



Nye verktøy fra Klima 2050 for planlegging og håndtering av overvann

VA-dagene Midt-Norge, Hell
4. november 2021

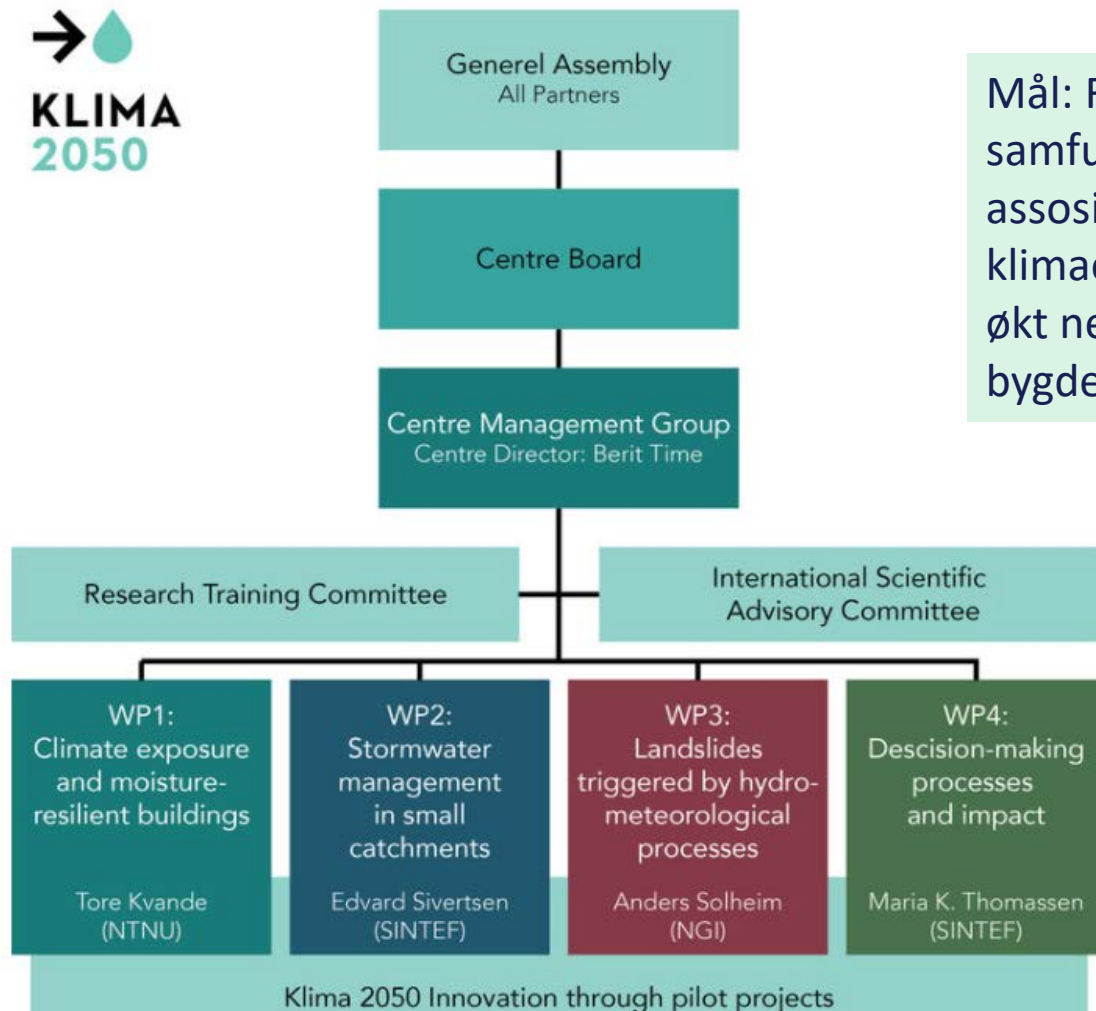
Edvard Sivertsen, SINTEF
(edvard.sivertsen@sintef.no)

(+ mange gode kolleger, studenter og samarbeidspartnere)



Innhold

1. Klima 2050
2. Nye verktøy
3. Pilotprosjektet Overvannshåndtering ZEB-laboratoriet
4. Pilotprosjektet Torvet i Trondheim
5. Spin-off prosjektet DRENSSTEIN



Mål: Redusere
samfunnsrisiko
assosiert med
klimaendringer og
økt nedbør på det
bygde miljø

CONSORTIUM

Private sector

SKANSKA

MESTERHUS

Multiconsult

Finans Norge

SKJÆVELAND
GRUPPEN

NORGESHUS

Leca

isola

Public sector


Statens vegvesen


NVE

AVINOR

 Jernbane-
direktoratet

 STATSBYGG

 TRONDHEIM KOMMUNE

Research & education

 SINTEF

BI

NTNU

 Meteorologisk
institutt

NGI



Noen eksempler på verktøy ...



