseringa. Til større andel tette flater i eit nedbørfelt til større overflateavrenning kan ein forventa å få (både med tanke på volum og maksimal vassføring). Kjelde: Thorolfsson 2014, NOU 2015.

Ved å studera korleis nedbør, snøsmelting, lufttemperatur og avrenning varierer i eit område får ein eit betre grunnlag til å laga planar for handtering av overvatn. Dette vil også gje kunnskap som kan nyttast i andre område som skal byggast ut. Mange master- og PhD-oppgåver (mellom anna ved NTNU og NMBU) er skrivne på grunnlag av data frå dei urbanhydrologiske målestasjonane som NVE driftar og det er nemnt døme på slike oppgåver i kapittel 0 under den enkelte stasjon. For å kunne få ei god overvassshandtering er det

naudsynt med hydrologiske og meteorologiske grunnlagsdata og eit nasjonalt stasjonsnett med gode målestasjonar.

Urbanhydrologi, handlar både om hydrologi, hydraulikk, kommunalteknikk, databaserte modelleringsverktøy og hydrometri. Denne rapporten har hovudfokus på hydrometri (måling av vasstand og vassføring i elvar og kanalar) og datainnsamlinga på dei ulike urbanhydrologiske målestasjonane som NVE samlar inn data frå.

1.2 Urbanhydrologi i NVE

I 1971 vart det starta eit stort statleg finansiert prosjekt med tittel *PRA – Prosjekt for Rensing av Avløpsvann*. Målsetjinga med prosjektet var å finna effektive transportmetodar og tilfredsstillande metodar for reinsing av avløpsvatn. Eit underprosjekt under prosjektet var *PRA 4.2 – Urbaniseringens innvirkning på avrenningsforholdene i små nedbørfelt*. Målet med prosjektet var å studera verknaden av ein urbaniseringsprosess på enkelte komponentar av vatnet sitt krinsløp og prosessen sin totale verknad på feltets naturlege hydrologi (Tollan, 1974). NVE ved Hydrologisk avdeling leia dette delprosjektet og i 1972 vart dei to første urbanstasjonane, Aspervik og Gramstad i Sandnes kommune, oppretta. Fram til 1974 vart det satt i drift 17 ulike målefelt gjennom dette prosjektet. Det var samarbeid med mellom anna NIVA og kommunane. I 1977 stoppa dei direkte statlege tilskota til prosjektet, og NVE tok over ansvaret for stasjonane som vart oppretta gjennom PRA-prosjektet. NVE laga då avtalar med kommunane om at NVE skulle ta seg av instrumentering, primær datakontroll og lagring av data, medan den enkelte kommune skulle ta seg av bygningsmessig vedlikehald på stasjonen. På det meste var det rundt 25 urbanstasjonar i drift.

På starten av 2000-talet var det ein gjennomgang av stasjonsnettet og ein såg at mange av stasjonane hadde mykje datatap, eller gav dårlege data på grunn av ugunstige hydrauliske strøymingsforhold og/eller underdimensjonering slik at ein fekk oppstuvning ved flaum (Petersen-Øverleir, A. 2002a). Dei verdiane ein då fekk for vassføring var ikkje korrekte. Nokre av stasjonane mangla nedbørmålar og ein fekk difor ikkje ei «komplett» datainnsamling. Mange av stasjonane vart lagt ned og frå 2006 har 9 urbanstasjonar vorte drifta i samarbeid med tilhøyrande kommune. Data frå alle desse er allment tilgjengeleg på senorge.no og xgeo.no. Fullstendige dataseriar kan lastast ned frå den nasjonale hydrologiske databasen Hydra II. Korttidsnedbørdata frå urbanstasjonane kan hentast frå eklima.no eller met.no. For nesten alle stasjonane med nedbørmålar er det laga Intensitet-Varighets-Frekvens kurver (IVF-kurver) både for noverande og framtidig klima (Førland et al. 2015). Det er eit mål internt å få lagt data for *alle* parametarar ut på nve.no og framheva fagområdet urbanhydrologi meir.

NIFS-prosjektet (naturfare, infrastruktur, flom, skred) er eit samarbeid mellom Jernbaneverket, Vegvesenet og NVE. NIFS-prosjektet har sett på handtering av vatn på ville vegar, og etterspurnaden etter avrenning frå svært små felt er stor. Felta til urbanstasjonane er små samanlikna med avløpsstasjonane, og kan i mange tilfelle nyttast i denne samanhengen.

Lokale overvannsdiskonering (LOD) er fellesnemnar for ulike tiltak som vert nytta for å dempa flaumtoppane i byar og tettstader ved hjelp av infiltrasjon eller fordrøying av overvatn. Eit etter kvart vanleg LOD tiltak er grøne tak. Dette er tak som har eit lag jord med vegetasjon, og kor regn og vatn frå snøsmelting held seg ei tid i vegetasjonen og jorda før avrenninga byrjar. Avrenninga vil skje meir gradvis enn frå eit vanleg tak, og det er eit tiltak for å gjenskapa noko av den naturlege tilbakehaldinga av nedbør i byar (Braskerud 2014).

Ved å ha ein nedbørmålar på staden og installera måleinstrument som overvakar avrenninga, vil ein kunne få gode mål på effekten av det grønne taket.

NVE har vore med og instrumentert opp grønne tak i 4 byar; i Oslo, Sandnes, Bergen og Trondheim. Det første taket vart etablert i Oslo i 2009. Detaljar rundt etableringa og data er beskrive i Braskerud 2014. Dei resterande grønne taka vart etablert i 2014 i eit samarbeid mellom prosjektet Framtidens byer, NVE, NTNU og dei respektive kommunane. Data herifrå vert for tida nytta av ein doktorgradsstudent (Johannessen 2016). Stasjonnumra til dei grønne taka er 6.74 Langmyrgrenda, Oslo, 29.17 Grønt tak Sandnes, 56.9 Grønt tak Bergen og 123.132 Grønt tak Risvolla.

Eit anna LOD tiltak er å anleggja regnbed. Dette er eit felt i bakken med jordsmonn og vegetasjon som kan samla opp vatn frå til dømes takrenner, og som held lenge på vatnet. I Oslo er det eit slikt regnbed (forsøksfelt) som har instrumentering frå NVE og som fins same stad som det nemnte grønne taket (6.74 Langmyrgrenda). Også på Risvolla i Trondheim er det eit regnbed (123.113 Regnbed Risvolla). Etablering av desse regnbedda er skildra i Braskerud et al. 2013.

2 NVE sitt urbanstasjonsnettverk

NVE drifter i dag 9 urbanstasjonar i samarbeid med ulike kommunar og universitet (NTNU), og lokaliseringa til stasjonane er vist i Figur 2. I tillegg vert det drifta to referansestasjonar, 29.7 Gramstaddalen og 110.2 Draget. Desse er lokalisert i nærleiken av kvar sin urbanstasjon. Referansestasjonane har hatt naturlege nedbørfelt, og kan brukast til samanlikning med det urbaniserte feltet. Samarbeidskommunane våre er Bodø, Trondheim, Kristiansund, Bergen, Sandnes, Time, Kristiansand, Oslo og Ås.



Figur 2 Oversiktskart over dei urbanhydrologiske målestasjonane.

2.1 Drift av urbanstasjonar

Gruppa for urbanhydrologi er ei faggruppe i NVE, Hydrologisk avdeling. Den er for tida sett saman av sju personar. Fire av desse har ansvaret for datakontroll og rapportering på kvar sine stasjonar. To medlem tek seg av oppgraderingar og tekniske problem på stasjonane, og eit medlem er seksjonssjef. Gruppa diskuterer alle aktuelle spørsmål i samband med målestasjonane og fagfeltet urbanhydrologi.

Kvar urbanstasjon har ein ansvarleg felthydrolog. I tillegg har fastgruppa urban eit overordna ansvar for drift og datakontroll av dei ulike urbanstasjonane. Kven som er ansvarleg for dei ulike stasjonane finn ein i Tabell 1. *Ansvarleg felthydrolog* er den som har ansvaret for feltdrifta av stasjonen, medan *ansvarleg urbangruppa*, er den personen som sit i faggruppa urban og som også gjer datakontroll på stasjonen.

Tabell 1 Oversiktstabell over ansvarlege i NVE for dei ulike urbanstasjonane

Stasjon	Namn	Funksjon	Seksjon	Mobil	E-post
005.0017 Rustadskogen	Eydis Dalen	Ansvarleg urbangruppa og ansvarleg felthydrolog	HHD	41129353	eyda@nve.no
006.0012 Vestli	Fred Wenger	Ansvarleg urbangruppa og ansvarleg felthydrolog	HHD	41859366	fwe@nve.no
021.0049 Sømskleiva	Astrid Vatne	Ansvarleg urbangruppa	HHT	99775263	avat@nve.no
	Heidi Ryen	Ansvarleg felthydrolog	HHD	93416904	hry@nve.no
028.0011 Lye2	Eydis Dalen	Ansvarleg urbangruppa og ansvarleg felthydrolog	HHD	41129353	eyda@nve.no
029.0004 Aspervik	Eydis Dalen	Ansvarleg urbangruppa og ansvarleg felthydrolog	HHD	41129353	eyda@nve.no
056.0001 Sandsli	Fred Wenger	Ansvarleg urbangruppa	HHD	41859366	fwe@nve.no
	Leif Johnny Bogetveit	Ansvarleg felthydrolog	HHD	95290116	ljb@nve.no
110.0001 Karihola	Björg Lirhus Ree	Ansvarleg urbangruppa	HHT	99704687	bli@nve.no
	Aldo Dyrvik	Ansvarleg felthydrolog	HHD	91695118	aldo@nve.no
123.0038 Risvollan	Björg Lirhus Ree	Ansvarleg urbangruppa og ansvarleg felthydrolog	HHT	99704687	bli@nve.no
165.0011 Skivika	Astrid Vatne	Ansvarleg urbangruppa	HHT	99775263	avat@nve.no
	Stein-Even Fjellaksel	Ansvarleg felthydrolog	HHT	41105187	sefj@nve.no
Alle stasjonane	Frode Kvernhaugen	Support på instrumentering og datainnsamling	HHT	92811142	frk@nve.no
Alle stasjonane	Knut Møen	Support på instrumentering og datainnsamling	HI	91746908	kmm@nve.no

2.2 Standard urbanstasjon i NVE

Dei urbanhydrologiske stasjonane er alle fjernoverførte og måler data med fin tids- og parameteroppløysing. Alle data vert lagra på Hydra II, som er ein nasjonal database over hydrologiske og meteorologiske data knytt til vatn og vassføring (NVE 2016). Alle stasjonane måler vasstand, lufttemperatur og korttidsnedbør, i tillegg måler ein del stasjonar snøsmelting og luftfuktigheit. Under kvar einskild stasjon i Kapittel 3 Aktive urbanstasjonar, står det forklart kva parametarar som vert målt og kva tid måleserien byrja. Tabell 2 gjev ei oversikt over alle mogelege parametarar som vert målt på ein urbanstasjon, nemning og kva endearkiv dei skal ha på Hydra II. Hykval er arkivet for kvalitetskontrollerte data med tidsoppløysing finare enn eit døgn, medan Hytran er arkivet for ukontrollerte data. «Event» betyr hending som utløyer registrering av ein måleverdi. Eventlogging vart mogeleg etter logger-oppggraderinga som starta i 2014. Fram til dette var det vanlegast med minuttlogging på vasstand og lufttemperatur også.

