

VA-dagene i Midt-Norge 2015

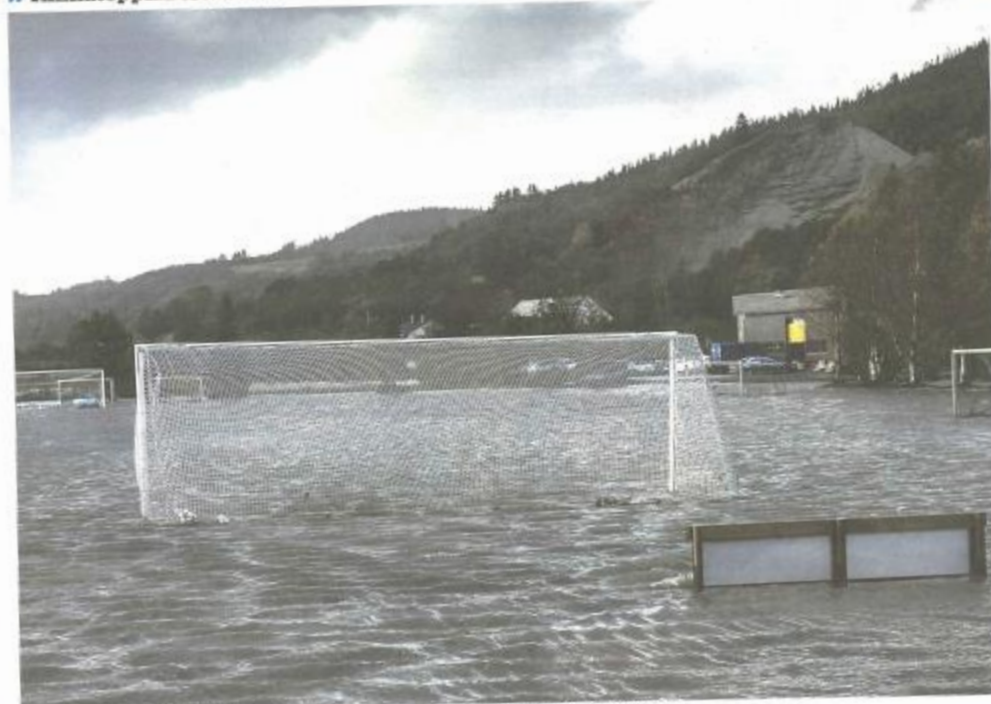
Overvann og fordrøyning.

Blå-grønne løsninger for håndtering av overvann

Lars Risholt



» Klimatoppmøtet i Paris



Flom: Et av stedene som ble rammet av flom under ekstremværet Rosa 1. og 2. oktober i år, var Vågå. Foto: RICHARD SAGEN

Tegnene på at klimaet er i endring blir stadig tydeligere. De siste 30 årene er Trøndelag blitt varmere og våtere.

Klimaet i Trøndelag forandres allerede

» Trondheims Oppdraget

Mellom 1985 og 2014 har to av tre år vært våtere enn normalt i landsdelen.

Ser vi på temperaturutviklingen, er trenden enda mer markant. I de 30 siste årene har gjennomsnittstemperaturen ligget over det normale i 24 år, det vil si 80 prosent.

En nærmere analyse av temperaturtallene viser at gjennomsnittstemperaturen siden 1980 har økt med 0,8 grader.

Begrenser vi perioden til 20 år, er økningen enda kraftigere. Fra et som er en normaltemperatu-

En forsmak på hva Trøndelag kan forvente seg av endringer i nedbørmengder skjedde for bare tre uker siden.

Tidens våteste døg

Tirsdag 1. oktober kom ekstremværet Rosa inn over deler av Trøndelag.

På fosen registrerte målestasjonen Åfjell-Monny 182,3 millimeter nedbør på 24 timer. Det tilsvarer 182 liter regn per kvadratmeter. Aldri noen gang tidligere er det målt så store nedbørmengder på ett døgn i landsdelen.

Nedbørrekorden i Trøndelag er et veldig tydelig signal om at klimaet er i endring. Slike nedbørstendenser vil bli stadig van-

ne, hendelser som i gjennomsnitt gjentar seg hvert 200. år, vil øke med 40 prosent fram mot 2100, påpeker Håkonsen-Bauer.

Det ekstreme blir normalen

Dersom klimagasutslippene ikke blir redusert, vil klimaendringene fram mot 2050 bli enda tydeligere.

Ser vi framover, vil trenden fra de siste 30 årene bli ytterligere forsterket. Det som i dag regnes som ekstreme temperaturer eller nedbørmengder, vil om bare noen tiår bli normalen.

Vinteren hardest rammet

Endringene vil merkes mest om vinteren. Om 40 år blir det skilføe, definert som dager med

vil det som i dag oppleves som en us normalt kort vinter, være det normale.

Forskningsprosjektet Klima 2000 viser følgende om klimaet i Trøndelag i 2050 dersom økningen klimagasser fortsetter:

Temperatur

• Vekstsesongen (når gjennomsnittstemperaturen er over 5 grader) øker med mellom 30 og 60 dager.

• Antallet dager med frost blir redusert med minst 25 døgn i forhold til i dag.

• Vintertemperaturen vil øke med 2,3 grader i forhold til perioden fra 1961 til 1990.

• Høsttemperaturen vil øke med 2,2 grader.

• Antallet dager med 30 grader eller mer vil i gjennomsnitt øke med seks dager i året.

• Det blir flere tropenetter (nätter med minst en temperatur på 20 grader).

• Nedbør

• Nærmere ti prosent mer nedbør på årsbasis. Størst økning om sommeren og høsten, minst om våren.

• Når en dobling i antall dager med intens nedbør/ekstremnedbør.

• Det blir mer nedbør både vinter, vår, sommer og høst.

• Det blir kortere sesonger overall, i gjennomsnitt et par måneder. Reduksjonen er minst i høyfjellet. Vinterens største

Oppdraget

Klima - verdens viktigste sak

November 2015 i Paris på klimatoppmøtet har 3 røde verdier. Sist klima var verdens viktigste sak var i 2009. Men har saken på de siste årene blitt viktigere? Hvorfor? Hva er det som gjør klimaet til verdens viktigste sak? Vi er åtte journalister som har gått på jakt etter å finne ut hva som gjør klimaet til verdens viktigste sak, men vi klarer det ikke uten din hjelp. To kortlister



Torrey Fossum, 918 82 791
Frank Løvlie, 480 24 221
Gunnar Østebø, 916 66 911
Britt Elin Johansen, 977 27 370
Torstein Håkonsen, 951 58 659
Stian Mollnes, 982 63 751
Charlotte S. Sundberg, 977 59 954
Sissel Ove Mølberg, 950 21 523

YIPS OGS!
oppdraget@adressa.no
Telefon 07200
adressa.no/nyheter/oppdraget
Instagram og Twitter
#AdressaOppdraget

adressa.no

Flom og oversvømmelse

FLOM	Svært stor vannføring i vassdrag som da gjerne går ut over elvebredden og fører til oversvømmelser
URBANFLOM	Flom i byer og tettsteder, forårsaket av intens nedbør som gir stor overflateavrenning dersom overvannssystemene ikke greier å ta unna.

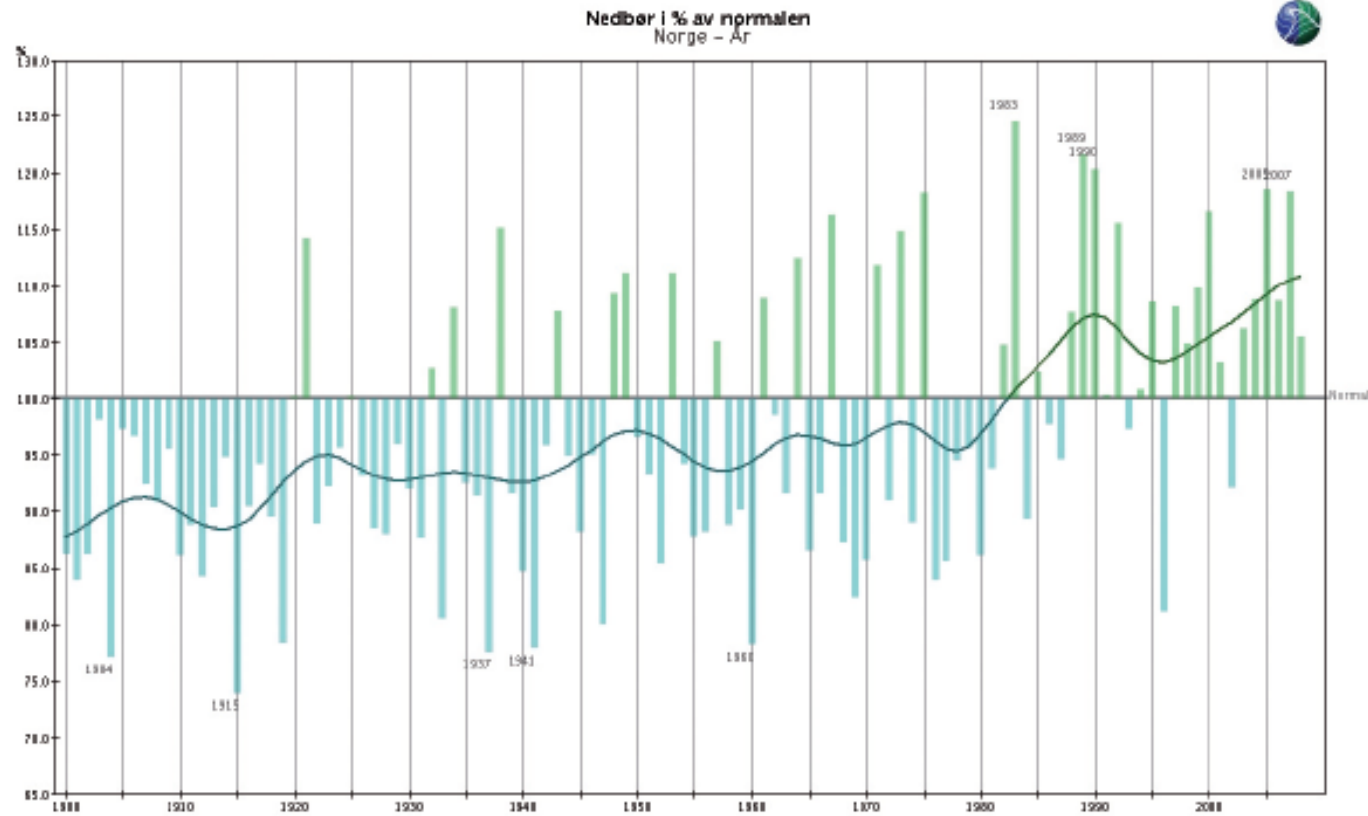


Innhold

- Nedbørutvikling
- Overvannsstrategi
- Fordrøyningsanlegg
- Eksempler
- Veiledninger



Nedbørutvikling I - Norge



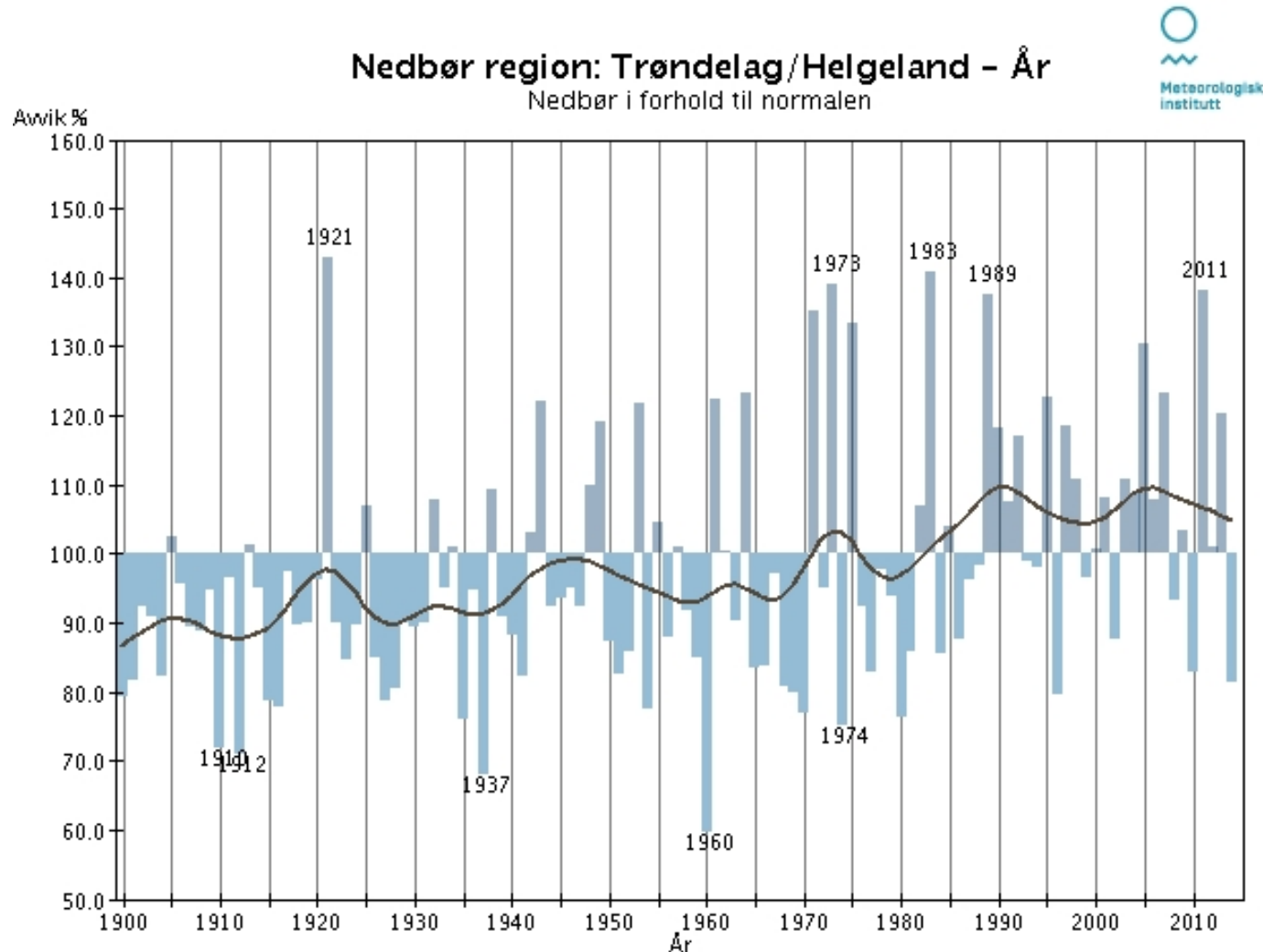
Figur 3.1.8

Utvikling av årsnedbør for fastlands-Norge 1900–2008.