Plan- og byggeprosess

Målsetningen med prosjektet har vært å utarbeide en anvisning for klimatilpasset bygning som er:

1. Overordnet og tverrfaglig
2. Kort og presis
3. Omhandler hele plan- og byggeprosessen, inkludert driftsfasen, for et tiltak

Nr. 12 - 2019

REPORT

KLIMATILPASSET BYGNING

*Anvisning for anskaffelse i
plan- og byggeprosessen*

Edvard Sivertsen, Kristin Elvebakk,
Tore Kvande og Berit Time





Bekkeåpning

- ✓ Klimatilpasningstiltak
- ✓ Naturmangfold
- ✓ Opplevelseskvaliteter
- ✓ Men, kan være komplisert og involvere mange parter/interesser ...
- ✓ (Anvisningen også nyttig som veileder for implementering av andre naturbaserte løsninger)



**KLIMA
2050**

RAPPORT

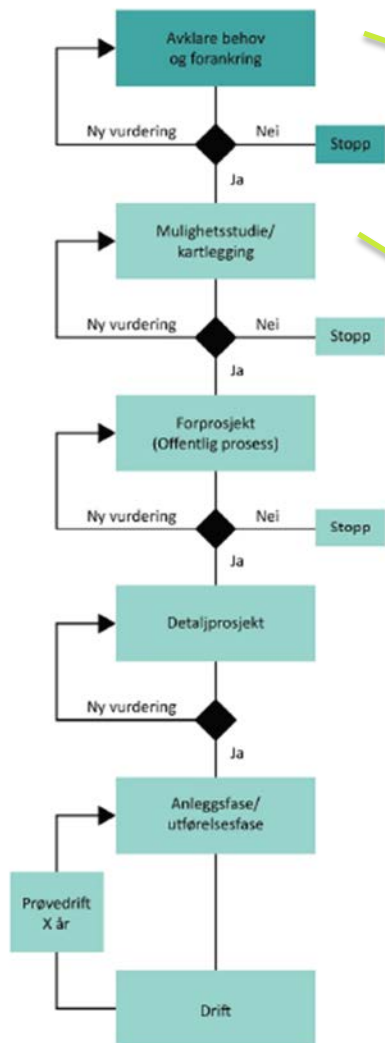
Nr. 25 – 2021

BEKKEÅPNING SOM KLIMATILPASNINGSTILTAK

*En overordnet og flerfaglig
anvisning*

Sivertsen, Bruaset, Bø, Johannessen,
Klausen, Nøst, Solli og Time





Utvalgskriterier, verktøy for matet						
Utvalgskriterier (skjemaer)	Mil i kommuneplass	Nedlagte/ekte potensielle - konflikter oppstrøms eller nedstrøms tittak	Er det behov for tittak	Arbeidsbæret og (naturlig) tressvåk - kontinuitet i tressvåk	Finansiering og driftkostnader (sakhet, "lysses", utbyggingskostnader, SVV/penkane)	Eierforhold - potensielle for konflikter
Overvannshåndtering og mulighet for separering						
Flomhåndtering						
Biologisk mangfold (fiskegjeter)						
Landskap (arkitektur)						
Folkeliv (kultur, grøntrom, rekreasjon) og friluftsliv						

Matrisen kan brukes med et betinget fargevalg basert på denne skalen (autt 1, 2 eller 3)			
Skulering av effekter/nytte/problem	Høy effekt/nytte	Endel	3
	Middels effekt/nytte	Nøytral	2
	Lav effekt/nytte	Vanskelig	1

Fase: Mulighetsstudie/kartlegging												
Tema		Kritiske spørsmål		Fag som bør involveres								Eksempler på relevante kilder, retningslinjer og verktøy
				1	2	3	4	5	6	7	8	

Fase: Mulighetsstudie/kartlegging fortsetter												
Tema		Kritiske spørsmål		Fag som bør involveres								Eksempler på relevante kilder, retningslinjer og verktøy
				1	2	3	4	5	6	7	8	

Fase: Mulighetsstudie/kartlegging fortsetter												
Tema		Kritiske spørsmål		Fag som bør involveres								Eksempler på relevante kilder, retningslinjer og verktøy
				1	2	3	4	5	6	7	8	

Avklare behov og forankring - tidlig utsjekk

Brukt i et tenkt eksempel, Klæbu

Utsjekk-kriterier (kolonner) Effekter og nytteverdier en bekkeåpning kan ha (rader)	Mål i kommuneplan	Nedslagsfeltets potensiale - konflikt opp- strøms eller nedstrøms tiltak	Er det behov for tiltak	Arealbehov og (naturlig) trasévalg - kontinuitet i trasévalg	Finansiering og driftkost- nader (selvkost, "bykasse", utbyggingsavtaler, SVV/jernbane)	Eierforhold - potensiale for konflikter
Overvannshåndtering og mulighet for separering	3	1	2	3	2	3
Flomhåndtering	3	3	1			
Biologisk mangfold (funksjon)	1	1	1			
Landskap (arkitektonisk)	1	1	3			
Folkehelse (utsikt, grøntareal, rekreasjon) og friluftsliv	1	1	3			



Dokumentasjon

- ✓ Systematisk dokumentasjon av naturbaserte løsninger
- ✓ Enkelt å finne riktig informasjon
- ✓ Enkel sammenligning av løsninger
- ✓ Dekker krav til FDVU-dokumentasjon i NS3456