Urbanstasjonane i NVE er i prinsippet bygd som i Figur 3, med ein korttidsnedbørmålar, lufttemperatursensor og snøsmeltebrett. Figur 4 Urbanstasjonen 56.1 Sandsli. Her ser ein snøsmeltebrettet, to nedbørmålarar (Plumatic til høgre og Lambrecht lengst bort) og lufttemperatursensor (øvt i biletet, på mast). Vassføringa vert målt over V-overløp eller crump-overløp, med flottør og/eller trykkceller for måling av vasstand i innløpsbassenget oppstraums profilet. På dei fleste stasjonar er måleinstrumentra plassert i eit stigerøyr/kum med god kommunikasjon med innløpsbassenget. Det er teoretiske kurver på alle urbanstasjonane, og på dei fleste lokalitetane er det vanskeleg å utføra tradisjonelle vassføringsmålingar. Dei fleste stasjonane har ei stasjonshytte over innløpsbassenget og måleprofilet, og sjølve stasjonen er inngjerda for å unngå hærverk på måleinstrumenta.

Alle stasjonane har ein Lambrecht nedbørmålar. Dette er ein vippekarsmålar, der eitt vipp gjev 0,1 mm nedbør. Nedbørmålaren har også eit varmeelement som har til føremål å tina snønedbør. Tidlegare var det Plumatic som var standard nedbørmålar på stasjonane, men denne var utan oppvarming. På nokre stasjonar går Plumatic-en som back-up målar i dag. Snøsmeltebrettet er 1,5 x 1,5 m stort, og har som føremål å måla regn og smeltevatn. Snøsmeltebrettet ligg i flukt med bakken, slik at snøen som normalt ville falle på denne staden, hamnar i snøsmeltebrettet. Nedbør og smeltevatn vert drenert ned i ein liten tank der volumendringa i tanken vert målt med flottør eller trykkcelle og rekna om til mm nedbør/snøsmelting.

Lufttemperatursensoren er plassert 2 m over bakken, har strålebeskyttar og står eit stykke vekk frå stasjonshytta. Dette for å unngå at sensoren vert ekstra oppvarma på grunn av direkte solstråling, eller påverka av varmestråling frå hytteveggen. Figur 4 er eit bilete med nedbørmålarar, snøsmeltebrett og lufttemperatursensor frå Sandsli målestasjon.

Tabell 2 Oversikt over ulike måleparametrar på urbanstasjonane, nemningar, loggarintervall og kva endearkiv dei skal ha i Hydra II.

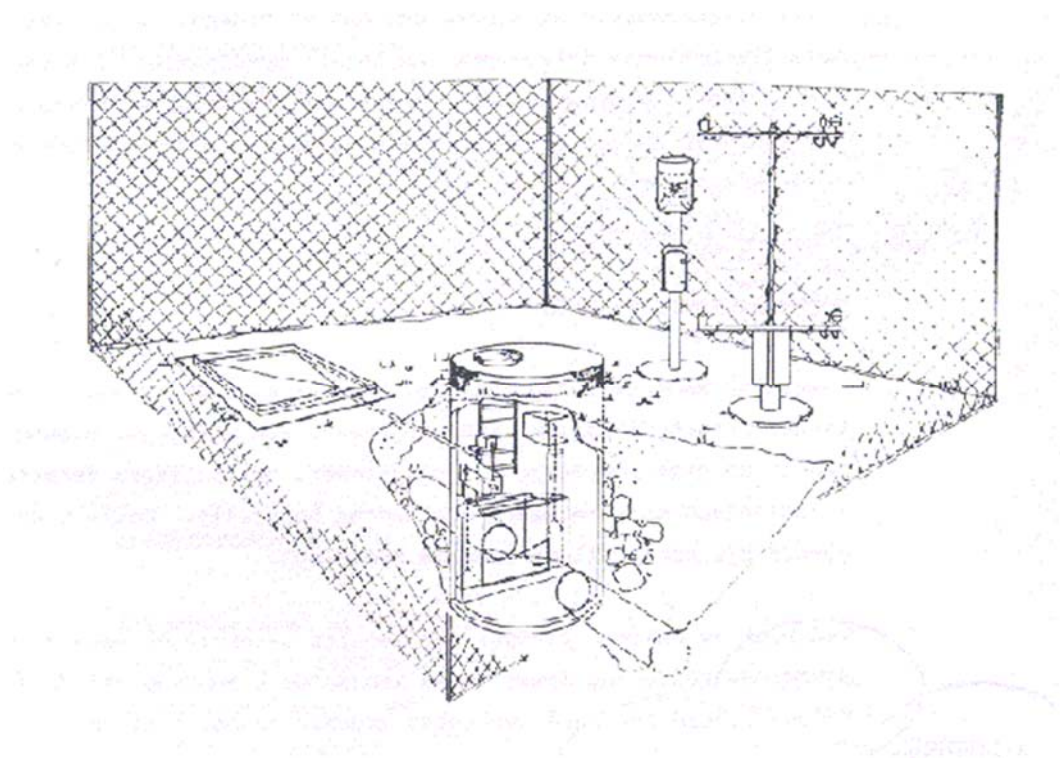
Parameter (kode)	Parameter (namn)	Eining	Loggeintervall – Event ¹	Arkiv
0	Nedbør	mm	Minutt (foreløpig er det ikkje teknisk mogeleg med Eventlogging).	Hykval
2	Luftfuktigheit	%	Kvar time	Hytran
17	Lufttemperatur	° Celsius	Event ved endring > 0,5 grad. (Kan variera frå stasjon til stasjon)	Hykval
1000	Vasstand	m	Event – når endring er > 2 mm + kvar time	Hykval
1003	Vasstemperatur ²	° Celsius	Kvar time	Hytran
2011	Smeltevatn & nedbør	mm	Vert ikkje målt direkte, men utrekna frå parameter 9300	Hykval
9104	Sekundær vasstand	m	Event – når endring er > 2 mm + kvar time	Hytran
9300	Nivå snøsmeltekar ³	mm akkumulert	Event – endring >2mm	Hykval I datakontrollen vert data gjort om til mm og flytta til parameter 2011 smeltevatn & nedbør. Det er denne som går til Hykval. 9300 kun på Hytran.
9301	Nedbør rådata ⁴	mm akkumulert	Event –endring> 0,1 mm	Hykval I datakontrollen vert akkumulert nedbør gjort om til mm og flytta til parameter 0 nedbør. Parameter 9301 ligg kun på hytran
9103	Batterispenning		Kvar time	Hytran
Kommunane kan få tilsendt data med den hyppigheita dei ynskjer på e-post. Nokon kommunar hentar også data direkte frå loggaren.				

¹ Dei fleste stasjonane har eventlogging, men på nokre er det fortsatt minuttlogging.

² Vasstemperaturen vert målt i stigerøyrret tilknytta overvasskanalen med unntak på Rustadskogen der ein har hatt problem med botnfrysing.

³ Ikkje alle urbanstasjonane har snøsmeltekar.

⁴ Tidlegare vart all nedbør først lagra som nedbør rådata, men no er det kun på nokon få stasjonar der dataflyten fortsatt går slik.



Figur 3 Oppbygging av ein urbanstasjon, med nedbørmålar, lufttemperatursensor, snøsmeltebrett og kulvert med måleprofil for registrering av vassstand.



Figur 4 Urbanstasjonen 56.1 Sandsli. Her ser ein snøsmeltebrettet, to nedbørmålarar (Plumatic til høgre og Lambrecht lengst bort) og lufttemperatursensor (øvtst i biletet, på mast).

2.3 Generelle utfordringar med drifta

På mange av stasjonane har ein hatt periodar med datatap på grunn av problem med kommunikasjon mellom loggar og datamottak. Urbanstasjonane samlar inn store mengder data, og fram til 2014 stod alle stasjonane med minuttslogging av til dømes vasstand. Dette medførte store datamengder og også problem med fulle kassetar og/eller loggarar etc. Sjølv om utstyret har vorte betre dei siste åra, er fortsatt utfordringa med datainnsamling til stades. Brot med loggar fører til datatap, som igjen medfører dårleg kvalitet på data. Loggarintervallet er endra frå minutt til event (som vist i Tabell 2), noko som har minska mengd data som vert henta inn, men ført til andre datatekniske utfordringar.

Vasstanden vert registrert med flottør eller trykceller. I nokre tilfelle ser ein at det er drift i sensorane som gjer at det vert gradvis større avvik mellom måleverdi og verkeleg vasstand.

Sediment som hopar seg opp i overløpet er eit anna problem. Dei hydrauliske føresetnadane for den teoretiske kurva er ikkje lenger korrekte dersom tilløpsbassenget er fullt av sediment sidan forholdet mellom vasstand og vassføring vert endra. Vassføringa vil då verta underestimert av di hastigheita gjennom aukar. Det kan også henda at sjølve sensoren for vasstand vert dekt av sediment slik at den gjev feil verdi. Vinterdata kan gå tapt på grunn av botnfrysing av stigerøyr og isoppstuving av profil.

Nokre av stasjonane har vore underdimensjonert slik at dei har for liten kapasitet i tilløpsbassenget. Andre stasjonar har for dåleg kapasitet i utløpet. Det er også døme på stasjonar der overvassnettet nedstraums har for liten kapasitet slik at ein får oppstuving og oversymjing ved flaum.

3 Aktive urbanstasjoner

I dette kapittelet vert kvar enkelt stasjon omtala med samarbeidspartnarar og kontaktpersonar, litt historikk for stasjonen og informasjon om nedbørfeltet. Det er også beskrive kva profil det er på stasjonen og kva data som vert samla inn for kvar målestasjon. Bilete frå kvar enkelt stasjon er også tekne med, i tillegg til flyfoto over nedbørfeltet og kart over leidningsnett.

Feltareal, urbanprosent og andel tette flater er omtrentlege verdier. Nokre felt er under utbygging og då endrar desse verdiane seg. Urbanprosent er den delen av eit nedbørfelt (i prosent) som er utbygd, eller på anna måte har fått endra den naturlege karakteren. På nokre stasjonar manglar opplysningar om prosentdel tette flater. Tala er omtrentlege og bør ikkje brukast i analysar og utrekningar.