Figuren viser nedbør i prosent av middelverdien for normalperioden 1961–90.

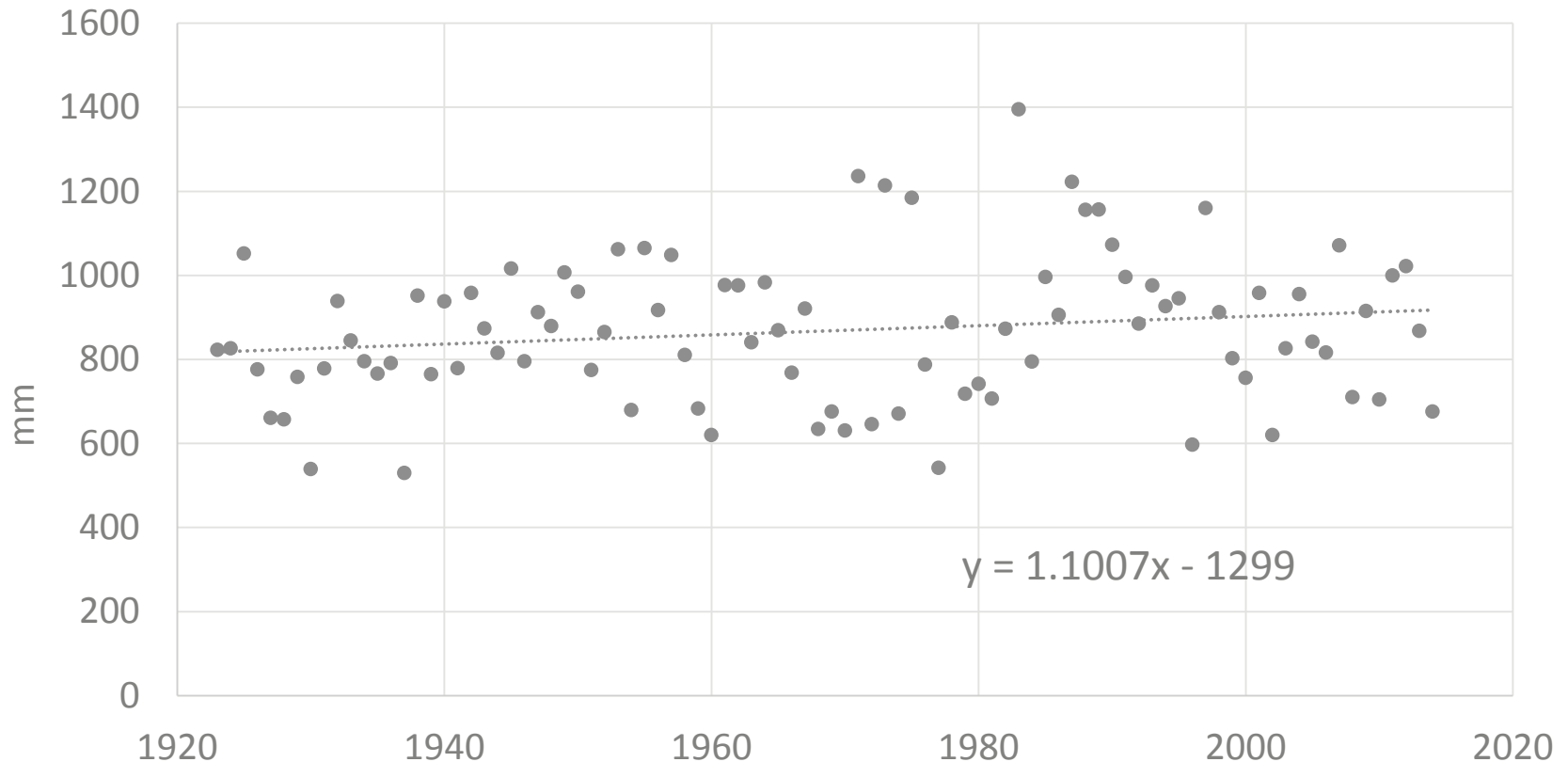


Nedbørutvikling II – Trøndelag/Helgeland



Nedbørutvikling III – Trondheim

Årsnedbør i Trondheim 1923 - 2014



Data fra Voll, Tyholt, Nidarvoll, Leinstrand, Øvre Leirfoss



Nedbørutvikling IV



NEDBØR

Fremskrivningene viser en økt årsnedbør i Norge på ca. 8% med middels utslipp og ca. 18% med høye utslipp frem til 2071–2100. De største relative endringene (i %) finner vi i nordlige deler av Norge, mens de absolutte endringene (i mm) er størst på Vestlandet og i Midt-Norge. Fremskrivningen viser en økning i alle årstider for landet som helhet, og uten klare forskjeller mellom årstidene.

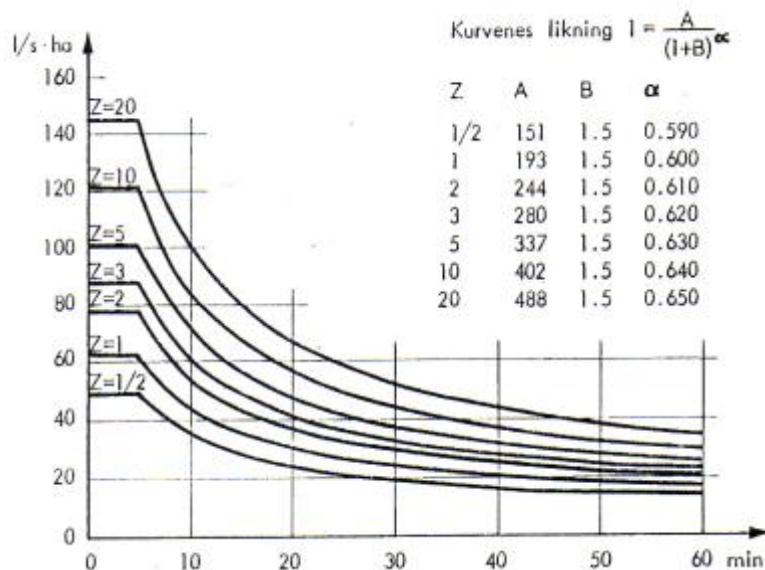
Som et resultat av økt temperatur og økning i vanndampmengden i atmosfæren forventes flere lokale intense nedbørepisoder. Fremskrivningene viser også at antall dager med kraftig nedbør på ett år kan øke med mellom 50 % (middels utslipp) og 90 % (høye utslipp) mot slutten av århundret. Dessuten vil nedbørmengden på dager med kraftig nedbør øke, ca 20 % for høye utslipp. Dette vil særlig skape utfordringer knyttet til flom i små vassdrag og urbane strøk (overvann).

Nedbørutvikling V - IVF-kurver

multiconsult.no

IVF-kurve	5 min	10 min	15 min	20 min	30 min	45 min	60 min
1968 - 5 år	100	72	55	48	37	31	27
1968 - 20 år	144	100	78	66	52	41	35

[l/s·ha]



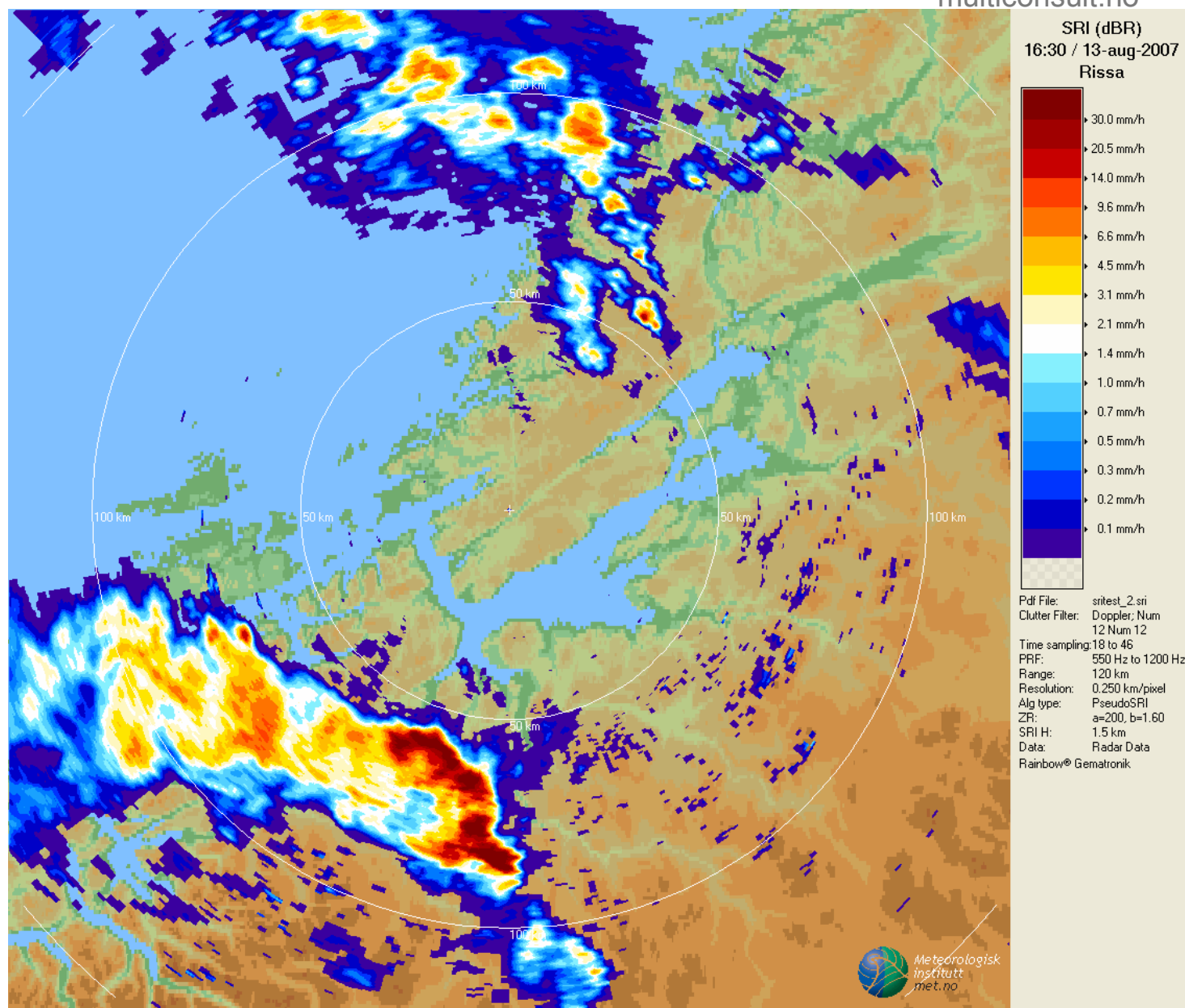
Dim vannføring:

$$Q = c \cdot A \cdot I$$



13.08.2007

15 min tidssteg



Nedbørutvikling V - IVF-kurver

multiconsult.no

IVF - returperiode	5 min	10 min	15 min	20 min	30 min	45 min	60 min
1968 - 5 år	100	72	55	48	37	31	27
1968 - 20 år	144	100	78	66	52	41	35
1979 - 20 år	160	115	90	70	56	43	36
1983 - 20 år	200	132	96	76	58	44	34
2007 - 20 år	176	122	96	79	58	47	41
2009 - 20 år	188	124	94	76	57	46	39
2009 - 20 år x 1,2	226	149	113	91	68	55	47
2011 - 20 år	245	149	113	94	69	56	50