Nivå 1
Hovedkategorier
Fast struktur

Nivå 2
Underkategorier
Fast struktur

Nivå 3
Spesifisering
Varierende struktur

Input

Kap.	Hovedkategori	Underkategori	Spesifisering	Beskrivelse
6	Drift	6.1	Bruksanvisning	6.1.1 Generell anvisning for bruk
				6.1.2 Anvisning for bruk av tekniske installasjoner
				6.1.3 Anvisning for bruk av spesifikke hydrauliske installasjoner
		6.2	Regelmessig inspeksjon	6.2.1 Type håndtering
				6.2.2 Frekvens

Kap.	Hovedkategori	Underkategori	Spesifisering	Beskrivelse
7	Vedlikehold	7.1	Regelmessig vedlikehold	7.1.1 Type håndtering
				7.1.2 Frekvens
				7.1.3 Prosedyre
				7.1.4 Ansvar
				7.1.5 Løsningsspesifikke krav
		7.2	Utbedringsiltak	7.2.1 Type håndtering
				7.2.2 Prosedyre
				7.2.3 Ansvar
				7.2.4 Løsningsspesifikke krav

- ✓ Utvikle et sett med enkle indikatorer som kan hjelpe kommunene med å følge opp arbeidet på klimatilpasning
- ✓ Beskriver mulige kilder til data og hvordan man kan beregne indikatorene
- ✓ Anvisningen skal være:
 - ✓ Enkel og kortfattet
 - ✓ Praktisk

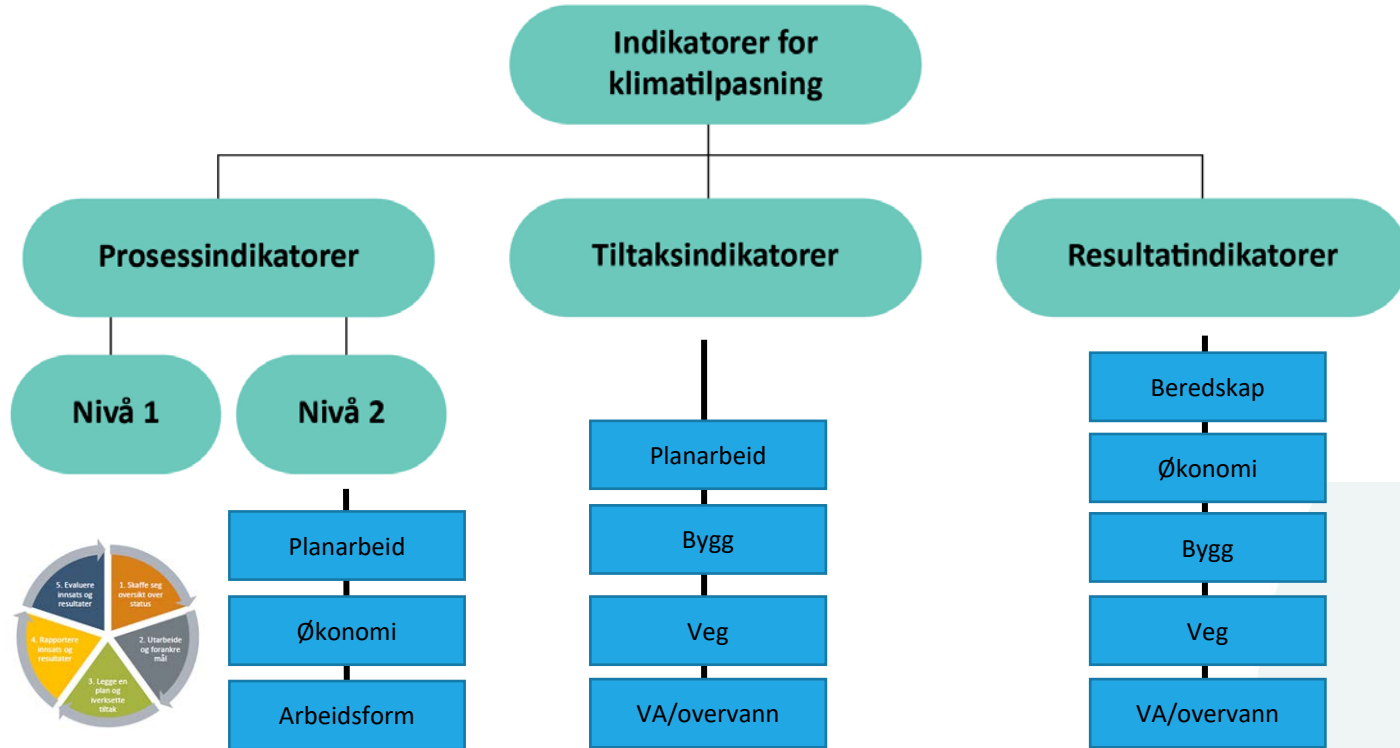


INDIKATORER FOR MÅLING AV KLIMATILPASNING AV AREALER, BYGNINGER OG INFRASTRUKTUR I KOMMUNER

Anvising og rammeverk

Sivertsen, Sandberg, Fjellheim, Solli,
Strømø, Lilledal, Andreassen, Time





[illegible]