005.0017 Rustadskogen

Samarbeidspartnar: Ås kommune

Namn	Funksjon	Mobil	E-post
Lars Buhler	Kontaktperson Ås kommune	90785822	Lars.Buhler@as.kommune.no
Lars Buhler	Observatør	90785822	Lars.Buhler@as.kommune.no
Eydis Dalen	Ansvarleg urbangruppa og ansvarleg felthydrolog	41129353	eyda@nve.no
Frode Kvernhaugen	Support på instrumentering og datainnsamling	92811142	frk@nve.no

Historikk: Målingane på Rustadskogen starta i 1973, i samband med prosjektet PRA 4.2: *Urbaniseringens innvirkning på avrenningsforholdene i små nedbørfelt* (Tollan 1974). I starten var kvaliteten på data varierende, men dette har vorte betre dei siste åra. Stasjonen har gått frå å berre registrera vasstand og nedbør, til å registrera nedbør, vasstand, lufttemperatur, luftfuktigheit og snøsmelting. Fram til 15/8 2003 var vasstandar over 40 cm oppstuvane, og bør ikkje nyttast i flaumanalysar.

Det er skrive fleire masteroppgåver med data frå Rustadskogen, blant dei Buhler (2013).

Lokalitet: Stasjonen høyrer til Skuterudfeltet, og ligg plassert ned mot jordet, like ved sida av Ås kommune sitt pumpehus. Stasjonen ligg 125 m.o.h.

Feltareal: 0,244 km². Urbanprosent: 100 %. Impermeable flater: ca 25 %.

Profil og vassføringskurve: Overløpsterskel med V-profil. Vassføringskurve basert på teoretisk samanheng mellom vasstand og vassføring.

Utfordringar: Datakommunikasjon

Oppgradering/anbefalingar:

Instrumentering og måleparameter:

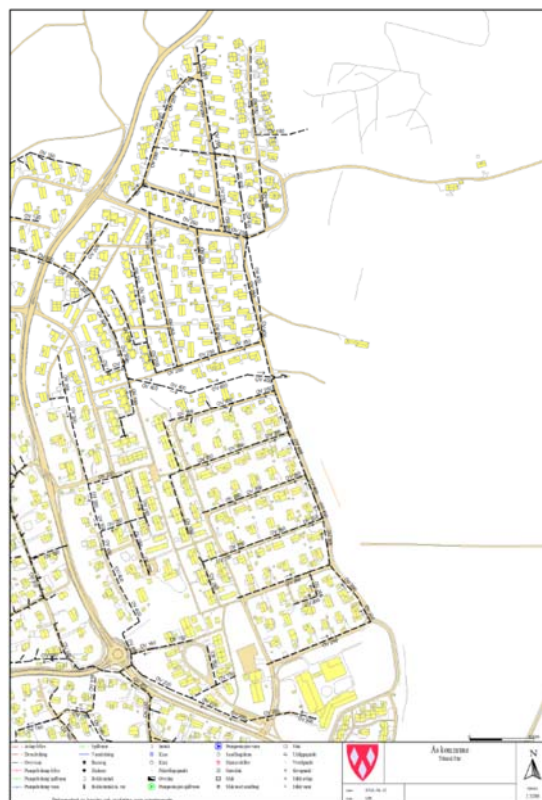
	Måleparameter	Måleperiode	Kommentar
0	Nedbør	19.04.1974 – d.d.	Frå 14.12.2004 er nedbør målt med vippepluviograf med oppvarming. Dette for å få betre vinterdata. Tidlegare måleinstrument (Plumatic) var ikkje oppvarma. Plumatic går fortsatt som back-up.
2	Relativ luftfuktigheit	19.02.2013 – d.d.	
17	Lufttemperatur	20.06.1986 – d.d.	
1000	Vasstand	03.10.1973 – d.d.	
2011	Smeltevatn og nedbør	26.03.1984 – d.d.	Med varmekabel i snøsmeltebrettet frå 17.01.2008
Dataloggar: Sutron 9210-B. Faststrøm. Dataoverføring via GPRS.			



Figur 5 Urbanstasjonen 5.17 Rustadskogen. Stasjonen har mellom anna to nedbørmålarar (Plumatic og Lambrecht).



Figur 6 Flybilde som viser nedbørfelt på Rustadskogen
Kjelde: Ås kommune



Figur 7 Kart som viser bustadområde og ledningsnett
på Rustadskogen. Kjelde: Ås kommune.

006.0012 Vestli

Samarbeidspartner: Oslo kommune

Namn	Funksjon	Mobil	E-post
	Kontaktperson Oslo kommune		
Erik Øyen	Observatør		erik.oyen@vav.oslo.kommune.no
Fred Wenger	Ansvarleg urbangruppa og ansvarleg felthydrolog	41859366	fwe@nve.no
Frode Kvernhaugen	Support på instrumentering og datainnsamling	92811142	frk@nve.no

Historikk: Stasjonen vart etablert i 1974 i samband med prosjektet PRA 4.2: *Urbaniserings innvirkning på avrenningsforholdene i små nedbørfelt* (Tollan 1974). Stasjonen vert driven i samarbeid med Oslo kommune.

Det er skrive fleire masteroppgåver med data frå Vestli, blant dei Brennhovd (2014).

Lokalitet: Stasjonen ligg i bustadområdet Vestli nordaust i Oslo kommune. Stasjonen er oppå eit overvassrøyr som renn ut i Tokerudbekken. Stasjonen ligg 155 m.o.h.

Feltareal: 0,384 km². Urbanprosent: 89 %. Impermeable flater: 30 %.

Profil og vassføringskurve: Overløpsterskel med V-profil. Vassføringskurve basert på teoretisk samanheng mellom vasstand og vassføring.

Utfordringar: Det er visse problem med sedimentering i innløpsbassenget. Dessutan at nedbørmålaren får lauv og liknande i seg, som tettjar han til.

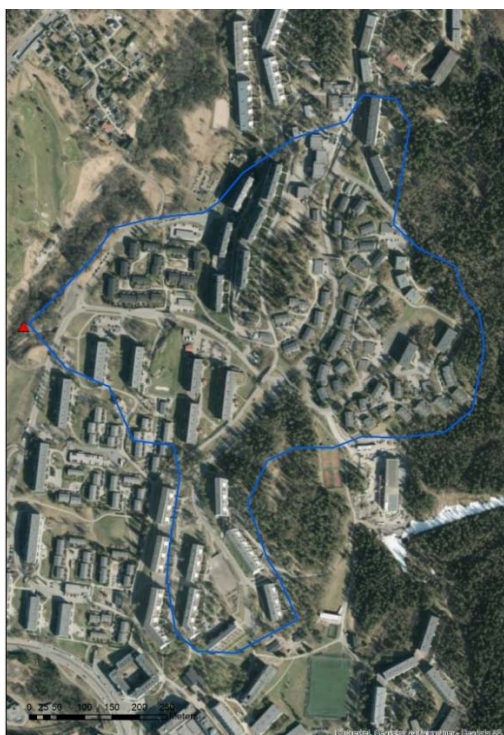
Oppgradering/anbefalingar: Vurdera oppgradering av el-anlegg, gjere vassføringsmålingar

Instrumentering og måleparameter:

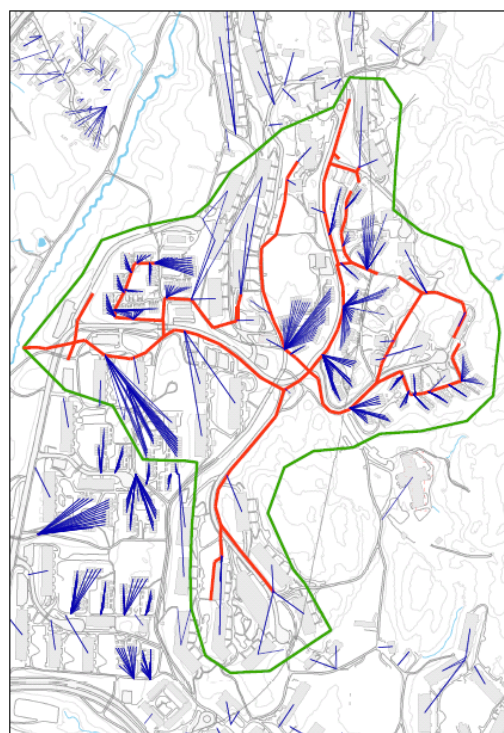
	Måleparameter	Måleperiode	Kommentar
0	Nedbør	18.04.1974 – d.d.	Frå 04.07.2013 er nedbør målt med vippepluviograf med oppvarming. Dette for å få betre vinterdata. Tidlegare måleinstrument (Plumatic) var ikkje oppvarma.
17	Lufttemperatur	26.03.1992 – d.d.	
1000	Vasstand	21.02.1974 – d.d.	
Dataloggar: Sutron 9210. Faststrøm. Dataoverføring via GPRS.			



Figur 8 Målestasjonen på Vestli



Figur 9 Flybilde over nedbørfeltet til Vestli (markert med blått). Målestasjonen er markert med raud trekant. Kjelde for nedbørfeltet: VAV, Oslo kommune.



Figur 10 Overvassnettet på Vestli. Målestasjonen er markert med raudt punkt. Større overvassrøyr er vist med raud strek og grensa for dreneringsområdet med grøn strek. Kjelde: VAV, Oslo kommune.

021.0049 Sømskleiva

Samarbeidspartner: Kristiansand kommune

Namn	Funksjon	Mobil	E-post
Dag Bruun Tobiassen	Kontaktperson Kristiansand kommune		dag.bruun.tobiassen@kristiansand.kommune.no
Astrid Vatne	Ansvarleg urbangruppa	99775263	avat@nve.no
Heidi Ryen	Ansvarleg felthydrolog	93416904	hry@nve.no
Frode Kvernhaugen	Support på instrumentering og datainnsamling	92811142	frk@nve.no

Historikk: Stasjonen vart etablert 1974 i samband med prosjektet *Urbaniseringens innvirkning på avrenningsforholdene i små nedbørfelt* (Tollan 1974). Den vert drifta i samarbeid med Kristiansand kommune. Vassføringsdata før august 2000 er stort sett ubrukelege på grunn av overkritisk straumningsforhold (Petersen-Øverleir, 2002a). Dette vart utbetra i august 2000 då det vart montert ein skjerm i tilløpskanalen. I følge kommunen sin kontaktperson har det vore lite utvikling i bustadområde i tida stasjonen har vore aktiv.

Lokalitet: Stasjonen ligg i bustadområdet Søm på Oddesnes, aust for Kristiansand sentrum. Stasjonen ligg 15 m.o.h.

Feltareal: 0,24 km². Urbanprosent: ca. 85 %. Impermeable flater: ca. 20 % (estimert då stasjonen vart oppretta i 1974. I følge kommunen har det vore små endringar sidan den tid).

Profil og vassføringskurve: Overløpsterskel med V-profil. Vassføringskurve basert på teoretisk samanheng mellom vasstand og vassføring. Det er ikkje utført vassføringsmålingar for å verifisere kurva.