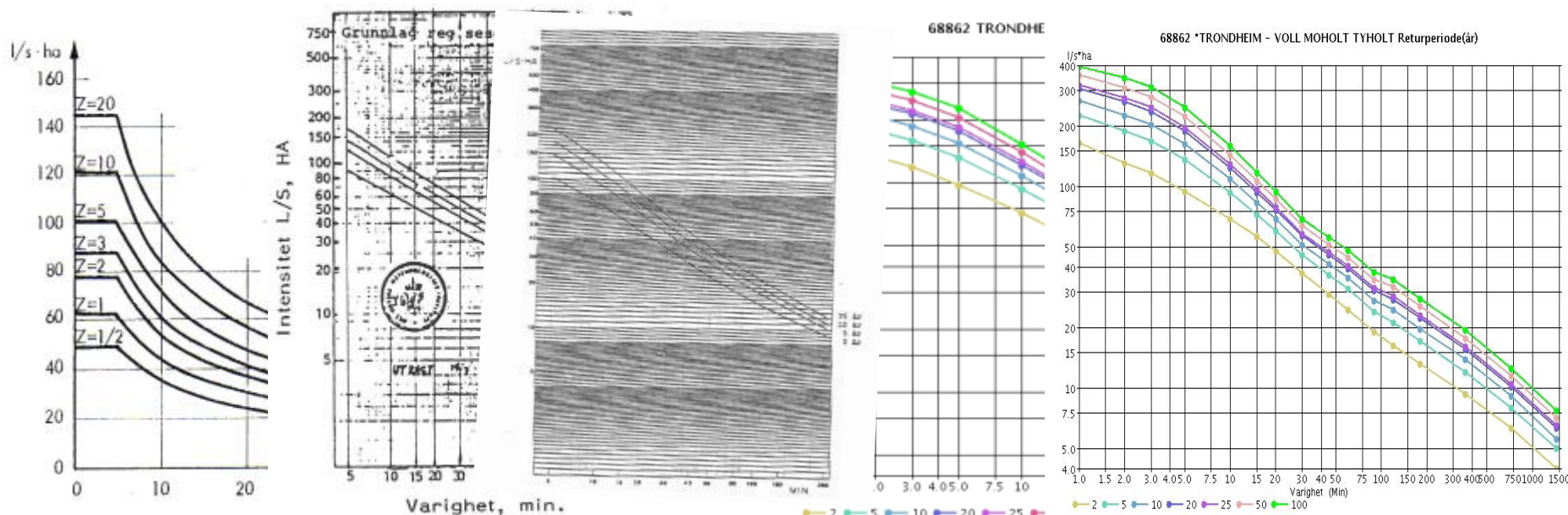
[l/s·ha]

Dim vannføring:

$$Q = c \cdot A \cdot I$$

Med klimafaktor

Data for 2002-2011



Nils Korsvoll.
Diplom NTH (1968)

1979

1983

2007

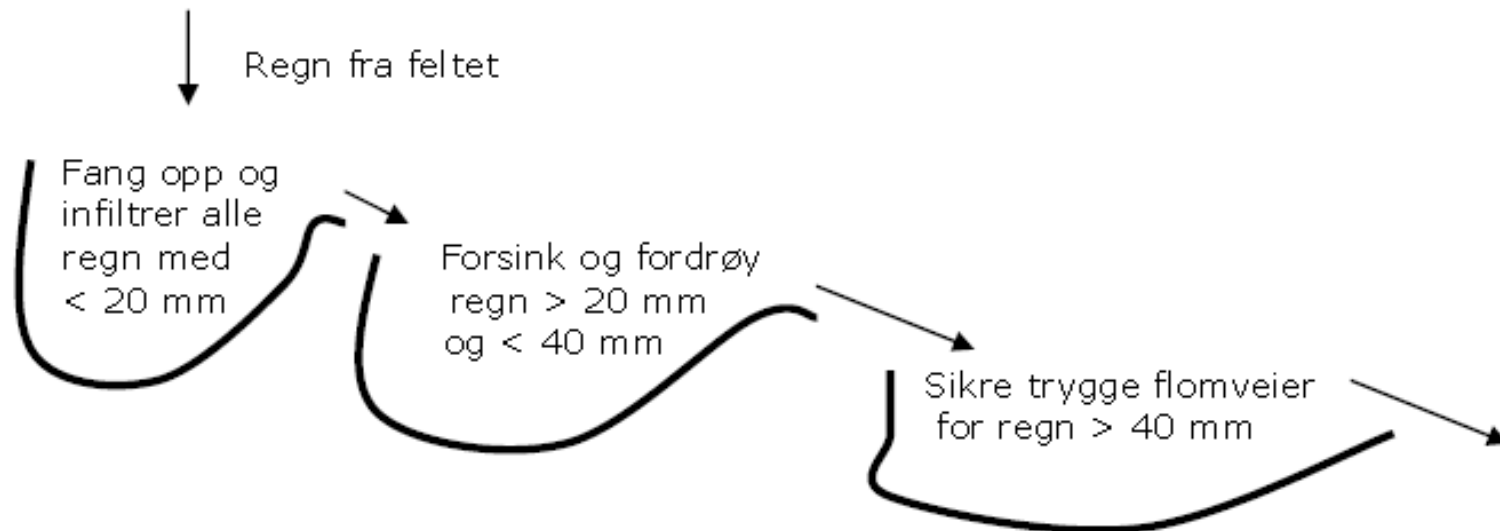
2009



Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering



Overvannsstrategi



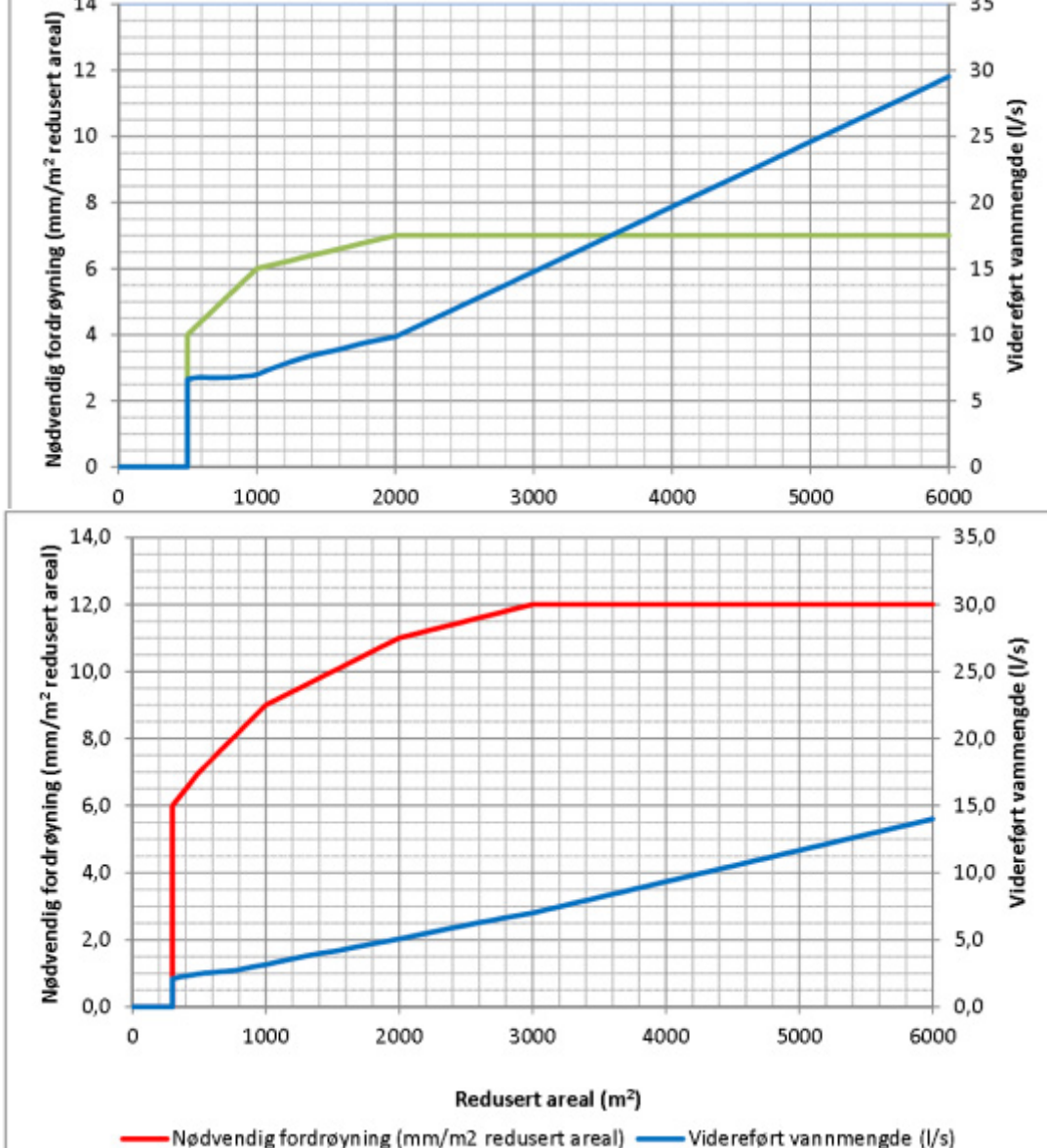
Figur 2.2.2. **Treledsstrategi.** Illustrasjon for håndtering av nedbør. Tallene er eksempler og må tilpasses lokalt.

Norsk vann rapport 162, 2008, Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering



Trondheim kommune

VA-norm, vedlegg 5



For mindre utbyggingsprosjekter (hhv under 300 eller 500m²) er det også ønskelig med kvalitative tiltak som fordrøyer regnvannet. Dette kan være bruk av grønne tak, regnbed, åpne grøfter, takvann til terreng eller rennestein etc. Denne type tiltak kan også redusere behovet for fordrøyningsvolumer ved større prosjekter som beskrevet tidligere.

Fordrøyning av overvann

Fordrøyning: Midlertidig lagring av overvann. Tilført vann holdes tilbake/mellomlagres i magasin e.l. ved stor avrenning, for å redusere avrenningstoppene til nedenforliggende ledning eller vassdrag.

- eller til infiltrasjon

Norsk vann rapport 162, 2008, Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering



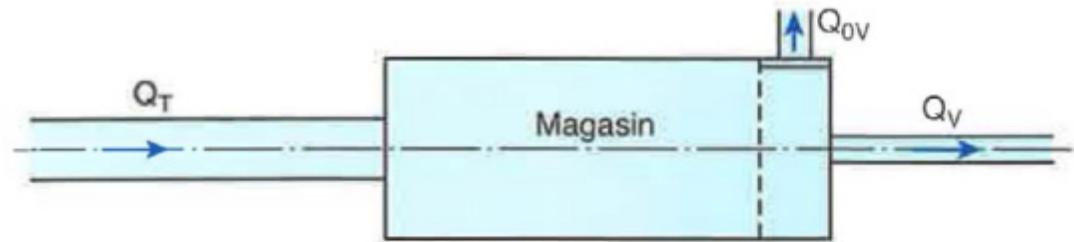
Fordrøyningsløsninger

- Lukkede magasiner
 - Betong- eller GRP-tanker
 - Store rør/rørpakker i betong eller plast
 - Plastkassetter
 - Sprengstein/pukk
- Åpne blå-grønne løsninger
 - Naturlige eller konstruerte dammer
 - Regnbed
 - Åpne grøfter / swales
 - Tørre «dammer»

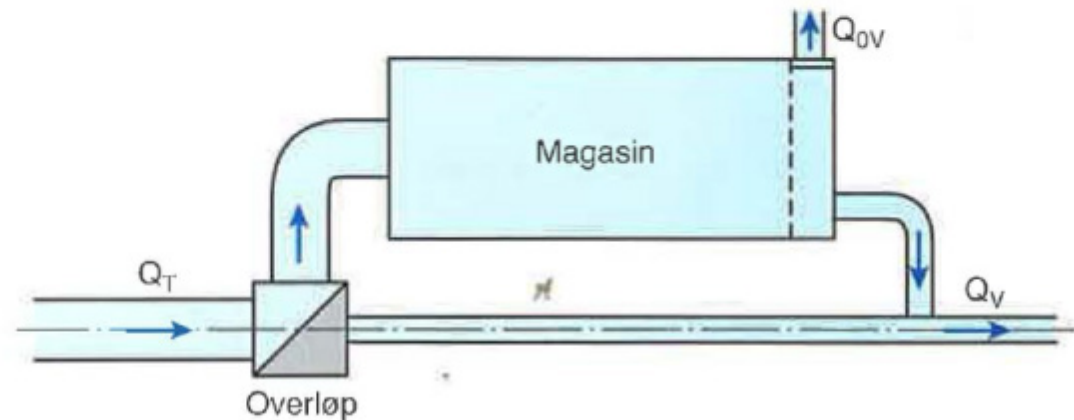
Fordrøyningsbasseng

Hoveddeler:

- Innløp
- Magasinvolum
- Vannføringsregulator
- Eventuelt overløp til flomveg

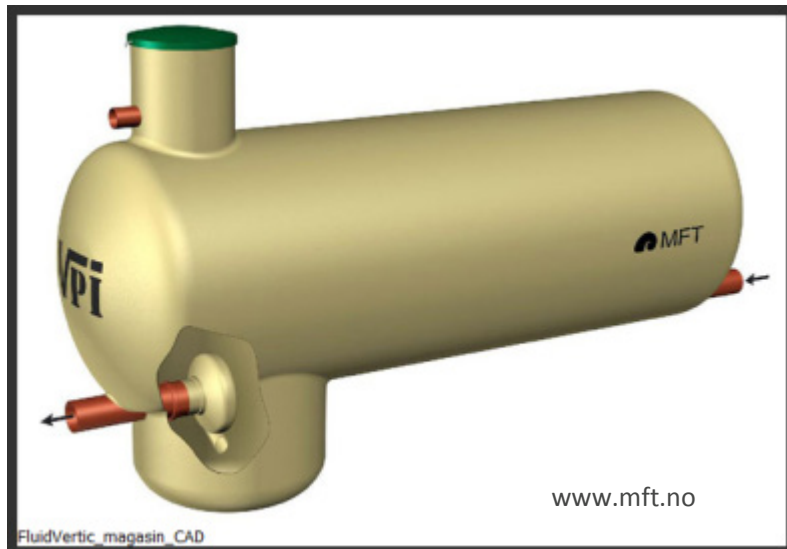


a) Seriekoplet basseng med gjennomdtrømning

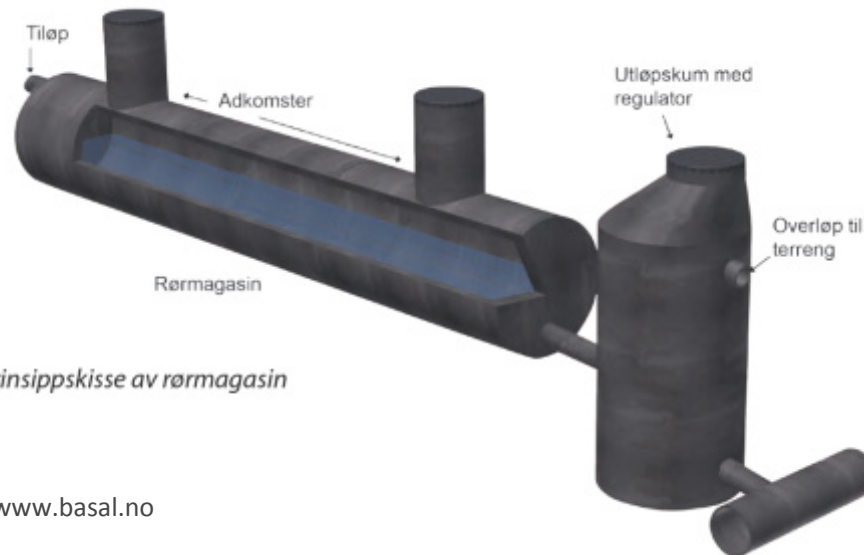
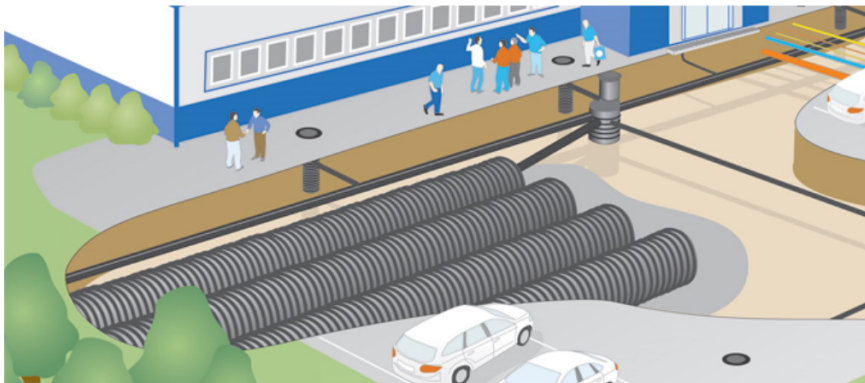


b) Parallellkoplet basseng med gjennomdtrømning

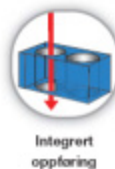
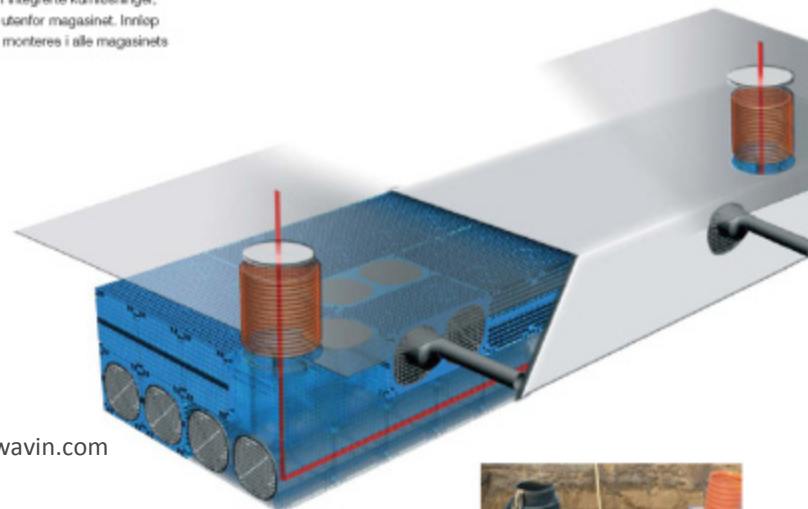
Fordrøyningsbasseng



www.uponor.com

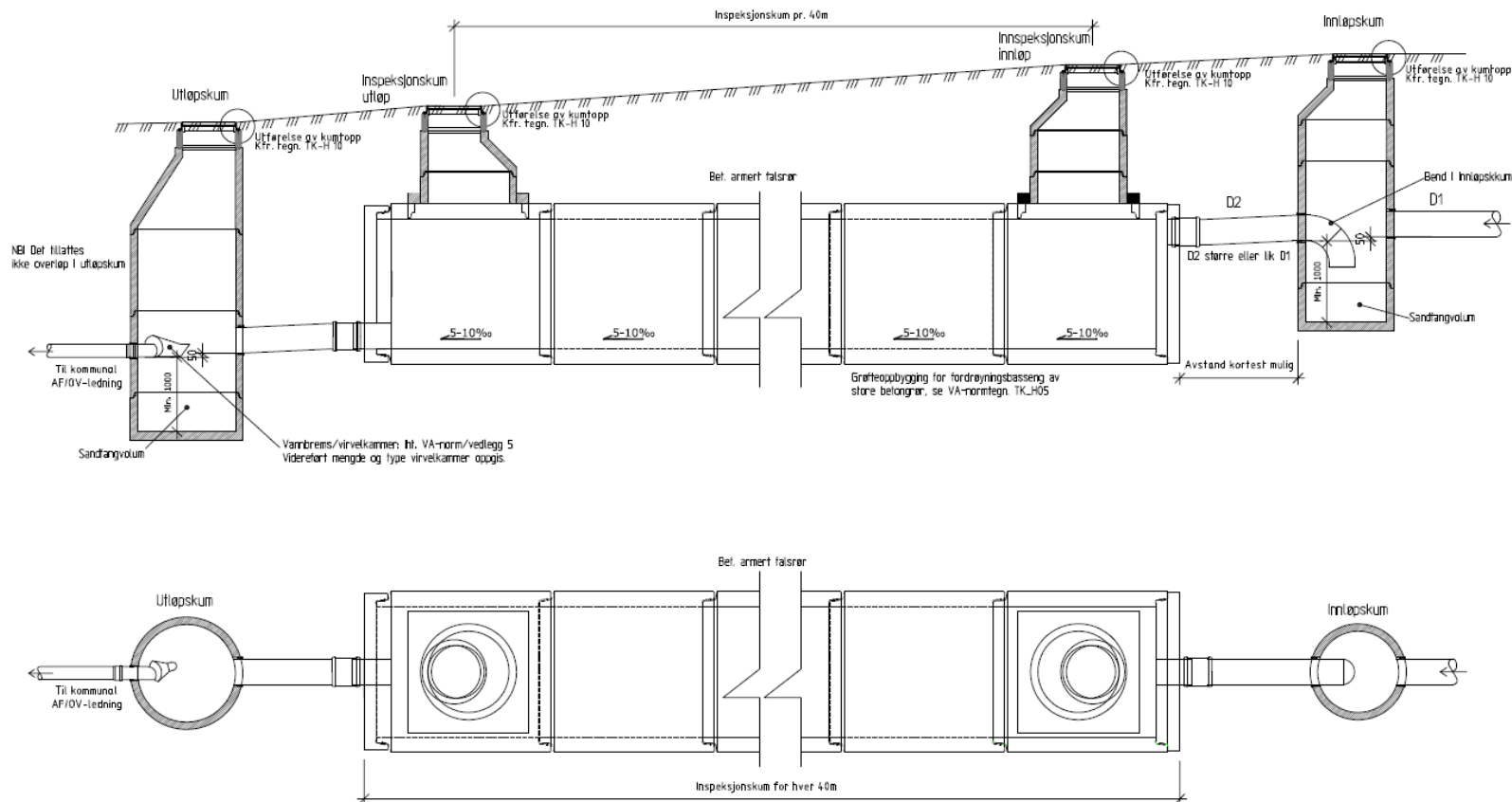


nivå gjennom integrerte kumløsninger, eller fra kum utenfor magasinet. Innløp og utløp kan monteres i alle magasinets sider.



Wavin TEGRA 1000 brukes her som kum for inspeksjon og vedlikehold. I denne situasjonen kan den også brukes som reguleringskum og sandfang.

FORDRØYNINGSBASSENG BETONGRØR



GENERELT

Volum fordrøyningsbasseng påføres tegning.
Tegningen er en prinsipp-tegning og utforming kan variere med valgt leverandør.
Bassenget må ha tilstrekkelig tilkomstmulighet slik at det kan utføres inspeksjon og vedlikehold.
Anlegget skal dimensjoneres for å tåle opptredende belastning.
Flomveger må hensyntas under planlegging og bygging.

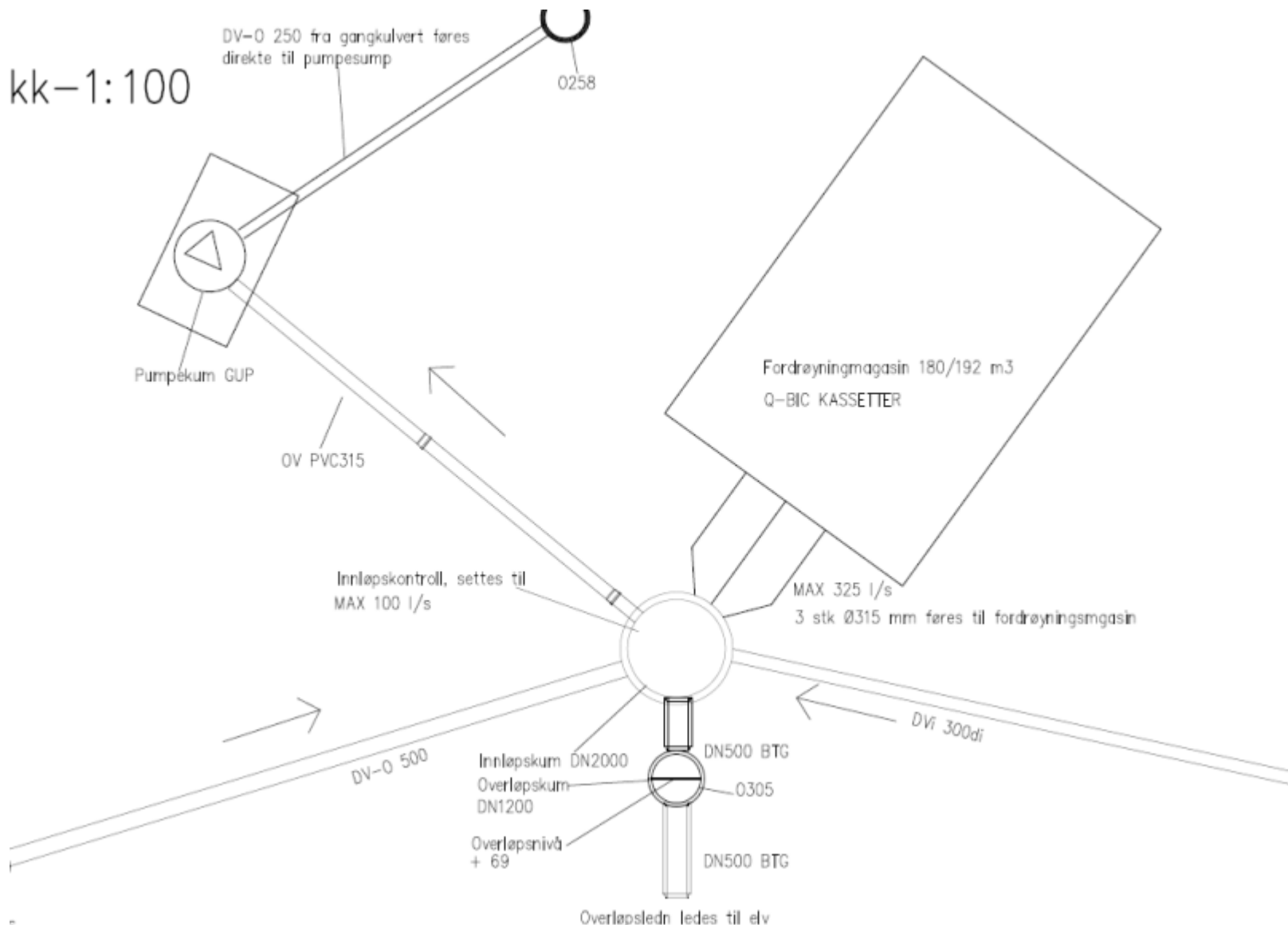
Rev.	Endring - erstating	Sign.	Dato
PRINSIPTEGNING		Tegnet:	BB
FORDRØYNINGSBASSENG BETONGRØR		Godkjent:	KGJ
		Saksbe:	42W
		Dato:	01.10.15
		Målestokk:	1:50
		Format:	A3
NORMTEGNING		Tegn.nr.	TK-H 15
TRONDHEIM KOMMUNE		Rev.	