Plassering av infiltrasjonsløsninger

- ✓ Forslag til framgangsmåte i seks trinn
- ✓ Finner mulige lokasjoner som er tilgjengelig for infiltrasjon
- ✓ Vurderer egnethet til disse
- ✓ Kopler dette med feltdata av infiltrasjonsskapasitet

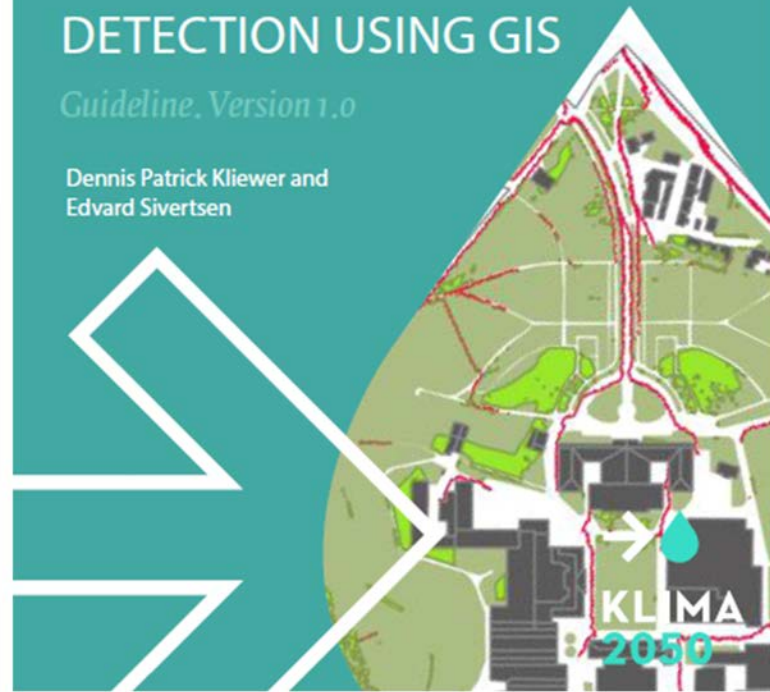
Nr. 15 - 2019

REPORT

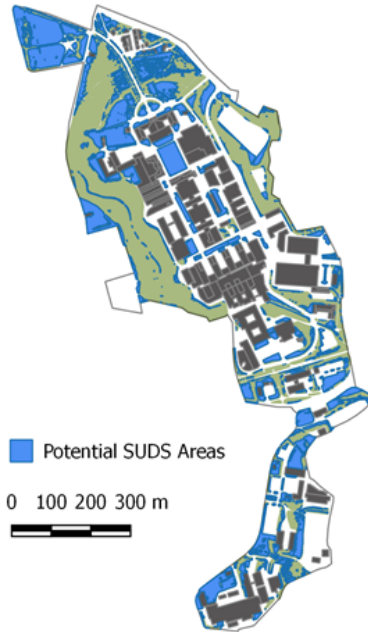
SUSTAINABLE URBAN DRAIN- AGE SYSTEMS (SUDS) AREA DETECTION USING GIS

Guideline, Version 1.0

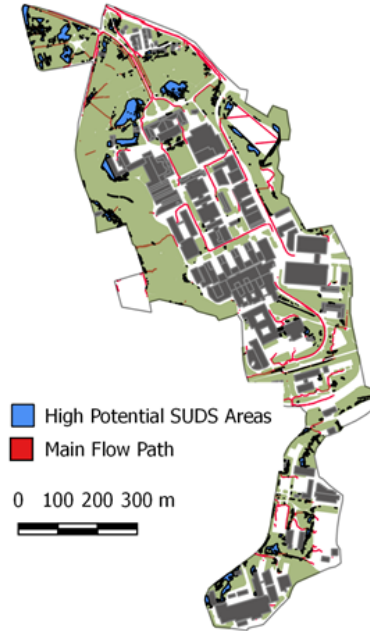
Dennis Patrick Kliewer and
Edvard Sivertsen



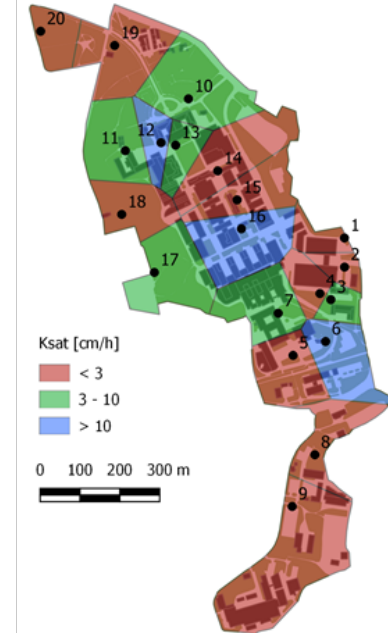
Mulige lokasjoner for infiltrasjonsløsninger