Utfordringar: Mykje vegetasjon rundt stasjonen kan påverke nedbørmålingar. Opphoping av sediment oppstrøms V-profil kan påverke relasjonen mellom vasstand og vassføring. Observatør og felthydrolog fjernar sediment i innløpsbassenget regelmessig.

Oppgradering/anbefalingar: Det bør utførast vassføringsmålingar for å verifisere/korrigere kurva.

Instrumentering og måleparameter:

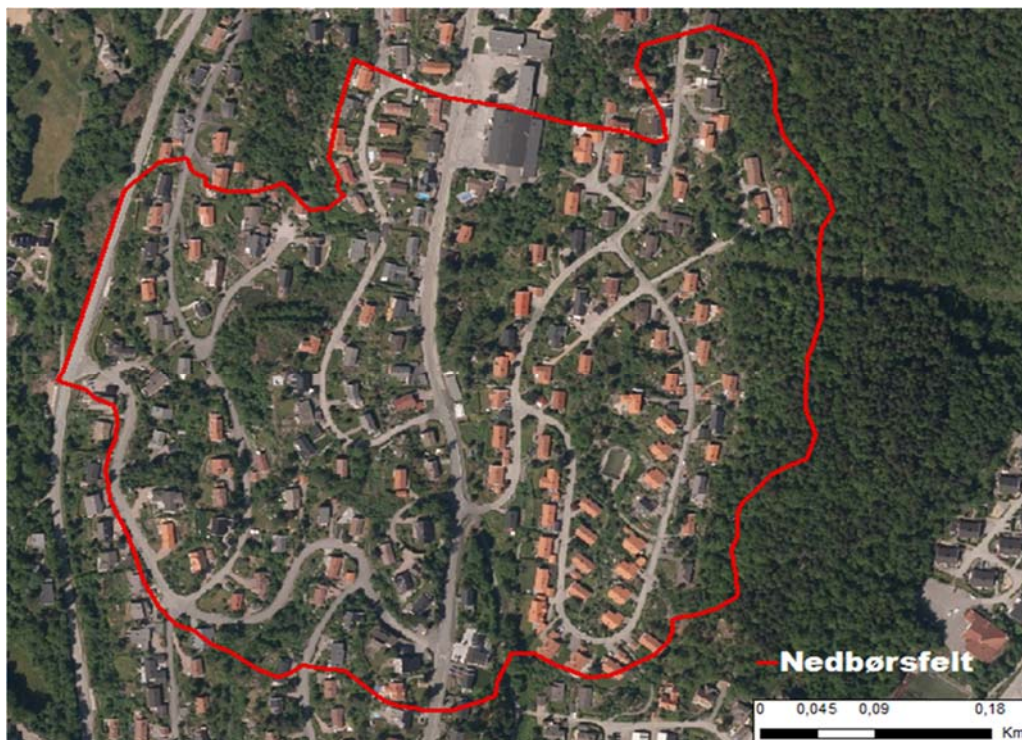
	Måleparameter	Måleperiode	Kommentar
0	Nedbør	27.11.1974 – d.d.	Frå 21.09.2004 er nedbør målt med vippepluviograf med oppvarming. Dette for å få betre vinterdata. Tidlegare måleinstrument (Plumatic) var ikkje oppvarma.
17	Lufttemperatur	13.08.1999 – d.d.	
1000	Vasstand	27.11.1974 – d.d.	
Dataloggar: Sutron 9210-B. Faststrøm. Dataoverføring via GPRS.			



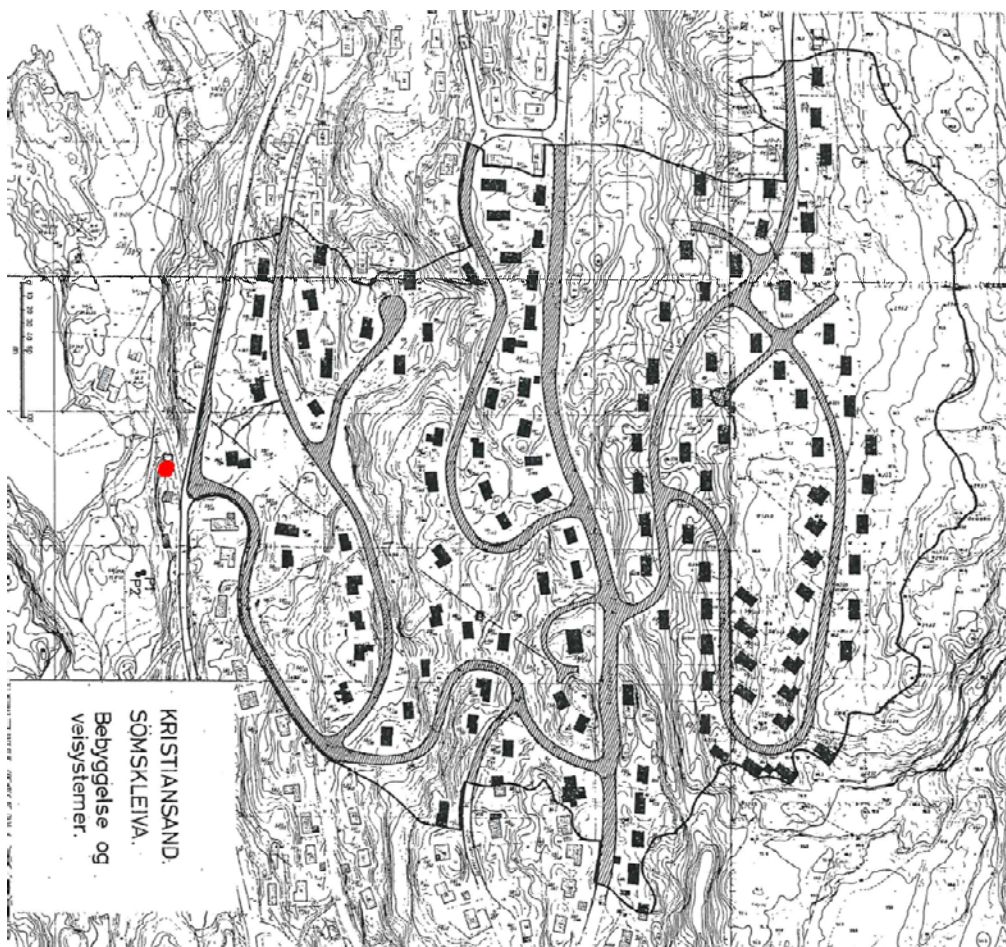
Figur 11 Fjerning av sediment frå overløpet.



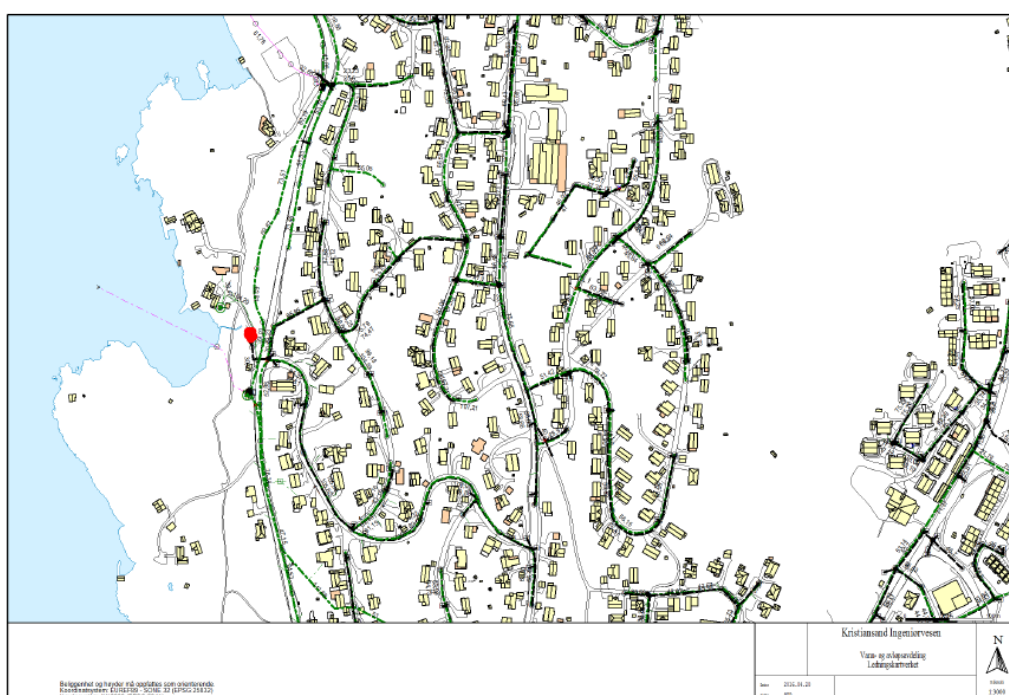
Figur 12 Målestasjonen på Sømkleiva.



Figur 13 Flyfoto over nedbørsfelt til 21.49 Sømkleiva. Grenser for nedbørsfelt er teikna ut frå opplysningar frå topografisk kart samt opplysningar frå kommunen om ledningsnettet.



Figur 14 Kart frå 1974 som viser grensene for nedbørfeltet til 21.49 Sømkleiva, samt bustadar og vegsystem. Kartet er rotert for lettare samanlikning med nyare kart.



Figur 15 Kart frå 2016 som viser ledningsnett av overvassledningar (svart) og spillvatn (grøn). Stasjonen er merka med raudt punkt. Kjelde: Kristiansand kommune.

028.0011 Lye 2

Samarbeidspartner: Time kommune

Namn	Funksjon	Mobil	E-post
Arild Salte	Kontaktperson Time kommune	99427140	arild.salte@ivar.no
Erik Bjørnvoll	Observatør		erik.bjornvoll@ivar.no
Eydis Dalen	Ansvarleg urbangruppa og ansvarleg felthydrolog	41129353	eyda@nve.no
Frode Kvernhaugen	Support på instrumentering og datainnsamling	92811142	frk@nve.no

Historikk: Lye 2 vart oppretta då Lye 1 (som låg litt lenger opp i byggefeltet) måtte flyttast på grunn av hærverk. Ein starta registreringar av vasstand i 1983, men på grunn av ein del databrot, vart kvaliteten på data først gode på nitti-talet. Nedbørmålingane starta i 1994 og er av OK kvalitet.

Lokalitet: Lye 2 ligg på eit jorde, like nedanfor Lye bustadfelt. Stasjonen ligg 95 m.o.h.

Feltareal: 4,4 km². Urbanprosent: ca. 40 %. Impermeable flater:

Profil og vassføringskurve: Overløpsterskel med V-crump. Vassføringskurve basert på teoretisk samanheng mellom vasstand og vassføring.

Utfordringar: Gjengroing av profil, særleg i tilløpskanalen. Datakommunikasjon, mista ein del data på grunn av kommunikasjonsfeil. Uoppvarma Lambrecht som fører til usikre vinterdata.