[illegible]

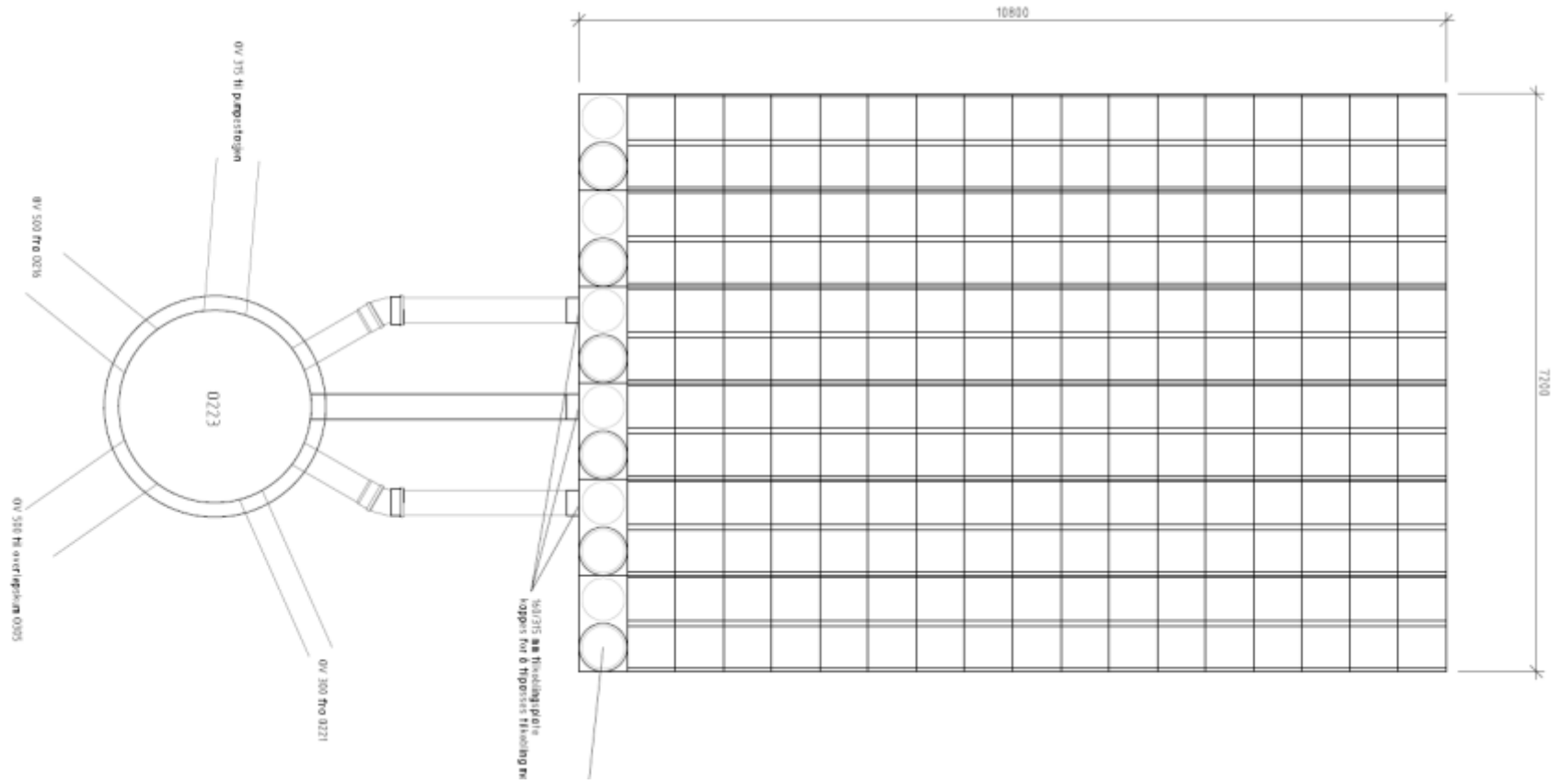


E39 Bergen, Eikåstunnelen

kk-1:100

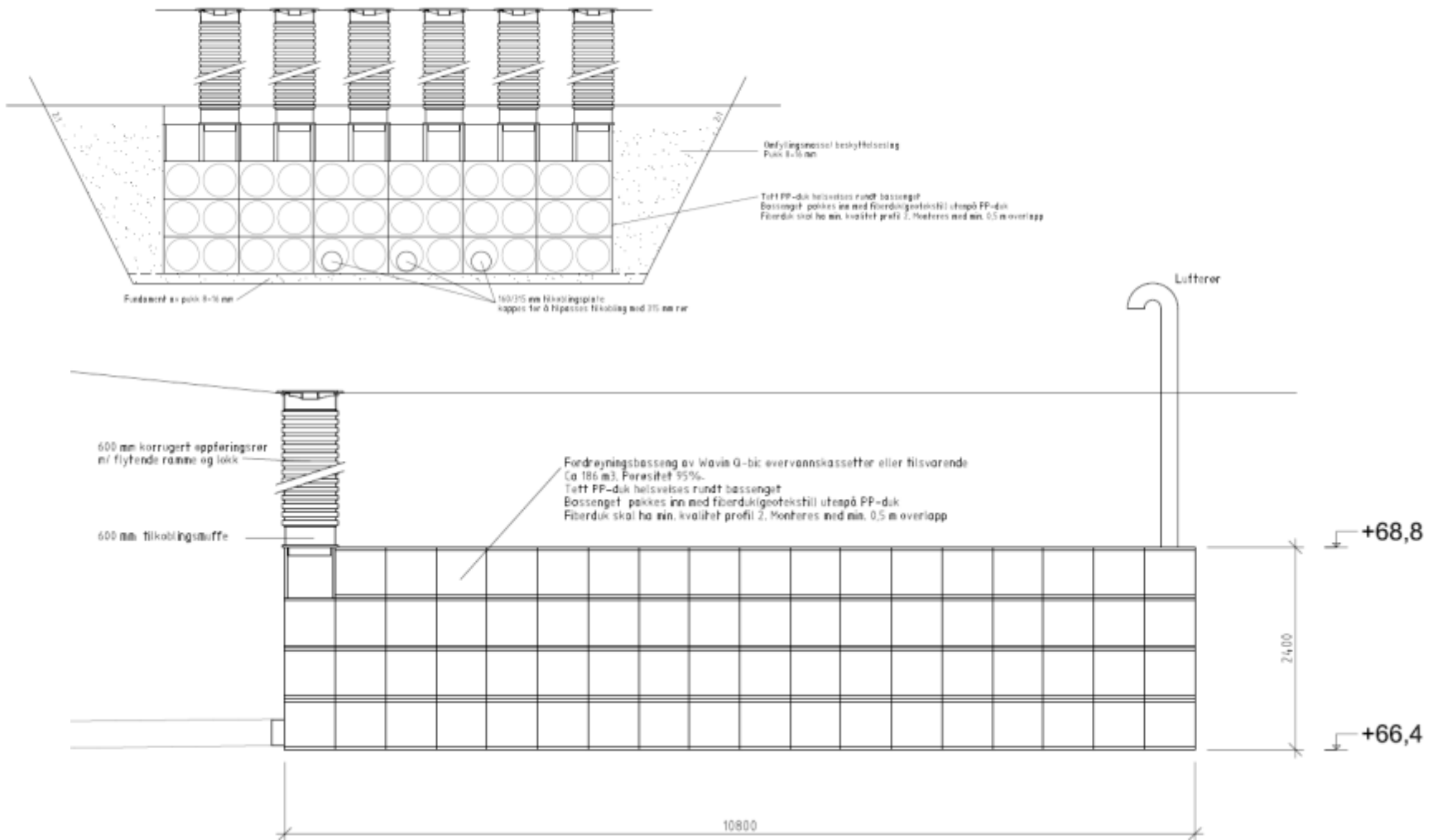


E39 Bergen, Eikåstunnelen



E39 Bergen, Eikåstunnelen

TVERRSNITT FØRDRØYNINGSBASSENG , M 1:40.



E39 Bergen, Eikåstunnelen

» **TEMA KOMMUNALT VEGHOLD**

Nye fordrøynings-løsninger på E39

På prosjektet E39 Vågsbotn-Hylkje har Statens vegvesen valgt nye fordrøynings-løsninger for å sikre en bedre håndtering av overvannet.

TEKST OG FOTO: JARLE SKOGLUND

På dette prosjektet er det blitt brukt et fordrøyningsanlegg bestående av plastkassettsystemet Q-bic som leveres av Norsk Wavin. Anlegget monteres enkelt etter legoprinsippet og de 432 kassetten ble ved dette tilfellet montert på kun fem timer ved hjelp av fem mann.

Fordeelene i forhold til tradisjonelle steinmagasiner er en vesentlig lenger levetid, samt at det grunnet et effektivt volum gir bedre plassutnyttelse.

Ny erfaring

– Norsk Wavin har levert mange Q-bic fordrøynings- og infiltrasjonsløsninger de siste årene, men i hovedsak til private og kommunale byggeprosjekter. Slik sett er et veg- og tunnelprosjekt som dette en ny erfaring, forteller markedssjef i Wavin Svein Sørli.

177 kubikkmeter

Selve anlegget er på 177 kubikkmeter og står i forbindelse med et pumpeanlegg. Fordrøyningsbassenget fungerer som en sikkerhet dersom pumpene skulle svikte. Vannet vil i så tilfelle



Fordrøyningsanlegget ble bygget ved hjelp av plast-kassett systemet Q-bic.

magasineres inn i Q-Bic-magasinet for så å renne tilbake til resipienten, som i dette tilfellet er en liten bekk der det er oppdaget muslinger. Det er derfor viktig at vannet ikke er forurensset.

Hovedentreprenøren Implenia Norge har benyttet Vassbakk & Stol som underentreprenør på dette prosjektet for Statens vegvesen region Vest. ●

E39 Bergen, Eikåstunnelen



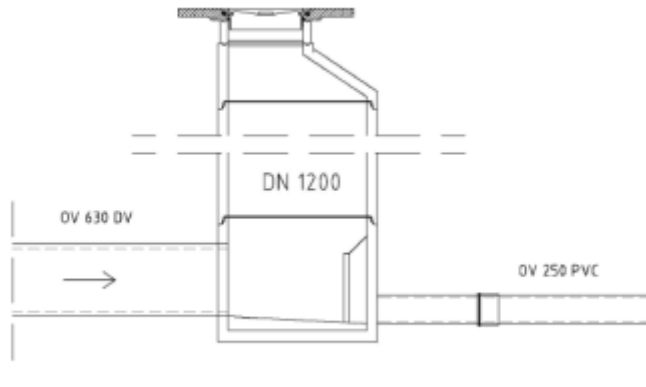
Vannføringsregulator

Typer:

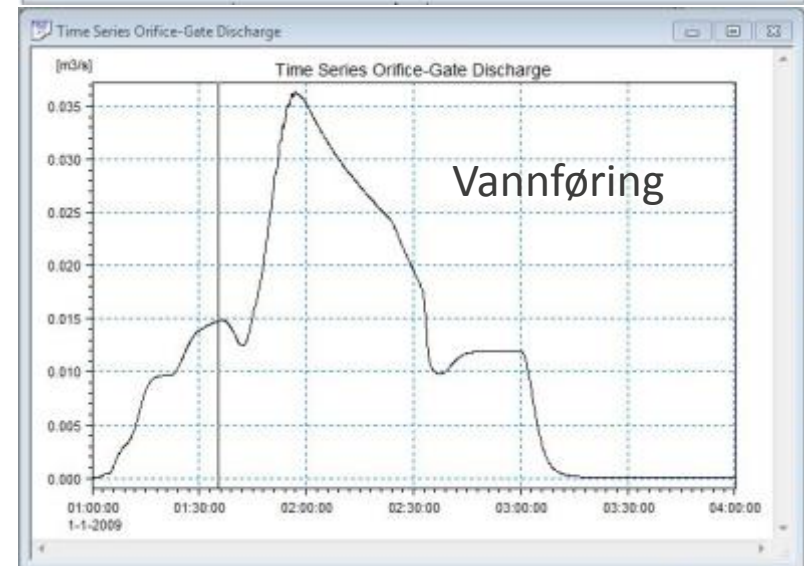
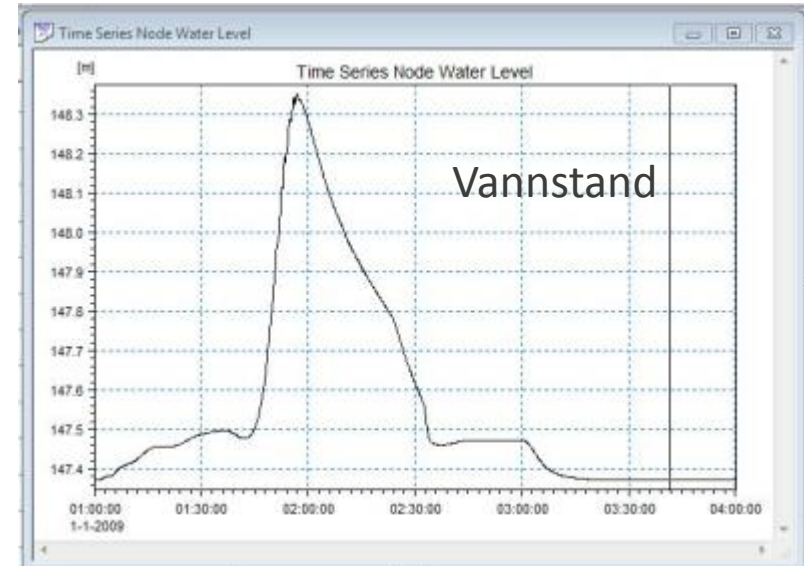
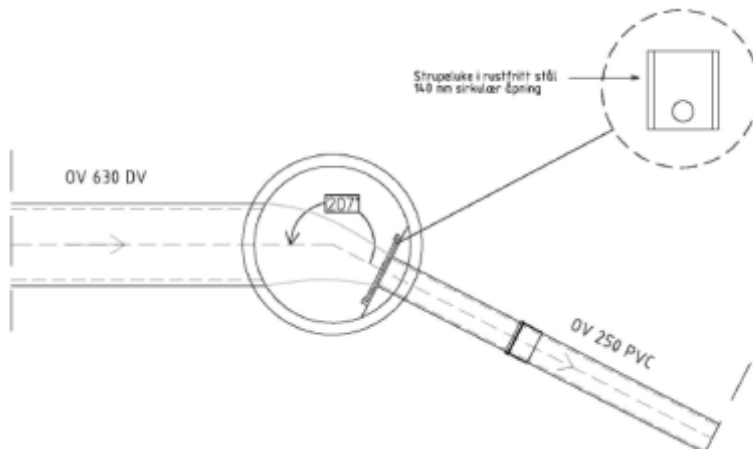
- Strupet utløp
- Strupet ledning
- **Virvelkammer**
- Terskel (åpne dammer)
- Ventil (regulerbar)
- Pumpe