Gode lokasjoner for infiltrasjonsløsninger



Målt infiltrasjonskapasitet



DEFINITION OF PILOT

HOVRINGEN: BLUE-GREEN/GREY ROOFS

STAVANGER AIRPORT SOLA: DE-ICING

OVASE: STORMWATER KNOWLEDGE PORTAL

LARIMIT: LANDSLIDE MITIGATION PORTAL

SVEABAKKEN: WOODEN ROOF

FV505: STORMWATER CLEAN-UP

TRONDHEIM TOWN SQUARE: STORMWATER

NETWORK CLIMATE ADAPTATION

LONGYEARBYEN: COMPACT ROOF

ZEB LABORATORY

R5: BLUE-GREEN ROOF REBUILDING

RAILWAY CORRIDORS

RV3: STORMWATER AND MAINTENANCE

TROLLSTIGEN: EARLY WARNING

ÅSMOTUNET: UNVENTED FOUNDATION

STORMWATER PLANNING

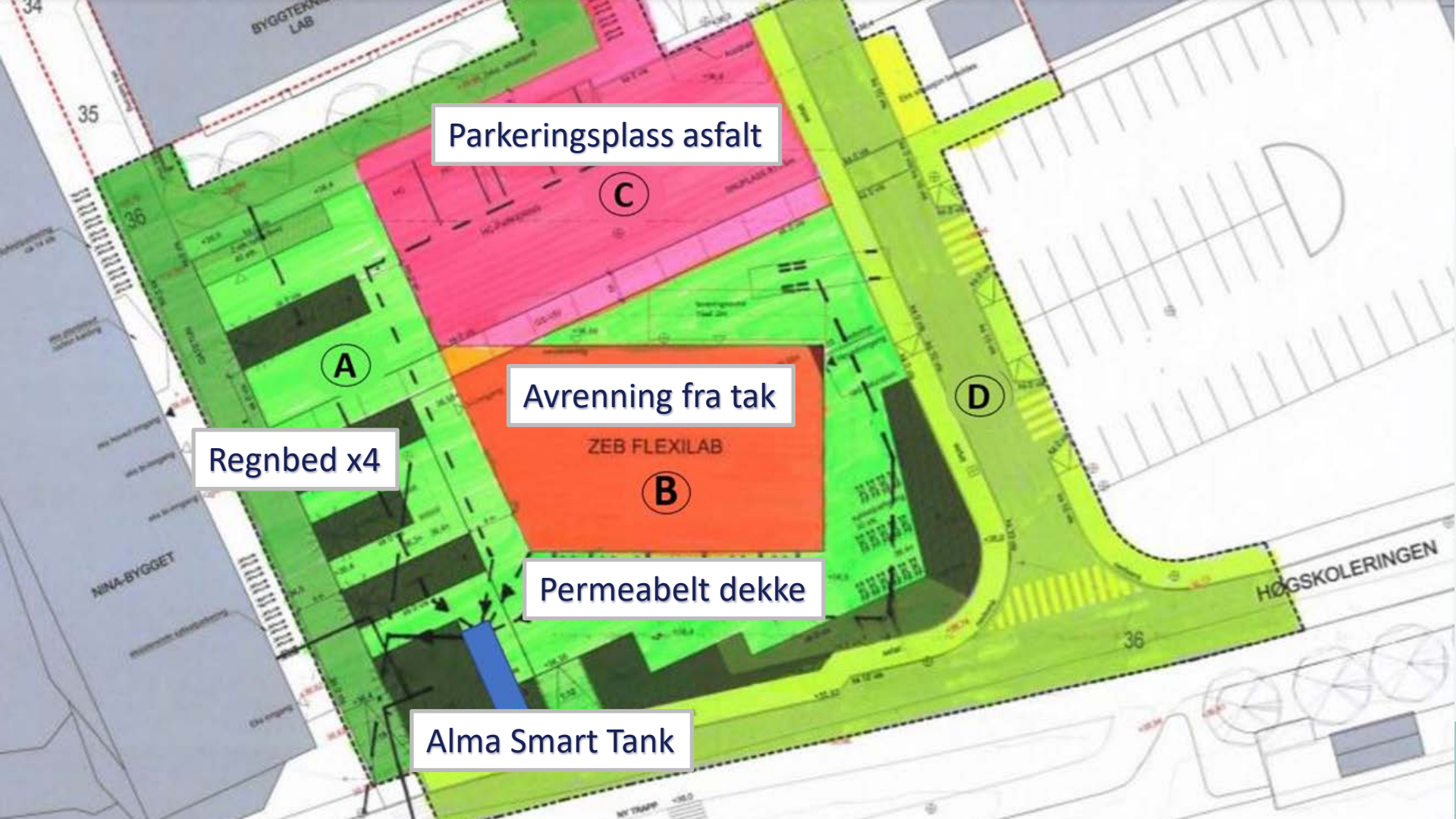
Klima2050 piloter



ZEB LABORATORY

Climate adaptation of a zero emission building

Partnere: SINTEF, NTNU, Multiconsult, Isola,
Skjævelandgruppen, Trondheim kommune, Statsbygg