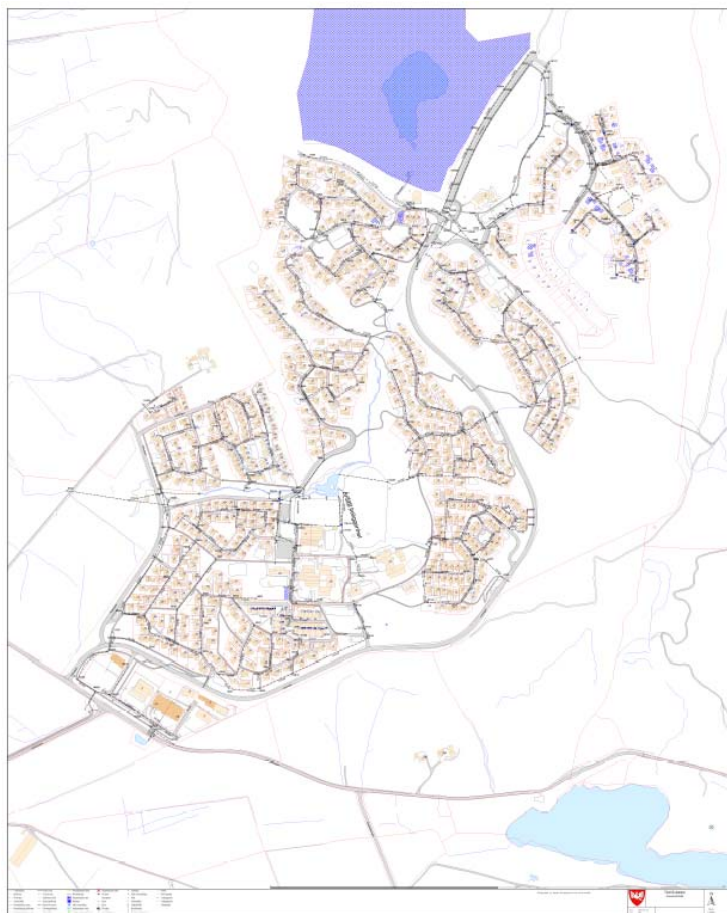
Oppgradering/anbefalingar: Følgja med på gjengroing i tilløpskanal.

Instrumentering og måleparameter:

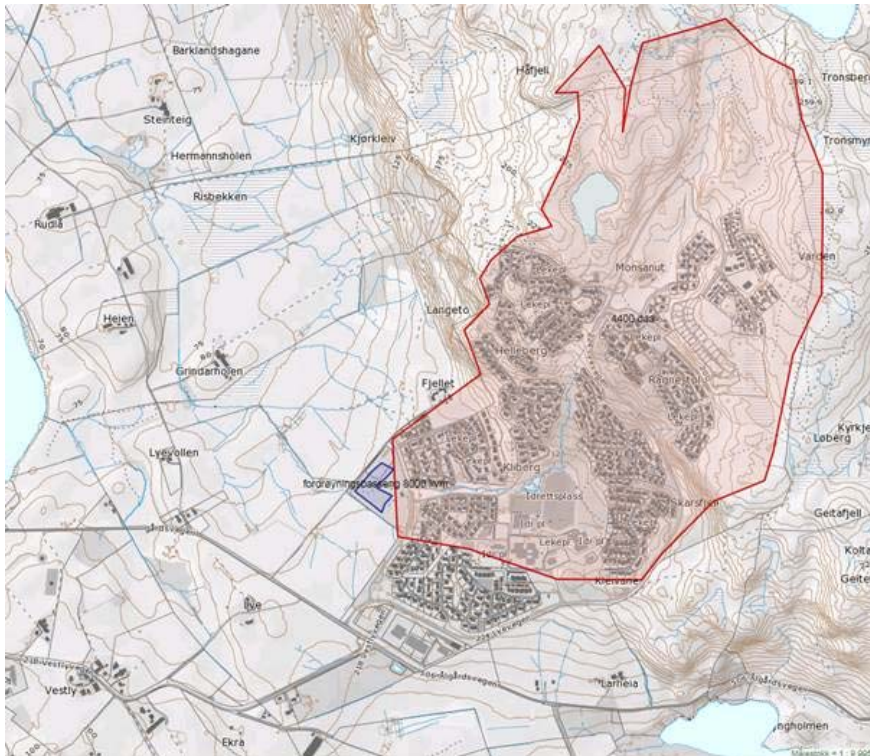
	Måleparameter	Måleperiode	Kommentar
0	Nedbør	05.08.1994 – d.d.	Frå 2012 er nedbør målt med Lambrecht. Både Plumatic og Lambrecht nedbørmålarane er utan oppvarming
17	Lufttemperatur	07.07.1997 – d.d.	
1000	Vasstand	01.08.1983 – d.d.	Vert målt både med flottør og trykkcella
Dataloggar: LogoSens. Solcellepanel. Dataoverføring via GPRS.			



Figur 16 Bilete over Lye 2 urbanstasjon, med nedbørmålar, lufttemperatursensor og crump-overløp



Figur 17 Ledningsnettet på Lye 2. Kjelde: Time kommune.



Figur 18 Nedbørfeltet (det naturlege) på Lye 2. Mest alt overvatnet frå Lye renn ut i målestasjonen med unntak av noko heilt sør i feltet. Kjelde: Time kommune/IVAR

029.0004 Aspervik

Samarbeidspartner: Sandnes kommune

Namn	Funksjon	Mobil	E-post
Kirsten Vike	Kontaktperson Sandnes kommune	98657036	kirsten.vike@sandnes.kommune.no
Jone Aaslestad	Observatør		jone.aaslestad@sandnes.kommune.no
Eydis Dalen	Ansvarleg urbangruppa og ansvarleg felthydrolog	41129353	eyda@nve.no
Frode Kvernhaugen	Support på instrumentering og datainnsamling	92811142	frk@nve.no

Historikk: Aspervik klima (29.1), var ein av dei første urbanstasjonane som vart etablert. I 1972 starta ein med vasstandsregistreringar, og i 1974 vart også nedbørsmåling etablert. I 2002 vart stasjonen flytta eit par hundre meter. Den nye stasjonen var ferdig bygd og iverksatt den 08.02.2002 med stasjonsnamn 29.4 Aspervik. I 2008 vart det montert ein ny Lambrecht med varme, for registrering av nedbør.

Etter at stasjonen vart flytta i 2002, syntet seg raskt at kulverten nedstraums crump-overløpet hadde for liten kapasitet, og vasstandar mellom 30 – 50 cm vart oppstuvast (litt avhengig av intensiteten på avrenninga). I 2013 vart dette forsøkt utbetra av kommunen, og slukeevna skal no vera betre.

Dårleg kapasitet på kulverten, resulterte også i at karet som registrerte smeltevatn drukna ved høg vassføring. Registreringane av smeltevatn har difor ikkje vore kontinuerlege sidan oppstart. Frå 2013 ser det ut som problemet er løyst.

Lokalitet: Stasjonen ligg i nedre del av byggefeltet på Aspervik, like ved vegen, ved sida av Rema 1000. Stasjonen ligg 20 m.o.h.

Feltareal: 0,84 km². Urbanprosent: ca. 25-30 %. Impermeable flater: ca 20 %

Profil og vassføringskurve: Overløpsterskel med V-Crump frå 09.02.2002. (V-profil fram til 02.06.1983, deretter er stasjonen flytta og starta på nytt med crump-overløp 22.06.1983). Vassføringskurve basert på teoretisk samanheng mellom vasstand og vassføring.

Utfordringar: Oppstuvast ved vasstand > 50 cm og stor hastigheit på vatnet, forsøkt utbetra i 2013.

Oppgradering/anbefalingar: Følgja godt med på om det fortsatt er problem med oppstuvast av vasstand.

Instrumentering og måleparameter:

	Måleparameter	Måleperiode	Kommentar
0	Nedbør	09.02.2002 – d.d. 20.06.1974 – 09.02.2002	Frå 09.02.2002 er nedbør målt med vippepluviograf med oppvarming. Dette for å få betre vinterdata. Tidlegare måleinstrument (Plumatic) var ikkje oppvarma. Registreringane før 2002 er frå Aspervik klima.
2	Luftfuktigheit	16.03.2013 – d.d.	
17	Lufttemperatur	09.02.2002 – d.d.	
1000	Vasstand	18.08.1972 – 09.02.2002 09.02.2002 – d.d.	Vasstand før 2002 er frå 29.1 Aspervik klima.
2011	Smeltevatn og nedbør	08.03.1988 – 01.01.1994 01.09.2002 – 06.08.2004 16.09.2013 – d.d.	Denne parameteren vart ikkje henta inn ein periode grunna drukning. Utbetring av stasjonen i 2013 har betra situasjonen litt
Dataloggar: Sutron 9210. Faststrøm. Dataoverføring via GPRS.			



Figur 19 Stasjonen på Aspervik. Snøsmeltebrett i forgrunnen.



Figur 20 Kart med nedbørfelt og overvassnett på Aspervik.
Kjelde: Sandnes kommune.



Figur 21 Flybilde med nedbørfelt. Kjelde: Sandnes kommune.

056.0001 Sandsli

Samarbeidspartner: Bergen kommune

Namn	Funksjon	Mobil	E-post
Marit Aase	Kontaktperson Bergen kommune	90689862	marit.aase@bergen.kommune.no
Geir Gjøstein	Observatør	91307369	geir.gjostein@bergen.kommune.no
Fred Wenger	Ansvarleg urbangruppa	41859366	fwe@nve.no
Leif Johnny Bogetveit	Ansvarleg felthydrolog	95290116	ljb@nve.no
Frode Kvernhaugen	Support på instrumentering og datainnsamling	92811142	frk@nve.no

Historikk: Stasjonen vart etablert i 1982 i samarbeid mellom Bergen kommune, NTH (NTNU) og NVE. Data frå denne stasjonen og andre i Bergen har vore brukt i ei rekkje master- og diplomoppgåver ved NTNU, truleg over 20.

Lokalitet: Stasjonen ligg i området Sandsli i Bergen kommune, like ved Bergen lufthamn. Stasjonen ligg 40 m.o.h.

Feltareal: 0,08 km². Urbanprosent på ca. 50 %. Impermeable flater: ca. 29 %.

Profil og vassføringskurve: Overløpsterskel med V-profil. Vassføringskurve basert på teoretisk samanheng mellom vasstand og vassføring.

Utfordringar: Nokre problem med sedimentering i innløpsbassenget, og mistanke om liten lekkasje frå overvassrøyrret.