Vannmengderegulator – Sandmoen bussdepot

Strupet utløp.



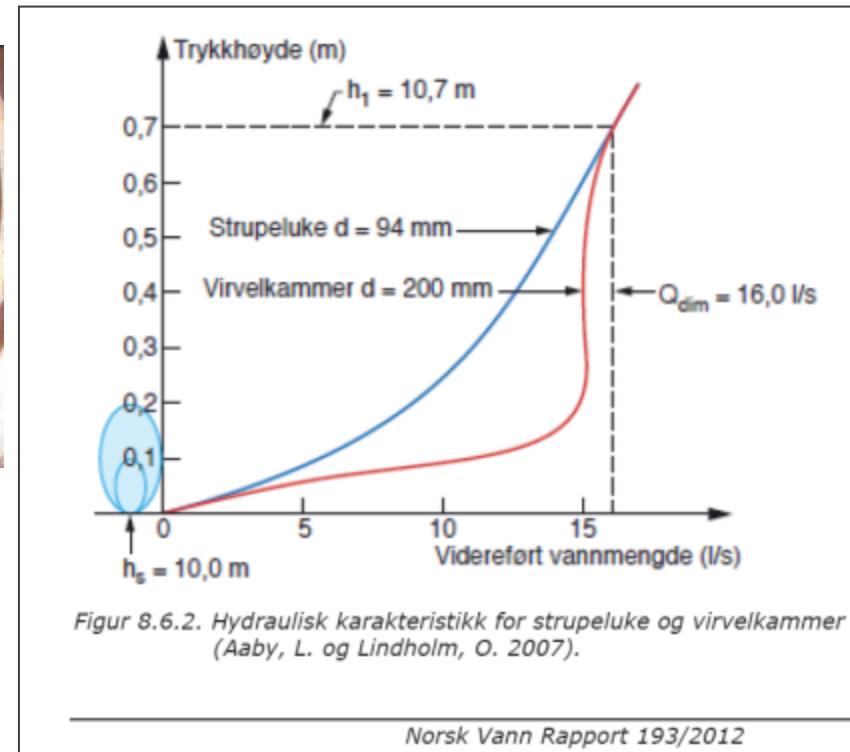
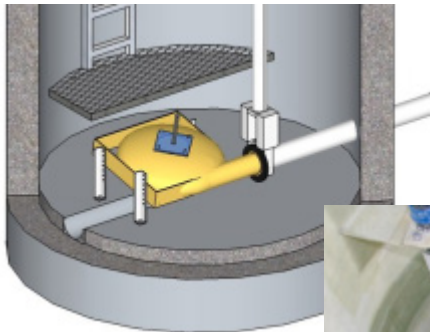
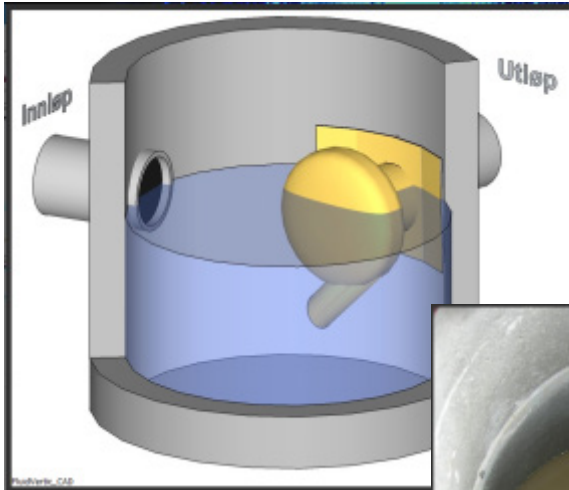
PLAN

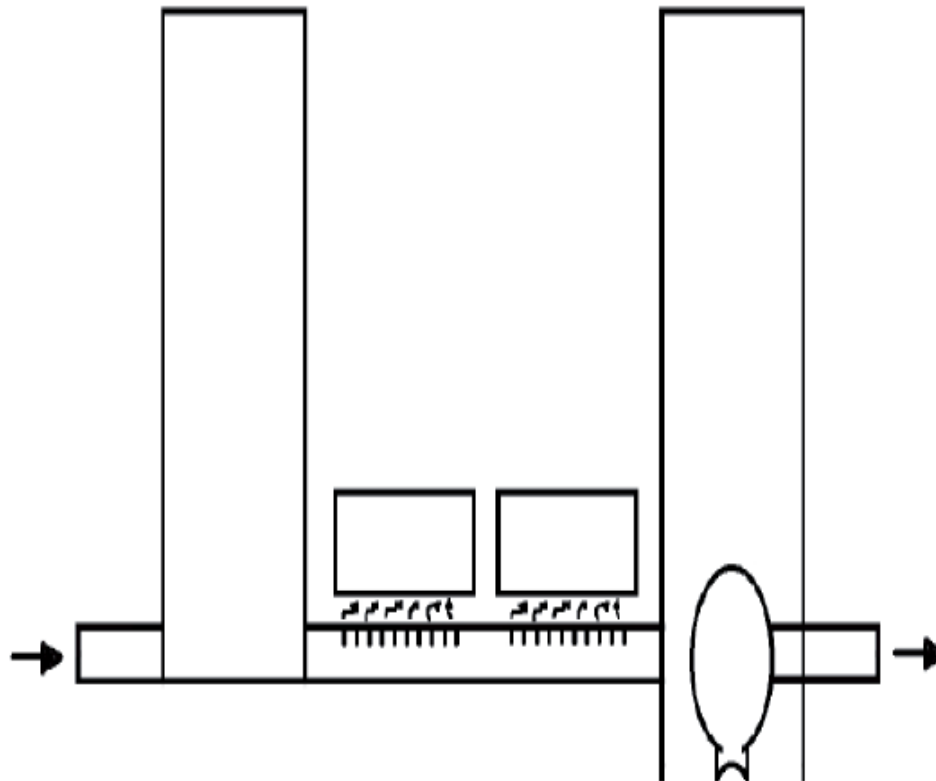


Vannmengderegulator

Virvelkammer vs strupet utløp.

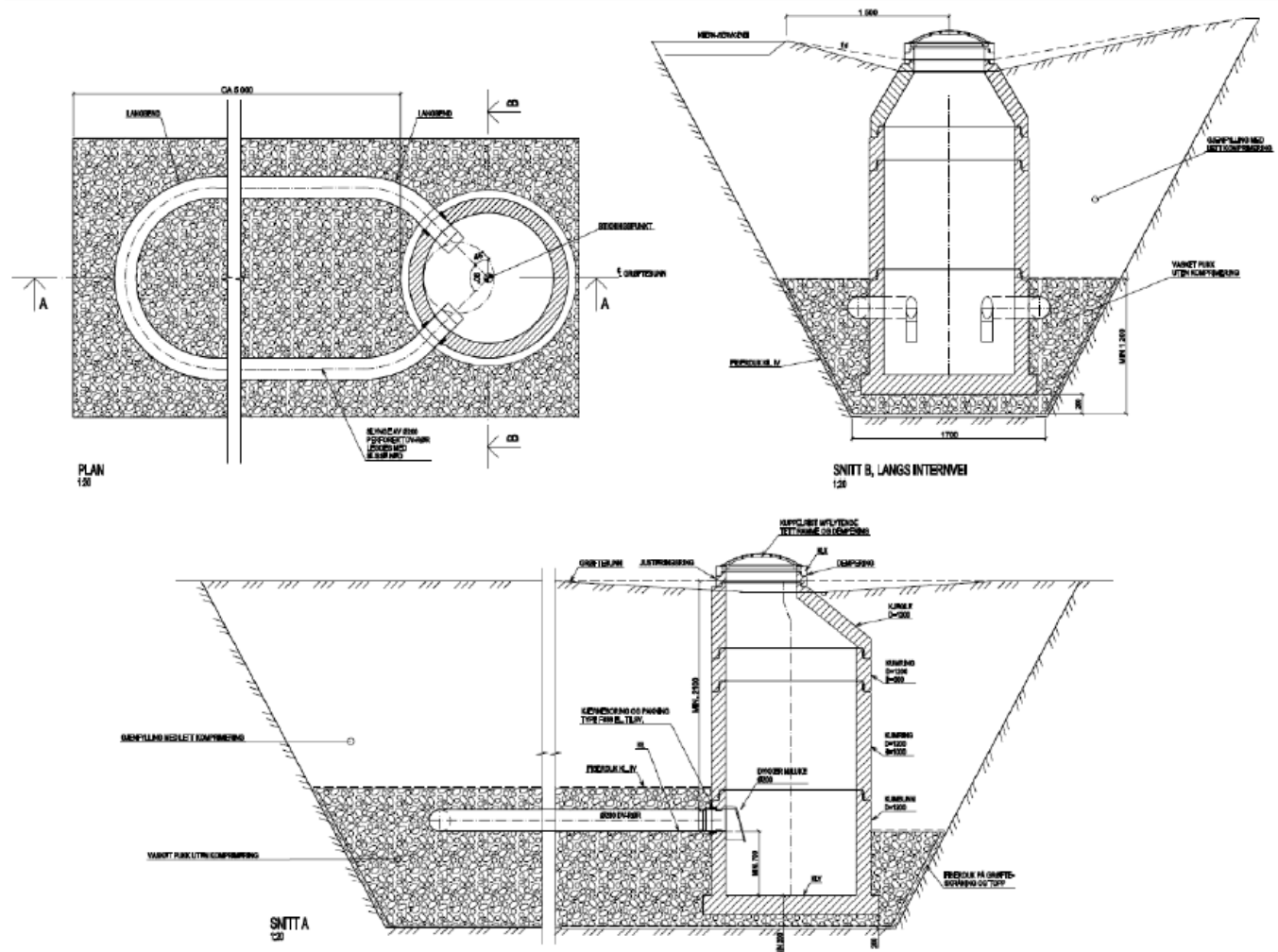
Skarpkantet utløp: $Q_v = C_0 \cdot A \cdot (2gh)^{0,5}$