Parkeringsplass asfalt

C

Avrenning fra tak

ZEB FLEXILAB

B

Regnbed x4

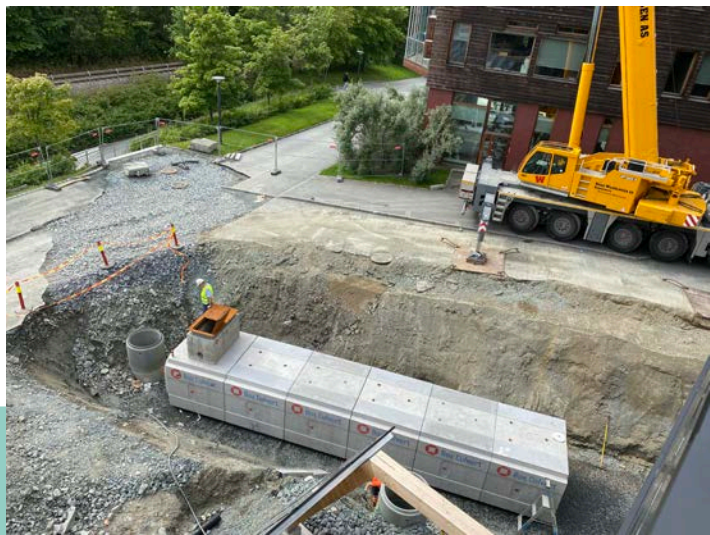
A

Permeabelt dekke

D

Alma Smart Tank

HØGSKOLERINGEN



Alma Smart Tank samler tsilvann og overvann.
Består av et nyttevolum og et forsinkelsesvolum.

Eksempler på bruksområder:

- Vannforsyning til toaletter
- Vanning av grønntområder
- Varmeveksler / klimavegg
- Forsinket avrenning

Alma Smart Tank

ZEB Flexible Lab, Trondheim

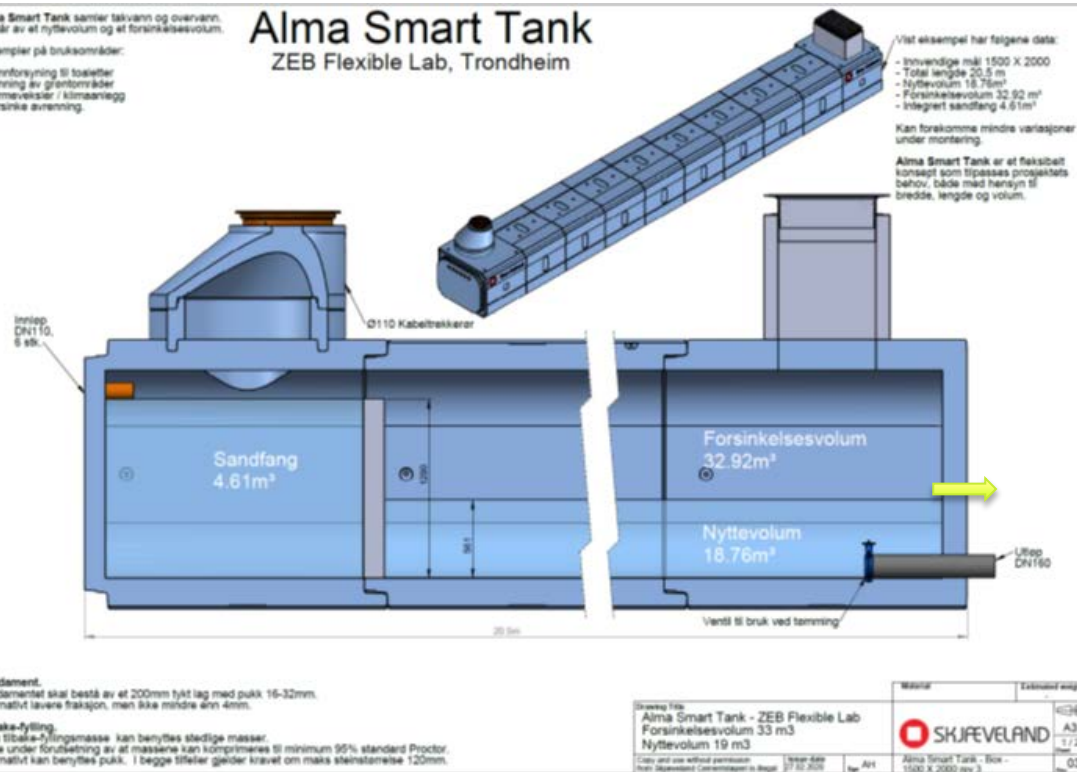


Foto: Tore Kvande (NTNU)