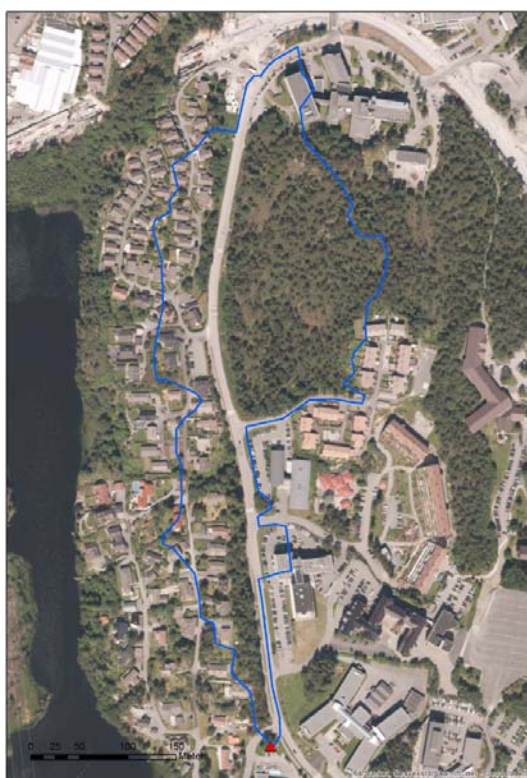
Oppgradering/anbefalingar:

Instrumentering og måleparameter:

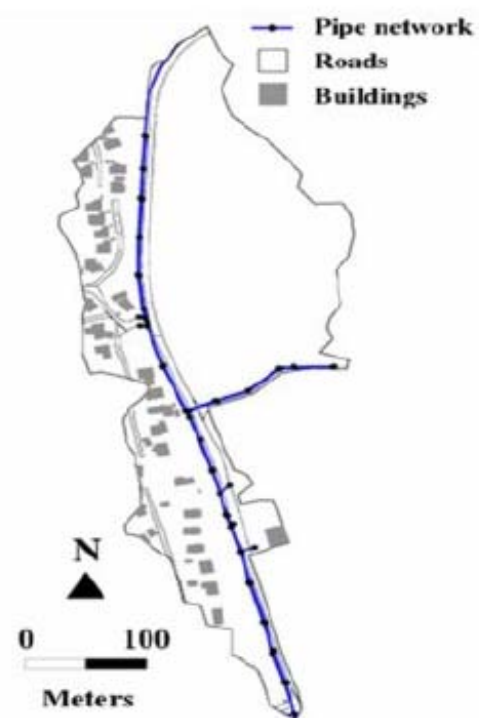
	Måleparameter	Måleperiode	Kommentar
0	Nedbør	18.01.1989	Frå 28.11.2001 er nedbør målt med vippepluviograf med oppvarming. Dette for å få betre vinterdata. Tidlegare måleinstrument (Plumatic) var ikkje oppvarma.
17	Lufttemperatur	16.10.1989	
1000	Vasstand	29.02.1984	
2011	Smeltevatn og nedbør	11.01.1994	
Dataloggar: Sutron 9210. Faststrøm. Dataoverføring via GPRS.			



Figur 22 Målestasjonen på Sandsli.



Figur 23 Flybilde over nedbørfeltet til Sandsli (markert med blått). Målestasjonen er markert med raud trekant.



Figur 24 Kart over overvassnettet på Sandsli (markert med blått). Kjelde: Matheussen 2006.

110.0001 Karihola

Samarbeidspartner: Kristiansund kommune

Namn	Funksjon	Mobil	E-post
Thor Magne Hasselø	Kontaktperson Kristiansund kommune	71574205	thor.hasselo@kristiansund.kommune.no
Kristiansund kommune	Observatør		
Aldo Dyrvik	Ansvarleg felthydrolog	91695118	aldo@nve.no
Björg Lirhus Ree	Ansvarleg urbangruppa	99704687	bli@nve.no
Frode Kvernhaugen	Support på instrumentering og datainnsamling	92811142	frk@nve.no

Historikk: Urbanstasjon etablert i februar 1973 i samband med prosjektet PRA 4.2: *Urbaniseringens innvirkning på avrenningsforholdene i små nedbørfelt* (Tollan 1974). Hovudårsaka til etableringa var eit ynskje om å styrke det hydrologiske grunnlaget for utrekning av overvassanlegg for Vestlandet og Kristiansund. Karihola var ved etablering nesten ikkje utbygd, men nedbørfeltet har i dag rekkehus og lavblokker. Eit samanliknande felt, 110.2 Draget, vart etablert i Kristiansund i 13.02.1973. Dette feltet var naturleg og hadde nesten ikkje bygningar eller infrastruktur før utbygging av området starta i 2008 - 2012. Restfeltet (ca 1/3 av opprinneleg nedbørfelt på 0,185 km²) til Draget er fortsatt naturleg.

Figur 29 viser kvar stasjonen 110.2 Draget er lokalisert i forhold til 110.1 Karihola.

Døme på masteroppgåver med data frå Karihola er Dyrnes 2007 og Bjordal 1998.

Lokalitet: Stasjonen ligg i Karihola i Kristiansund kommune. Stasjonen ligg 8 m.o.h.

Feltareal: 0,294 km². Det naturlege nedbørfeltet var 0,225 km², men arealet auka etter utbygging. Utbygginga skjedde i perioden 1975-1980. Urbanprosent: 50 %. Impermeable flater: ca. 29 %.

Profil og vassføringskurve: Overløpsterskel med V-profil. Vassføringskurve basert på teoretisk samanheng mellom vasstand og vassføring.

Kommentar i Årsrapport frå 2002 (Petersen-Øverleir 2003) om at eksponent i øvre segment i vassføringskurva truleg er for låg. Vassføringskurva bør reviderast, og at det om mogeleg bør utførast vassføringsmålingar.

Utfordringar: Peterson- Øverleir 2002 har kommenter at det på grunn av fleire brot ikkje var tilfredstillande kvalitet før etter 1986 (avløp) og 1989 (nedbør). Stasjonen vart oppgradert med Lambrecht nedbørmåler og fjernoverføring i 2006.

Kommentar i årsrapport 2002 (Petersen-Øverleir 2003) om at det var store avvik mellom nedbørmåler og snøsmeltebrettet i 2002. Dette verka å vera eit gjennomgåande problem, og det er antydning at snøsmeltebrettet ikkje gjev korrekte data. Gjennomgang av historiske data for å vurdere datakvalitet er nødvendig.

Oppgradering/anbefalingar: Revisjon av vassføringskurva. Gjennomgang og kvalitetssikring av historiske data.

Instrumentering og måleparameter:

	Måleparameter	Måleperiode	Kommentar
0	Nedbør	27.09.1973 – d.d.	Frå 24.05.2006 er nedbør målt med vippepluviograf med oppvarming. Dette for å få betre vinterdata. Tidlegare måleinstrument (Plumatic) var ikkje oppvarma.
17	Lufttemperatur	24.02.1987 – d.d	Strålebeskyttar montert mai 1998.
1000	Vasstand	13.02.1973 – d.d	
2011	Smeltevatn og nedbør	03.01.1994 – d.d	Gjennomgåande kommentar om usikre data på smeltevatn og nedbør. Data må kvalitetssikrast
Loggar Sutron 9210, faststraum. Dataoverføring via GPRS			



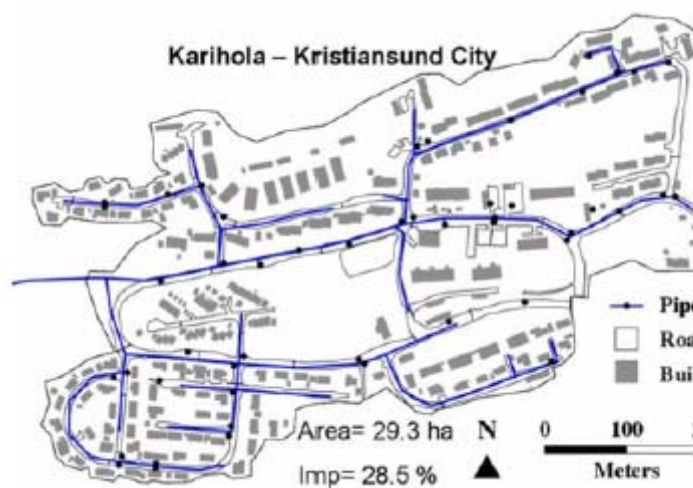
Figur 25 Oversiktsbilete over Karihola og delar av nedbørfeltet. Det er lagt ein raud sirkel rundt stasjonen.



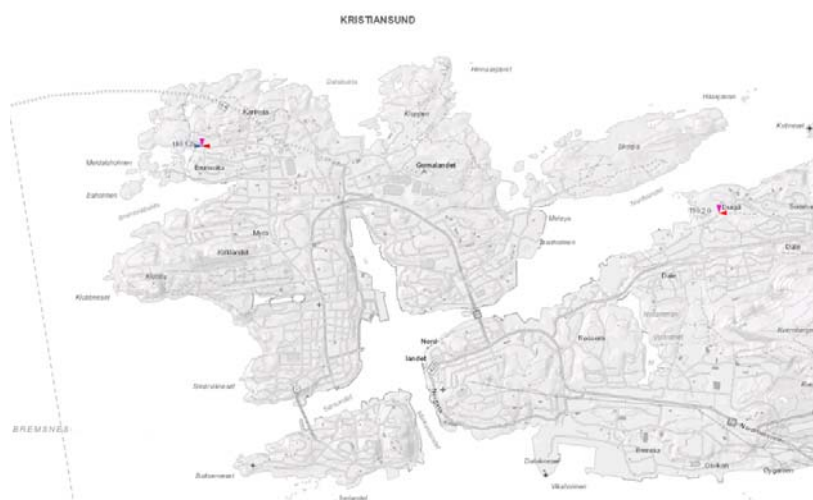
Figur 26 Nedbørmåler, snøsmeltebrett og temperatursensor er lokalisert innanfor eit gjerde



Figur 27 Profil og resterande instrumentering med loggar, snøsmeltekar og trykceller er lokalisert under bakken. Tilkomst via kumlok.



Figur 28 Skisse over nedbørfeltet til Karihola frå 2008. (Kjelde: www.hydro.washington.edu 2008). Det er ikkje gjort nokon endringar i nedbørfeltet av nyare dato.



Figur 29 Oversiktskart som viser plasseringa av målestasjonen 110.1 Karihola og 110.2 Draget. 110.2 Draget er eit naturleg nedbørfelt. Desse to stasjonane kan brukast til å sjå på variasjonar i avrenningsmønster mellom eit urbant nedbørfelt og eit naturleg nedbørfelt

123.0038 Risvollan

Samarbeidspartnar: Trondheim kommune og NTNU

Namn	Funksjon	Mobil	E-post
Olav Nilsen	Kontaktperson Trondheim kommune kommunaldridt	95271355	olav.nilssen@trondheim.kommune.no
Frank Batey	Kontaktperson Trondheim kommune bydrift	46805782	frab@trondheim.kommune.no
Tone Muthanna	Kontaktperson NTNU	73594745	tone.muthanna@ntnu.no
Anine Dragset, student NTNU	Observatør, student NTNU	40294131	anine.drageset@gmail.com
Björg Lirhus Ree	Ansvarleg urbangruppa og ansvarleg felthydrolog	99704687	bli@nve.no
Frode Kvernhaugen	Support på instrumentering og datainnsamling	92811142	frk@nve.no

Historikk: Risvollan urbanstasjon vart etablert som et samarbeid mellom Trondheim kommune, NTNU og NVE og stasjonen vart sett i drift 1. september 1986. Hovudårsaka til etableringa var eit ynske om å styrke innsamling av urbanhydrologiske data med høg oppløysing gjennom heile året, og ha eit spesielt fokus på data frå den kalde årstida. NTNU ønska også å etablere urbanstasjon og felt med sikte på forskning og undervisning i urbanhydrologi.