Figur 4; Anbefalt arrangement

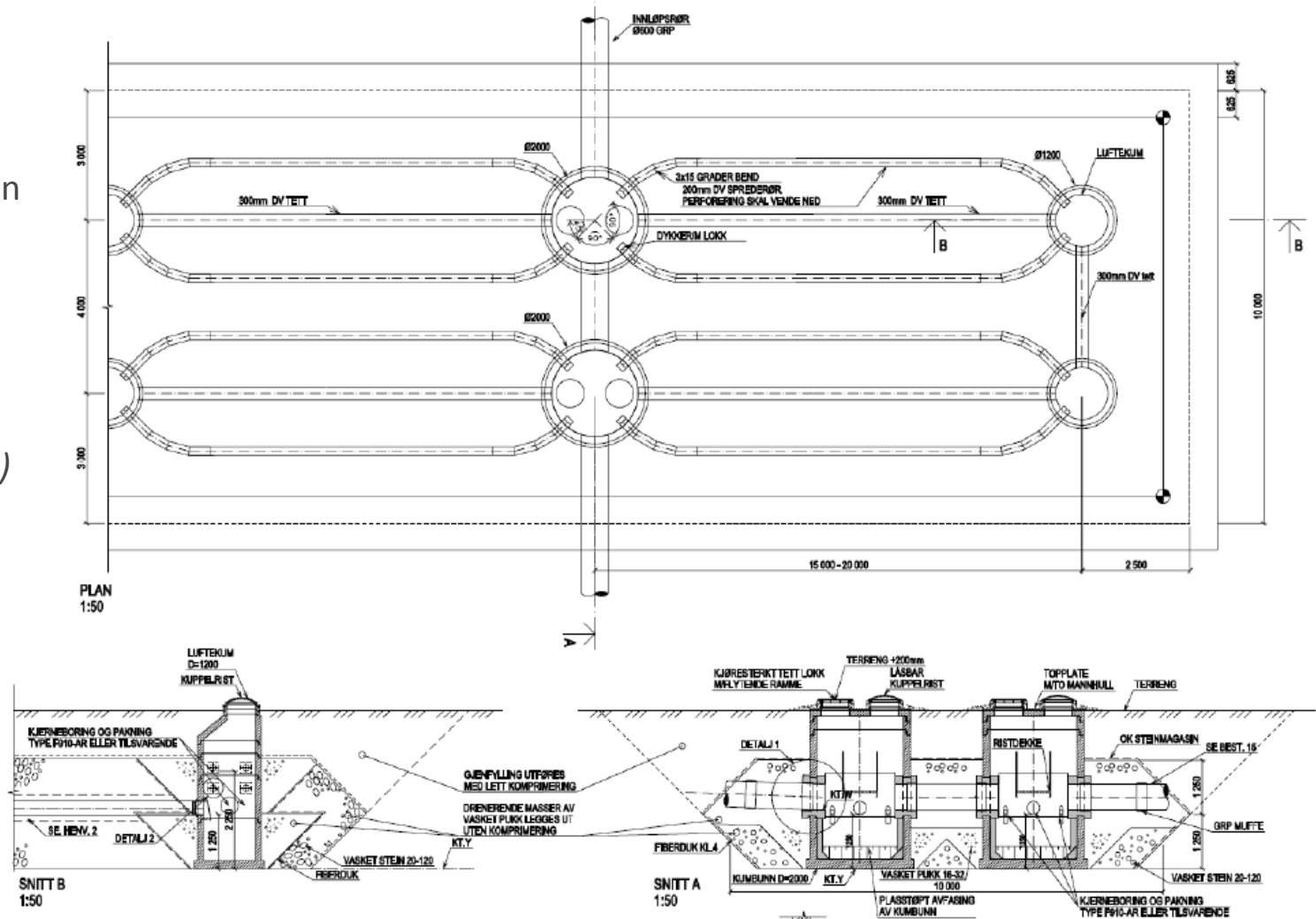
Fordrøyning for infiltrasjon



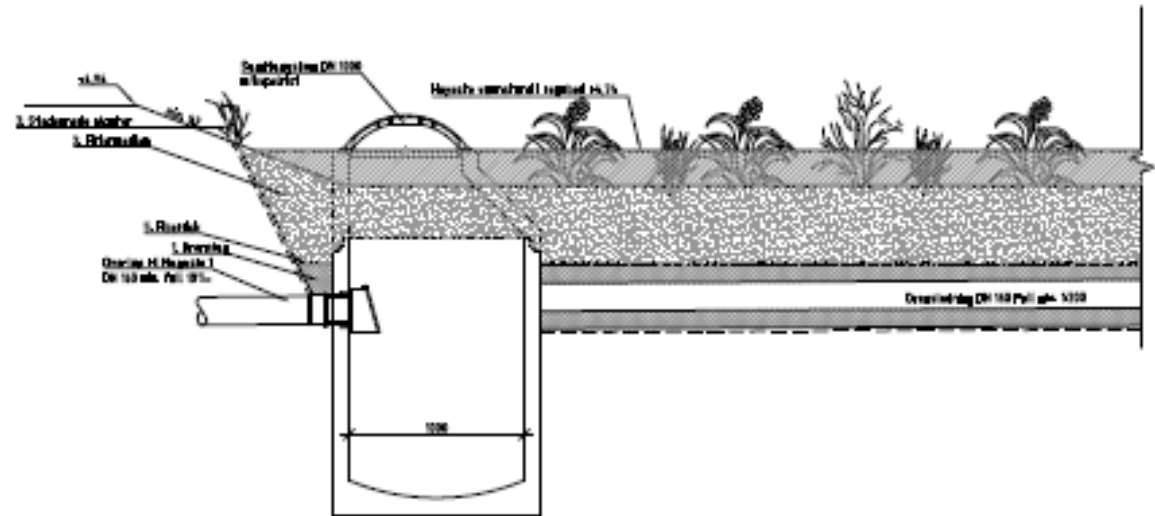
Cowi/Håkon Reksten
 Hovedplan
 vannhåndtering
 Oslo Lufthavn/
 Stormwater
 challenges at
 Oslo Airport (NTNU)

Fordrøyning for infiltrasjon

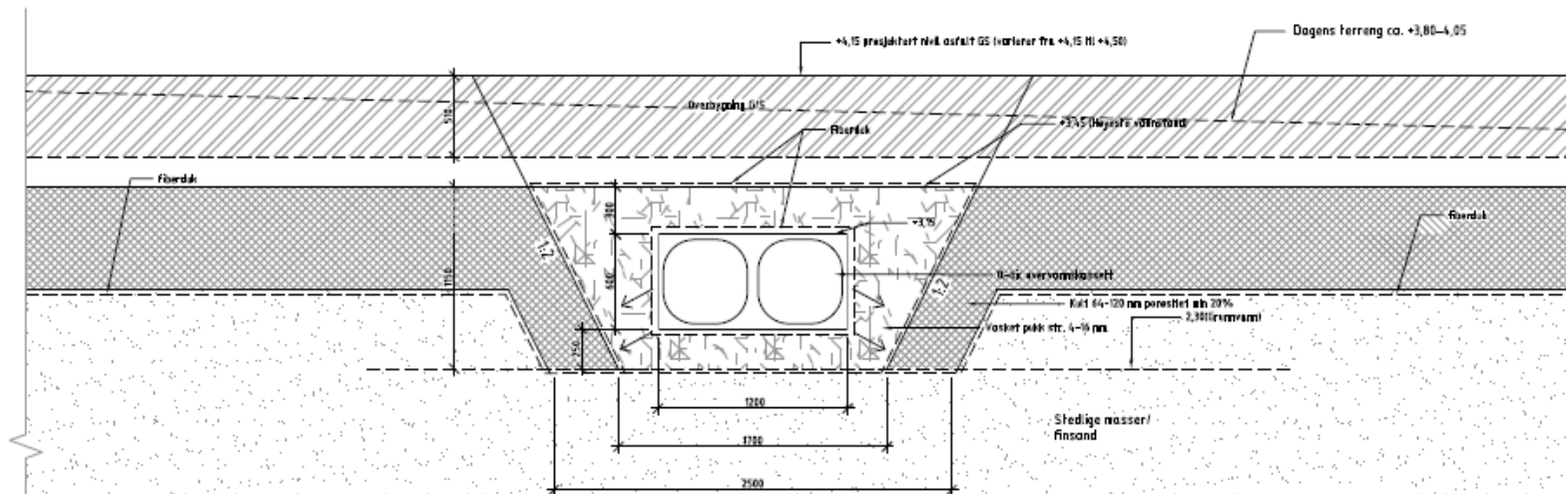
Cowi/Håkon Reksten
Hovedplan
vannhåndtering
Oslo Lufthavn/
Stormwater
challenges at
Oslo Airport (NTNU)



Architectural site plan of Block WATNE AS DIGNA SENTRUM. The plan shows a large rectangular building complex with various colored zones: blue for parking, yellow for a central courtyard, green for landscaping, and pink for a specific building section. Numerous red annotations, including 'DEL 1', 'DEL 2', and 'DEL 4', are overlaid on the plan, indicating specific design or construction details. The plan also shows surrounding streets, other buildings, and utility lines. A scale bar and north arrow are present in the bottom right corner.



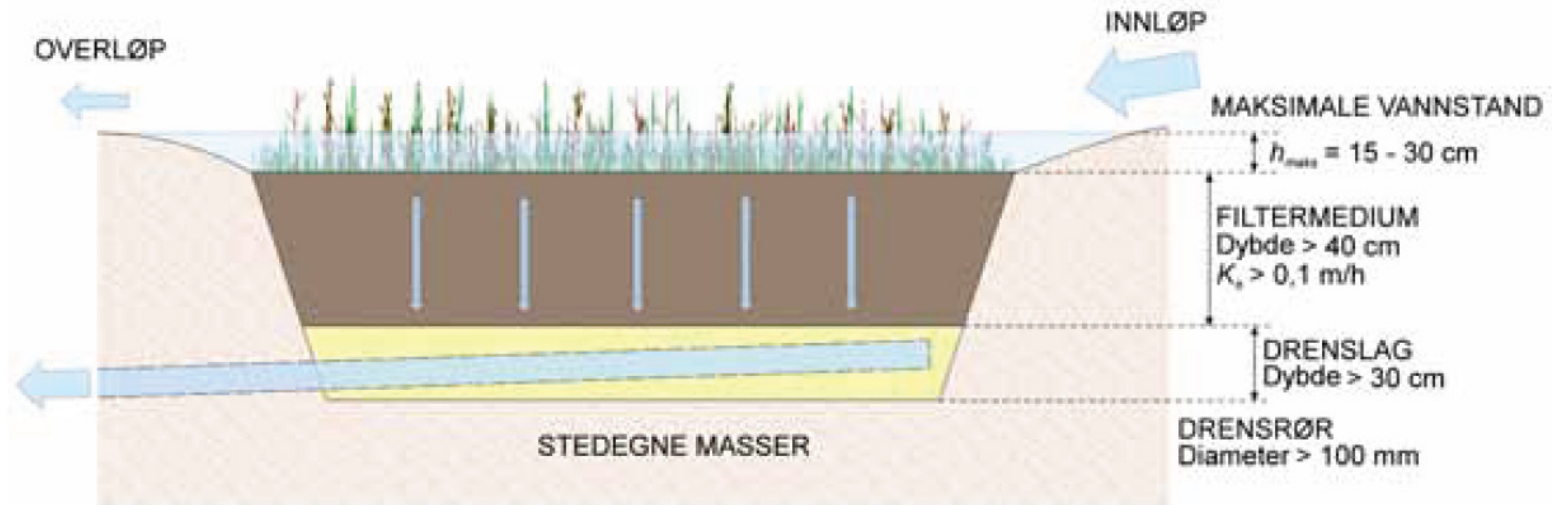
Magasin 3. Snitt G-G.
M: 1:20



Strinda videregående skole



Regn-bed, prinsipptegning



Figur 1. Regnbed på leirjord, med utskiftet filtermedium og drenering.

VANN | 01 2013

**Forslag til dimensjonering og utforming
av regnbed for norske forhold**

Av Kim H. Paus og Bent C. Braskerud

Kim H. Paus er PhD student ved institutt for vann- og miljøteknikk, NTNU.
Bent C. Braskerud er forsker ved NVE.

Regn-bed, Risvollan 2010

multiconsult.no



Regn-bed, Cody Wyoming

multiconsult.no



Regn-bed, Cody Wyoming

multiconsult.no



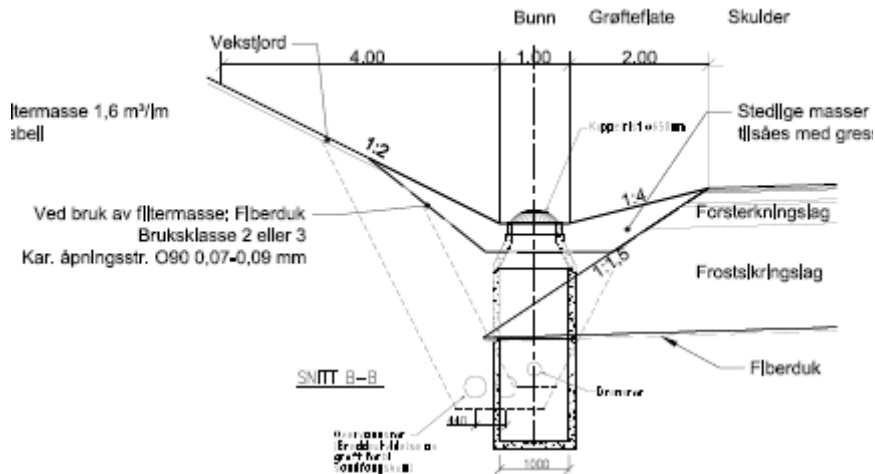
Åpne grøfter og dammer

Malmø



Åpne grøfter og dammer

Infiltrasjonsmasser i vegggrøft



COWI



Figur 17. Jordprofil i grøft ved E6 Jessheim N (foto COWI, mai 1994).

Statens vegvesen Region øst,
E6-prosjektet Gardermoen - Biri

Infiltrasjon av overvann i grøft

Målingene ble utført på 3 steder i bunn grøft med følgende resultat for gjennomsnittlig infiltrasjonkapasitet:

- Gjennom grasdekket/overflaten = 4 m/døgn (1,8 – 7,0 m/døgn)
- I underliggende sandjord = 11 m/døgn (5,1 – 19,6 m/døgn)

Infiltrasjonkapasiteten i grøfteoverflaten lå i størrelsesorden på 30 % av kapasiteten i underliggende masser.

Graset vokser seg gjennom slammet som tilføres grøfta. Tett grasvegetasjon er svært viktig for å opprettholde god infiltrasjonsevne i grøfta over mange år.