Stasjonen har instrument for korttidsnedbør, snøsmeltebrett (få år seinare), lufttemperatur og vassføring. I tillegg har det periodevis vorte målt solinnstråling, vindhastigheit og vindretning. Sveinn T. Thorolfsson, NTNU, har vore den drivande krafta bak etableringa og drifta av stasjonen. NVE har ansvar for instrumentering, datainnsamling og kontroll av data frå stasjonen. NTNU har ansvar for observatørtenesta og Trondheim kommune har ansvar for vedlikehald av stasjonen.

Data frå stasjonen har vore brukt i Ph.D.-forskning til eksempelvis Nordberg (2007), Matheussen (2004), Linmei (2004), Risholt (2000) og Lei (1996) og som basis for fleire forskingsprosjekt og papers. Data herifrå er også brukt i mange studentprosjekt, diploma- og Masteroppgaver (til dømes Sveen 2014). Stasjonen er eit populært ekskursjonsmål for studentar i urbanhydrologi og VA-teknikk ved NTNU.

Stasjonen 123.27 Blakli var ein urbanstasjon som låg i nedbørfeltet til Risvollan (1974 – 1985), men den vart lagt ned og erstatta av 123.38 Risvollan då den gav veldig usikre flomdata.

I 2010 vart det etablert eit regnbed (stasjon 123.113 Risvollan regnbed) i nedbørfeltet. Dette er eit samarbeidsprosjekt mellom NVE, Trondheim kommune og NTNU og ein finn meir informasjonen om etablering av anlegget i Braskerud 2013.

I 2014 vart eit grønt tak konstruert på Risvollan (stasjon 123.132 Grønt tak Risvollan). Også dette er eit samarbeidsprosjekt, og partane er Risvollan borettslag, NVE, Trondheim kommune, NTNU og Fremtidens byer.

Lokalitet: Stasjonen ligg i Trondheim kommune på Risvollan i Risvollan borettslag, 80 m.o.h.

Feltareal: 0,196 km². Urbanprosent: ca. 60 %. Impermeable flater: ca 26 %.

Profil og vassføringskurve: V-overløp, V=100.7°, GRH= 0.70 m, B= 1.40 m, Det kunstige profilet vart oppmålt 1987.

Det er problem med oppstuvning/for låg kapasitet i nedstraums røyrgate ved vassføring > 0,35 m³/s (vasstand > 0,53 m). Dette svarar til flaum med gjentaksintervall 2-3 år. Når vasstanden > 0,75 m går vatnet over golvet på stasjonen. Stasjonen har drukna/vorte oversvømt ein del gonger.

Det vart gjort ei utbetring nedstraums i overgangen mellom Ø 0,8m og Ø 0,6 m 1/6-2000. Det er usikkert kor stor effekt dette har hatt, då stasjonen har vorte oppstuva/oversvømt gjentatte gonger etter dette (seinast 27.08.2015, 10.07.2014). Flaumdata frå stasjonen er difor veldig usikre.

Utfordringar: Stasjonen har drukna/vorte oversvømt ved ein del anledningar, og gjev veldig usikre flaumdata. Antatt oppstuvning ved vassføring > 350 l/s (vasstand > 0,53 cm).

Oppgradering/anbefalingar: Trondheim kommunen skal oppgradera overvassnettet nedstraums stasjonen i 2016, noko som forhåpentlegvis vil fjerna oppstuvingsproblemet.. Det er sett i gang eit arbeid for å sjå på hydrualikken gjennom stasjonen og moglege tiltak for å betra kapasiteten då ein antek at denne også er for liten til å få målt dei største flaumhendingane.

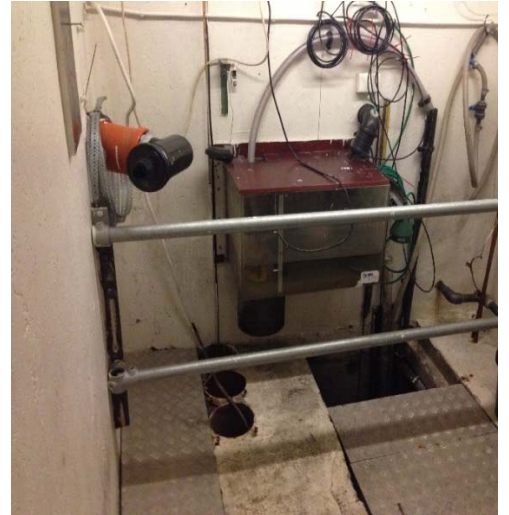
Instrumentering og måleparameter:

NTNU og NVE har dublert instrumentering på ein del av måleparametrane. NTNU måler i tillegg avløpet som renn parallelt med overvatnet gjennom stasjonen, og samlar inn ein del klimaparametrar som innstråling og luftfuktigheit. Avløpet har crump-profil.

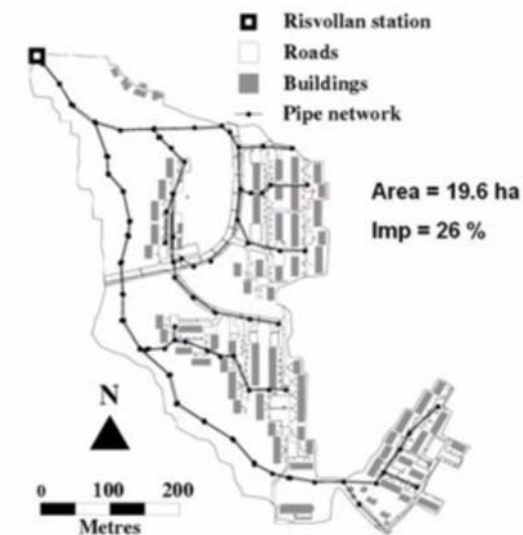
	Måleparameter	Måleperiode	Kommentar
0	Nedbør	23.11.1987 – d.d.	Nedbør målt med vippepluviograf. Det er usikkert kor tid denne fekk oppvarming (Lambrecht heile perioden).
2	Relativ luftfuktigheit	04.06.2015 – d.d.	
17	Lufttemperatur	18.07.1986 – d.d	
1000	Vasstand	04.08.1986 – d.d	
2011	Smeltevatn og nedbør	23.11.1987- d.d	
Dataloggar: eks Sutron 9210. Faststrøm. Dataoverføring via GPRS.			



Figur 30 Utsida av Risvollan urbanstasjon med temperatursensor, snøsmeltebrett og 3 nedbørmålarar (Plumatic t.v., Lambrecht i midten og Geonor t.h.).



Figur 31 Stasjonen under bakkenivå. Overvatnet renn i kanalen til høgre og drensavatnet i kanalen til venstre. Snøsmelteket ser ein midt i biletet.



Figur 32 Overvassnett som drenerer til Risvollan. (Kjelde: www.hydro.washington.edu 2008)



Figur 33 Flyfoto over Risvollan urbanstasjon. Flyfoto frå 2008.

165.0011 Skivika

Samarbeidspartner: Bodø kommune

Namn	Funksjon	Mobil	E-post
Roger Brækka	Kontaktperson Bodø kommune/Observatør		roger.braekka@bodo.kommune.no
Astrid Vatne	Ansvarleg urbangruppa	99775263	avat@nve.no
Stein Even Fjellaksel	Ansvarleg felthydrolog	41105187	sefj@nve.no
Frode Kvernhaugen	Support på instrumentering og datainnsamling	92811142	frk@nve.no

Historikk: Stasjonen vart etablert i 1996 og vert drifta i samarbeid med Bodø kommune. Vasstand og nedbør har vore registrert sidan stasjonen vart etablert. I etterkant er det registrert lufttemperatur sidan 1997, og snøsmeltebrett vart montert i 2004. I 2015 vart det satt i gong registrering av relativ luftfuktigheit.

Lokalitet: Stasjonen ligg like ved Skivika hamn, i Skivika, nordaust for Bodø sentrum. Stasjonen måler overvatn frå bustadområde Skivik. Stasjonen ligg 5 m.o.h.

Feltareal: 0,9 km². Urbanprosent: ca. 50 %. Impermeable flater:

Profil og vassføringskurve: Overløpsterskel med V-profil. Vassføringskurve basert på teoretisk samanheng mellom vasstand og vassføring.

Utfordringar: Det er observert avvik mellom nedbør målt av vippepluviograf og nedbør målt av snøsmeltebrettet i sommarhalvåret. Dette kan skuldast målefeil på grunn av vindpåverknad. Opphoping av sediment oppstrøms V-profil kan påverke relasjonen mellom vasstand og vassføring. Observatør og felthydrolog fjernar sediment regelmessig.

Oppgradering/anbefalingar: Vurdera vindskjerm rundt nedbørmålar. Det bør utførast vassføringsmålingar på heile vasstandsspekteret for å verifisere/korrigere kurva.

Instrumentering og måleparameter:

	Måleparameter	Måleperiode	Kommentar
0	Nedbør	3.9.1996 – d.d.	Frå 14.10.2004 er nedbør målt med vippepluviograf med oppvarming. Dette for å få betre vinterdata. Tidlegare måleinstrument (Plumatic) var ikkje oppvarma.
2	Relativ luftfuktigheit	10.6.2015 – d.d.	
17	Lufttemperatur	10.9.1997 – d.d.	
1000	Vasstand	3.9.1996 – d.d.	
2011	Smeltevatn og nedbør	13.10.2004 – d.d.	
Dataloggar: Sutron 9210-B. Faststrøm. Dataoverføring via GPRS.			



Figur 34 Nedbørmålar og snøsmeltebrett ved stasjonen 165.11 Skivika.



Figur 35 Kart tilsendt frå Bodø kommune som viser ledningsnett i Skivika. Innteikna «nedslagsfelt» inkluderer ikkje område som naturleg drenerar mot Skivika.



Figur 36 Flyfoto over bustadområde Skivika. Grenser for nedbørsfelt til 165.11 Skivika er teikna ut frå topografisk kart og opplysningar frå Bodø kommune om ledningsnett (sjå Figur 35).

4 Nedlagde stasjonar

Som nemnt i kapitlet 1.2 Urbanhydrologi i NVE, vart det sett i drift mange urbanstasjonar i 1970-åra. Ein del av desse har seinare vorte nedlagde. Me har ikkje full oversikt over årsakene til dette, men mangelfull datainnsamling, lekkasjar i overvassnett eller oppstuvningseffektar ser ut til å ha vore ein vanleg grunn. Nokre stasjonar hadde heller ikkje nedbørmålar, noko ein komplett urbanstasjon bør ha. Tabell 3 gjev ei oversikt over nedlagte målestasjonar med små felt lokalisert i område med mange bustader, eller område med byrjande urbanisering. Dei kan difor reknast som urbanstasjonar. Det fantes også nokre stasjonar kor det berre vart målt nedbør eller snøsmelting, som ikkje er tekne med her. Desse var ofte berre i drift ein kort periode.

Tabell 3. Tabellen viser ei oversikt over nedlagde målestasjonar som har vore tilknytta urbane felt. Tabellen er ikkje nødvendigvis komplett. (Kjelder: NVE atlas, hysopp, Tollan 1974, Stenius 2013).

Stasjonsnummer	Namn	Kommune	Målestart vassføring	Måleslutt vassføring	Målestart nedbør	Måleslutt nedbør	Merknad
3.16	Nordødegård	Moss	12.03.1973	21.05.1975	Ingen data		
3.20	Rygge flystasjon	Rygge	05.10.1992	07.12.2000	25.06.1986	07.12.2000	
4.1	Trolldalen	Moss	01.05.1973	28.12.1990	01.04.1974	27.10.1994	
4.2	Kleiva	Moss	09.11.1973	01.01.2004	Ingen data		
6.13	Vestre Vika	Oslo	01.04.1974	15.10.1997	22.05.1974	11.07.1996	
6.17	Opsal	Oslo	21.09.1972	23.09.1977	17.04.1974	12.10.1979	
12.179	Heradsbygda	Ringerike	24.04.1975	07.03.1996	Ingen data		
12.180	Hallum	Ringerike	11.09.1972	01.07.1981	Ingen data		1)
15.65	Varden	Sandefjord	26.09.1972	05.02.1995	24.04.1974	12.11.1996	2)
15.66	Ormestad	Sandefjord	01.09.1972	07.01.1985	Ingen data		3)
123.27	Blakli	Trondheim	29.05.1974	09.04.1987	30.05.1974	11.11.1985	
128.11	Søndre Egge	Steinkjer	23.06.1983	28.05.2004	05.05.1984	28.05.2004	4)
164.20	Fauske	Fauske	07.06.1984	03.02.2004	Nedbør målt på stasjon 164.16		
174.13	Skistua	Narvik	18.04.1990	09.09.1994	21.06.1983	30.10.1996	5)
179.5	Osan	Vågan	23.02.1987	07.09.1997	23.02.1987	16.08.1995	6)
196.34	Domus, Setermoen	Bardu	21.11.1983	05.06.2001	03.04.1986	19.08.2000	7)

Stasjonen ved namn «Rovik» i Tollan (1974) er truleg den same som 29.4 Aspervik.

- 1) Referansefelt, lite urbanisert
- 2) Også smeltevann og nedbør målt fra 7.6.1991 til 16.12.1992
- 3) Lite urbanisert
- 4) Også smeltevann og nedbør målt fra 24.4.1984 til 28.5.2004
- 5) Målte klima, snøsmelting og avrenning fra alpinanlegg
- 6) Også smeltevann og nedbør målt fra 22.11.1984 til 7.9.1997
- 7) Også smeltevann og nedbør målt fra 14.2.1994 til 29.8.2003

Enkelte av stasjonane nemnd i tabell 3 kan ein vurdere å gjenoppretta om det skal etablerast fleire urbane stasjonar. Men det er ikkje undersøkt i dette rapportarbeidet om det fortsatt er infrastruktur der med overvassrør og overløp som kan nyttast ved gjenetablering av målestasjonen.

5 Arbeid vidare

Både NOU 2015:16: *Overvann i byer og tettsteder* og sluttrapporten i NIFS prosjektet (NIFS 2016) viser at det er eit stort og også aukande behov for data frå målestasjonar med små nedbørfelt. Klimaet er i endring og me kan forventa nedbørhendingar som aukar i både hyppighet og intensitet framover. I urbane område, der ein har ein vesentleg del impermeable flater, er avrenninga enno meir intens enn i eit naturleg nedbørfelt. Byar og tettstader har også størst skadepotensiale på byggverk og infrastruktur. Det er difor eit stort behov for nettverk av gode målestasjonar med små nedbørfelt.

Det har vore relativt lite aktivitet og fokus på urbanhydrologi internt på hydrologisk avdeling i NVE i mange, mange år, og dette ber også stasjonsnettets preg av. Føremålet med denne rapporten har vore å få ein status over nettverket av urbanstasjonar som NVE driftar. Mange av stasjonane har fått ei teknisk oppgradering dei siste 3-4 åra, med nye loggarar og ny og betre instrumentering. For å heva kvaliteten på dei urbanhydrologiske målestasjonane ytterlegare, er det nødvendig med ei hydraulisk vurdering av kvar enkelt stasjon og også å sjå på vassføringskurva til kvar enkelt stasjon. Fleire av stasjonane er oppstuvda på flaum, og utbetring av dette bør absolutt utførast. Det er også eit stort behov for å kvalitetssikra historiske data som ligg lagra på hydra 2, slik at ein veit kva data som bør brukast vidare i analysar og kva stasjonar, og eventuelt for kva periode, ein har data som ikkje er av tilfredstillande kvalitet.

Dei fyrste urbanstasjonane vart oppretta tidleg på 70-talet, og ein har no over 40 år med finoppløyslege vassføringsdata frå veldig små nedbørfelt. Når ein får kvalitetssikra desse dataene er det potensial for utruleg mange spennande og viktige analysar framover. Det er også viktig å gjera data meir kjent og tilgjengeleg for kommunane og forskingsmiljøet!

Anbefalt vidare arbeid med dei urbanhydrologiske stasjonsnettets:

- Intern kompetansebygging på urbanhydrologi for å betre kunne drifta urbanstasjonsnettverket på ein god måte.
- Samla inn meir informasjon om nedbørfeltet på kva enkelt stasjon. Mange av stasjonane har mangelfulle kart over overvassnettets, og ein er usikre på faktisk feltareal, urbanprosent og prosent impermeable flater.
- Kvalitetssikring av historiske data frå urbanstasjonar på hydra II.
- Hydrauliske vurderingar av kvar enkelt stasjon og revisjon av den teoretiske kurva.
- Flaumanalysar av stasjonane.
- Betra dataoverføringa av korttidsnedbør til met.no. Desse dataene vert til dømes brukt til å laga IVF-kurver.
- Vurdering av det urbanhydrologiske stasjonsnettverket. Bør det opprettast fleire urbanhydrologiske stasjonar, og i kva kommunar er det behov og interesse for dette?
- Tilrettelegging for meir ekstern bruk av urbandata på nve.no

6 Referansar

- Bjordal, A 1998. Dimensjonering av overvannssystem med hensyn til snøsmelting”. Hovedoppgåve NTNU.
- Braskerud B.C, K.H Paus, A. Ekle 2013. Anlegging av regnbed; En billedkavalkade over 4 anlagte regnbed, NVE rapport 2013:3.
- Braskerud, B. C. 2014. Grønne tak og styrtregn. Effekten av eksensive tak med sedumvegetasjon for redusert avrenning etter nedbør og snøsmelting i Oslo. NVE rapport 2014:65.
- Brennhovd, B. 2014. Målt og modellert avrenning. Analyse av ledningsnett og urbanstasjon på Vestli i Oslo. Masteroppgåve NMBU.
- Buhler, L. 2013. Analyse av klimaendringens påvirkning på Rustadfeltet med kalibrert modell. Masteroppgåve NMBU.
- Dyrnes, V. 2007. Overvannshåndtering i et fortettingsområde. Masteroppgåve NTNU 2007.
- Førland E., J. Mamen, A.V. Dyrddal, L. Grinde, S. Myrabø 2015. Dimensjonerende korttidsnedbør. MET rapport 2015:24.
- Hysopp: database i NVE for målestasjonar, måleseriar m.m.
- Johannessen, B.G. 2016. Green roofs for reduction of stormwater runoff in cold climate. Pågåande PhD NTNU.
- Lei, J.H. 1996. Uncertainty analysis og urban rainfall-runoff modelleing PhD NTNU.
- Linmei, N. 2004. Pollution based real time control of urban drainage systems, PhD NTNU.
- Matheussen B.V 2004. Effect of anthropogenic activities on snow distribution, and melt in an urban environment. PhD, NTNU.
- Matheussen, B.V. 2006. Effect of snowmelt and climate change on design of urban storm water systems.
- NIFS 2016. NIFS – sluttrapport, FoU-programmet Naturfare, infrastruktur, flom og skred. NVE Rapport 2016:43.
- Nordberg T. 2007. LID (Low Impact Development) and Bioretention Areas in Cold Climates. PhD NTNU.
- NOU 2015:16. Overvann i byer og tettsteder — Som problem og ressurs. Klima og miljødepartementet.
- NVE 2000. Internt notat. Frå Einar Markhus til Svein Harsten. 23.11.2000.
- NVE 2006. Flom i tettsteder -hva bør være NVEs ansvarsområde og ambisjon for å minske skader? NVE Rapport 5/2006.
- NVE 2016a. Store satsingsforslag for perioden 2017-2020 fra Norges vassdrags- og energidirektorat. Internt dokument.
- NVE 2016b. Data i Hydra II databasen, <https://www.nve.no/hydrologi/hydrologiske-data/historiske-data/data-i-hydra-ii-databasen> Sett 11.04.2016.
- NVE Atlas. Kartløysing tilgjengeleg på nve.no.

- Petersen-Øverleir, A. 2002a. Årsrapporter 2001 for de urbanhydrologiske målestasjonene i Norge. Norges vassdrags- og energidirektorat. Dokument nr. 11 – 2002.
- Petersen-Øverleir, A. 2002b. Årsrapport 2001 for Karihola urbanhydrologiske stasjon, NVE 2002.
- Petersen-Øverleir, A. 2003. Årsrapport 2002 for Karihola urbanhydrologiske stasjon, NVE 2003.
- Risholt L.P. 2000. Pollution based real time control or urban drainage systems, PhD NTNU.
- Stenius S. 2013. Naturfareprosjektet Dp. Flom på avveie: Vannføringsstasjoner i Norge med felt mindre enn 50 km². NIFS rapport 2013:66
- Sveen, C. 2012. Documentation of Risvollan Urban Hydrological Research Field, 2011. Masteroppgåve NTNU.
- Thorolfsson S.T 2014. Hydrologi –urbanhydrologi for overvannshåndtering. Kompennie revidert august 2014.
- Tollan 1974. Program for rensing av avløpsvann (PRA): Prosjekt 4.2: Urbaniseringens innvirkning på avrenningsforholdene i små nedbørfelt. NVE, Hydrologisk avdeling 1974.
- www.hydro.washington.edu 2008. Kart over fleire av urbanstasjonane våre kjem herifrå; Vestli, Sandsli, Karihola og Risvollan. Denne linken blei brukt i 2008, men fungerer ikkje no.



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo

Telefon: 09575
Internett: www.nve.no