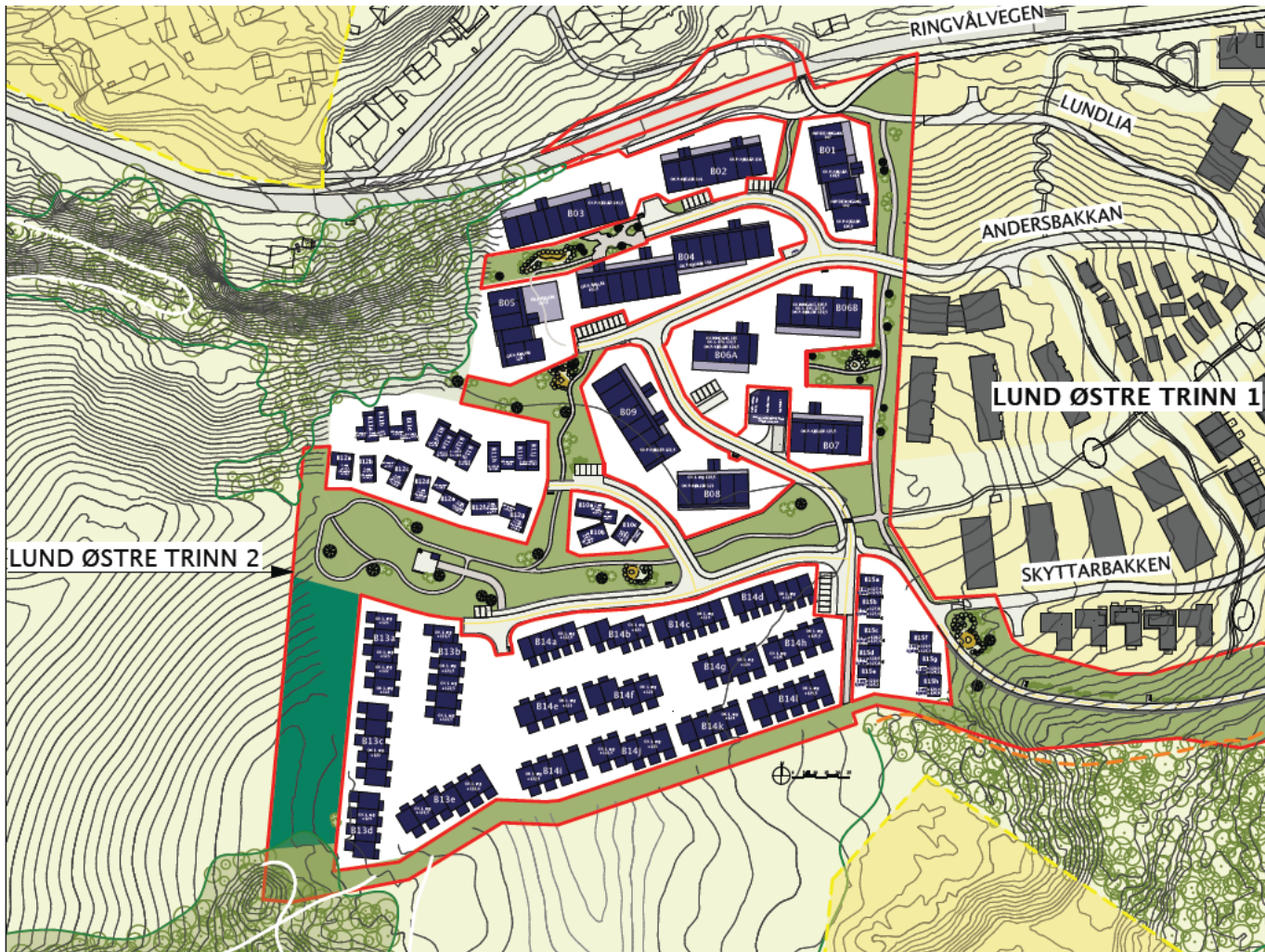


Figur 16. Tilslamming i grøft langs E6 Jessheim N (foto COWI, mai 1994).

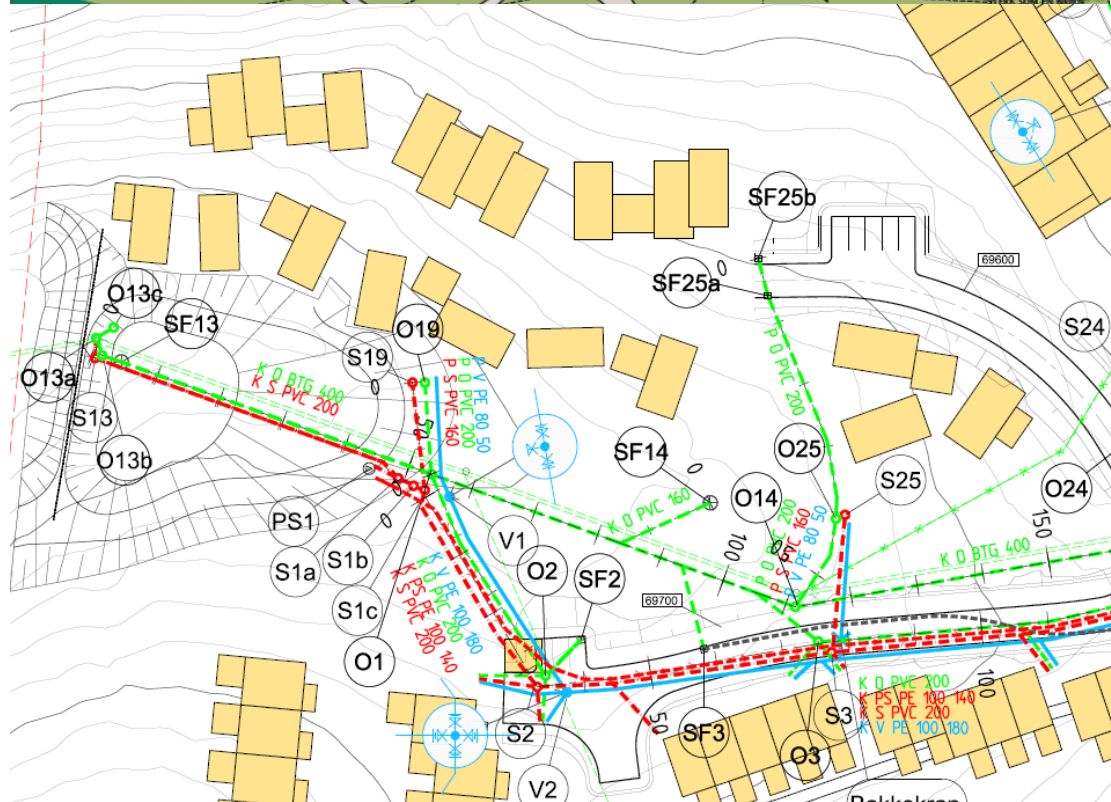
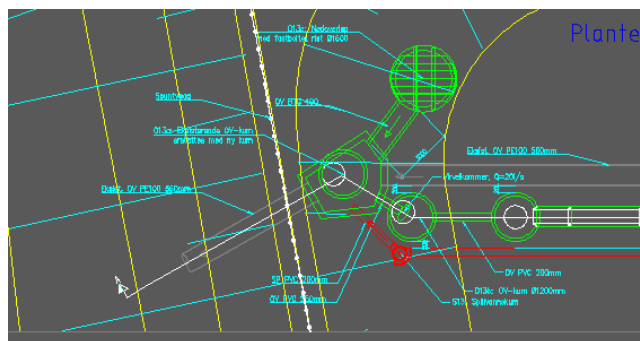
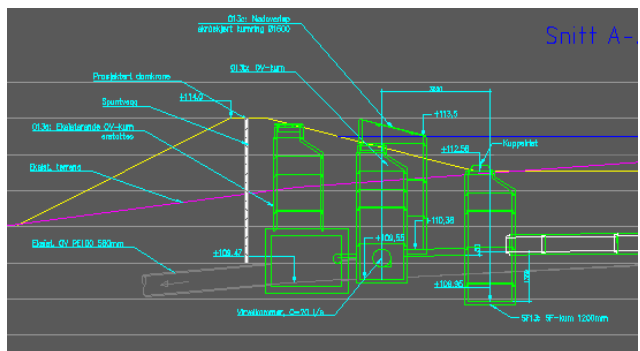
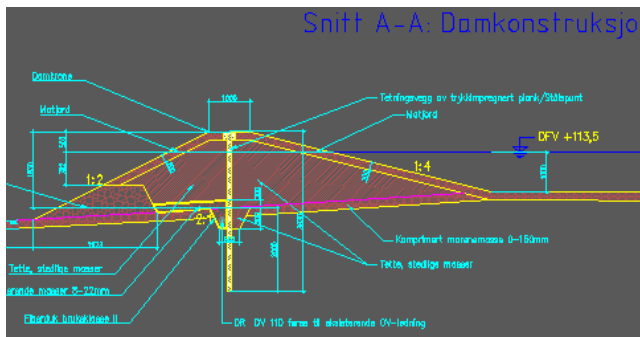


Lund Østre, trinn 2

Under bygging,
ca 400 boliger



Lund Østre, trinn 2



Åpne dammer, Utleir øst

multiconsult.no



Grønne tak



Forsøkstak
fra Malmø

Grønne tak



Forsøkestak
på Høvringen

Grønne tak
kan utgjøre
fordrøyning
tilsvarende
5 mm

På dette taket på Høvringen rensanlegg skal forskningssenteret Klima 2050 våren 2016 etablere en feltstasjon som skal finne løsningene som skal hindre oversvømmelser utløst av ekstremregn. FOTO: OLE MARTIN WOLD

Adressa, 21/10

KLIMA2050

CONSORTIUM

Private sector

SKANSKA

MESTERHUS
– det blir som avtalt

Multiconsult

 **Finans Norge**

weber
SAINT-GOBAIN

 **NORGESHUS**

isola

Public sector


Statens vegvesen


NVE

 **AVINOR**

 **Jernbaneverket**

 **STATSBYGG**

Research & education

 **SINTEF**

BI

 **NTNU**

 **Meteorologisk
institutt**

NGI

Veiledere - VA Miljøblad

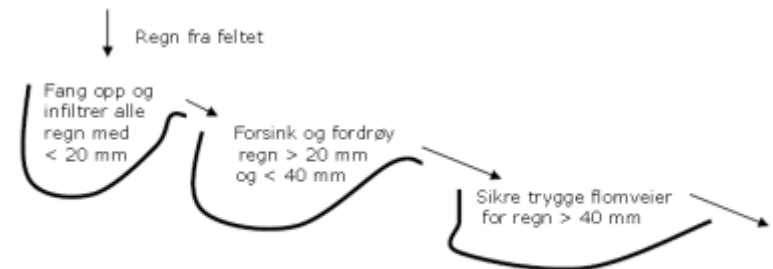
	Overflateinfiltrasjon			Nr. 92
	PLAN	TRANSPORTSYSTEM	AVLØP	2009

	Åpne Flomveier			Nr. 93
	PLAN	TRANSPORTSYSTEM	AVLØP	2009

	Fordrøyning av overvann			Nr. 104
	PLAN	TRANSPORTSYSTEM	AVLØP	2012

	Regnbed, renner og nedsivningsarealer			Nr. 106
	PLAN HÅNTERING AVLØP			2013

	Grønne tak			Nr. 107
	PLAN	HÅNTERING	AVLØP	2013



Figur 2.2.2. **Treleddsstrategi.** Illustrasjon for håndtering av nedbør. Tallene er eksempler og må tilpasses lokalt.

REGNBED

FLOMDEMPING I SMÅ URBANE NEDBØRFELT

Faktaark versjon 1.0 April 2013

Enflood



NB 21 håndterer store vannmengder til tross for sin beskjedne størrelse.

Bent C. Braskerud, NVE og Kim H. Paus, NTNU
Kontakt: bcb@nve.no og kim.paus@ntnu.no



Bioforsk



NTNU

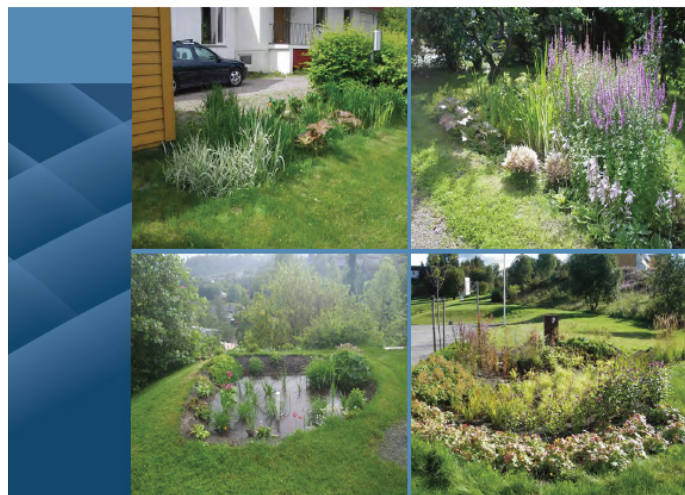
NVE



Anlegging av regnbed

En billedkavalkade over 4 anlagte regnbed

3
2013



R
A
P
P
O
R
T

Exflood



Exflood



Grønne tak og styrtregn

Effekten av ekstensive tak med sedumvegetasjon for redusert avrenning etter nedbør og snøsmelting i Oslo

Bent C. Braskerud

65
2014



R
A
P
P
O
R
T



Åpne flomveger i bebygde områder