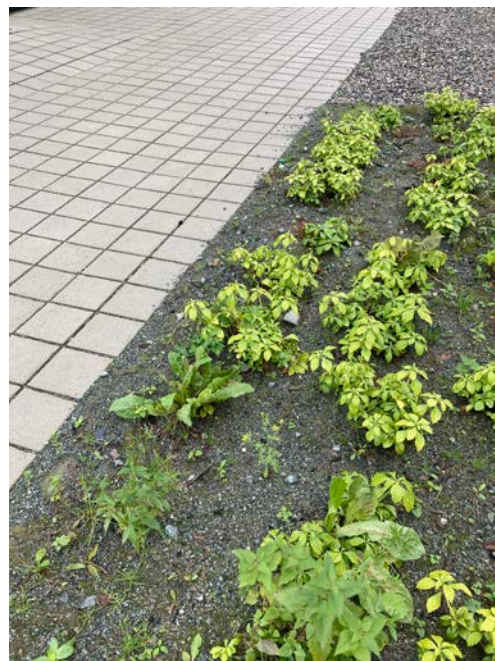


Foto: Edvard Sivertsen (SINTEF)



Illustrasjon: Agraff AS/ Visualis

Partnere: Trondheim kommune, Multiconsult, Skjævelandgruppen, SINTEF og NTNU



Løsning

- ✓ Infiltrasjon + fordrøyning
- ✓ Koblet i serie



Foto: Edvard Sivertsen

Master's thesis

NTNU
Norwegian University of Science and Technology
Faculty of Engineering
Department of Civil and Environmental Engineering

Pernille Moe Sagli

Infiltration based systems for stormwater management with multipurpose use

Master's thesis in Civil and Environmental Engineering
Supervisor: Tone Merete Muthanna
June 2020

Master's thesis

NTNU
Norwegian University of Science and Technology
Faculty of Engineering
Department of Civil and Environmental Engineering

Anette Vartdal

Modelling of a Combined Infiltration and Detention Solution with Investigation of System Performance

Master's thesis in Civil and Environmental Engineering
Supervisor: Tone Merete Muthanna
Co-supervisor: Birgitte Gisvold Johannessen
June 2021

30.06-08.08.2020

Q-inn 1266 m³

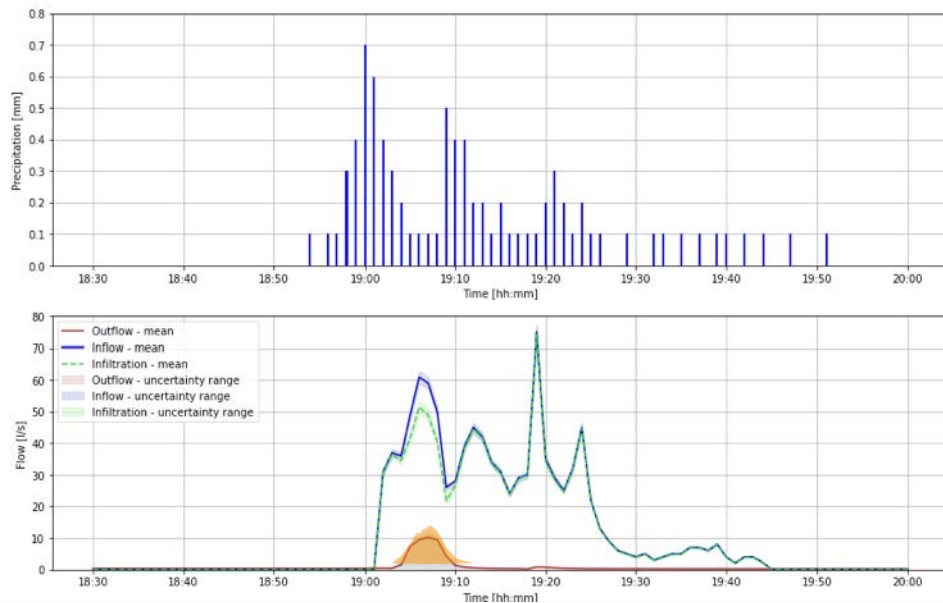
Q-ut 71 m³

Ingen nedbørstasjoner på Torvet

Andre stasjoner viste:

120-170 mm

(beregnet til 1390-1940 m³)



18.07.2020

Q-inn 67,8 m³

Q-ut 2,4 m³

Ingen nedbørstasjoner på Torvet

Andre stasjoner viste:

7-10 mm på 30 min

Intensitet 0,2-0,3 mm/min

Figur fra Vartdal, 2020

30.06-08.08.2020

Q-inn 1266 m³

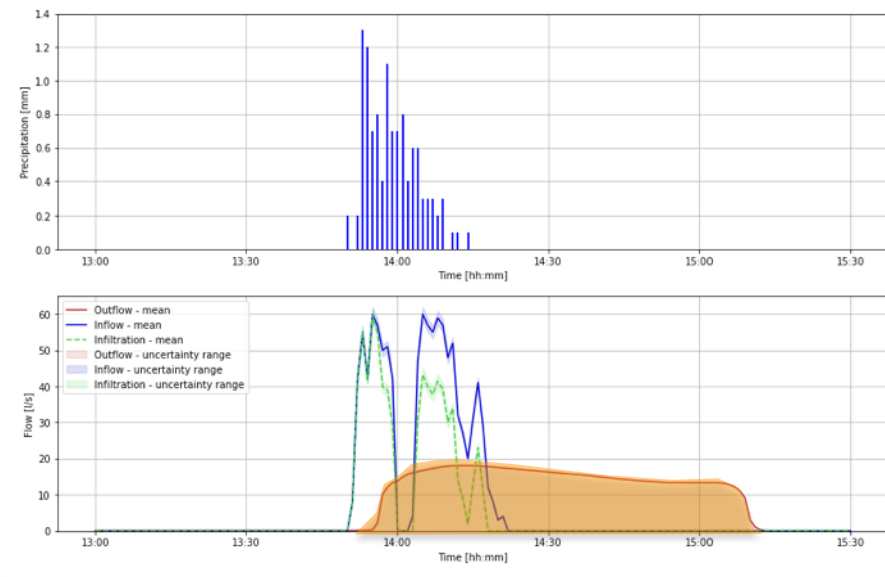
Q-ut 71 m³

Ingen nedbørstasjoner på Torvet

Andre stasjoner viste:

120-170 mm

(beregnet til 1390-1940 m³)



08.08.2020

Q-inn 80,8 m³

Q-ut 66,2 m³

Ingen nedbørstasjoner på Torvet

Andre stasjoner viste:

11-12 mm på 20 min

Intensitet 0,55-0,65 mm/min

Prosjekt DRENSSTEIN



Produsenter

Vikaune
Fabrikker

Asak
miljøstein

NB NORDLAND
BETONG

ASAK AS

(Produsent)
Rådgiver

 **STORM AQUA**



Forskning

 **SINTEF**

 **NTNU**



Prosjekteier:

- Vikaune Fabrikker, Stjørdal

Prosjektleder:

- Terje Gaarden (daglig leder)

Målsetning:

- Prosjektets hovedmål er å utvikle robuste og bærekraftige løsninger for permeable dekker med betongstein som har dokumenterte egenskaper i forhold til infiltrasjon og fordrøyning av overvann.

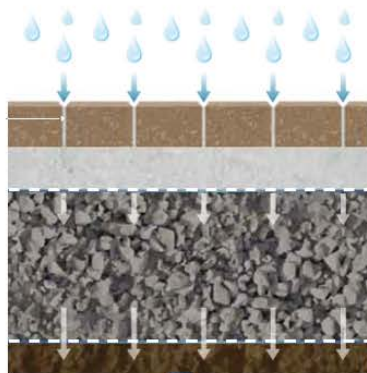
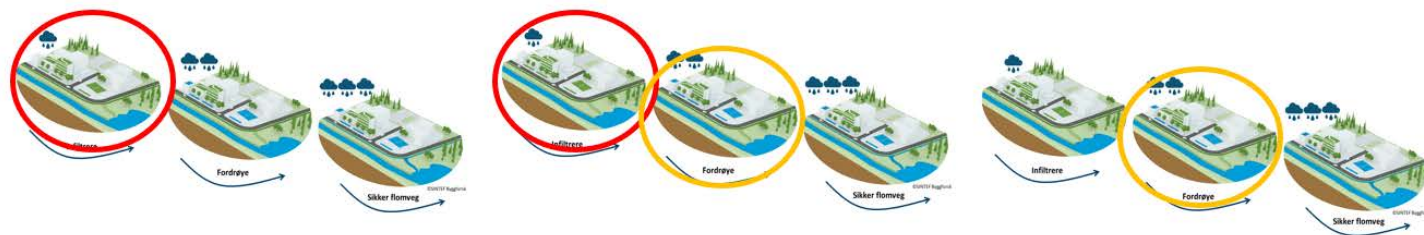
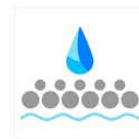
Varighet:

- 3-årig innovasjonsprosjekt i forskningsrådets BIA-program

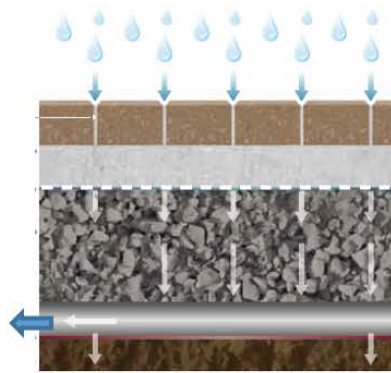
Budsjett:

- Ca 7 mill NOK totalramme, 2.7 mill NOK fra Norges Forskningsråd

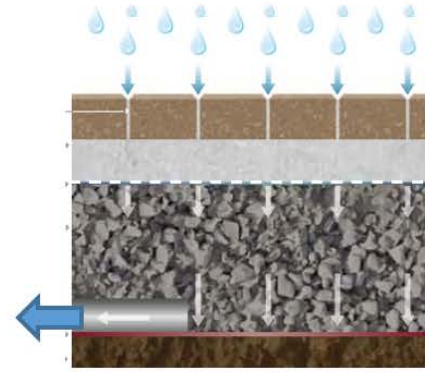
Permeable dekker – ulike løsninger



Alt vannet infiltreres
til grunnen



Noe vann infiltreres
og noe ledes til ledningsnett



Alt vannet ledes til ledningsnett



Værstasjon og kamera

Felt 2

Felt 3

Felt 1

Felt 4

Felt 5

Felt 6
(referanse)

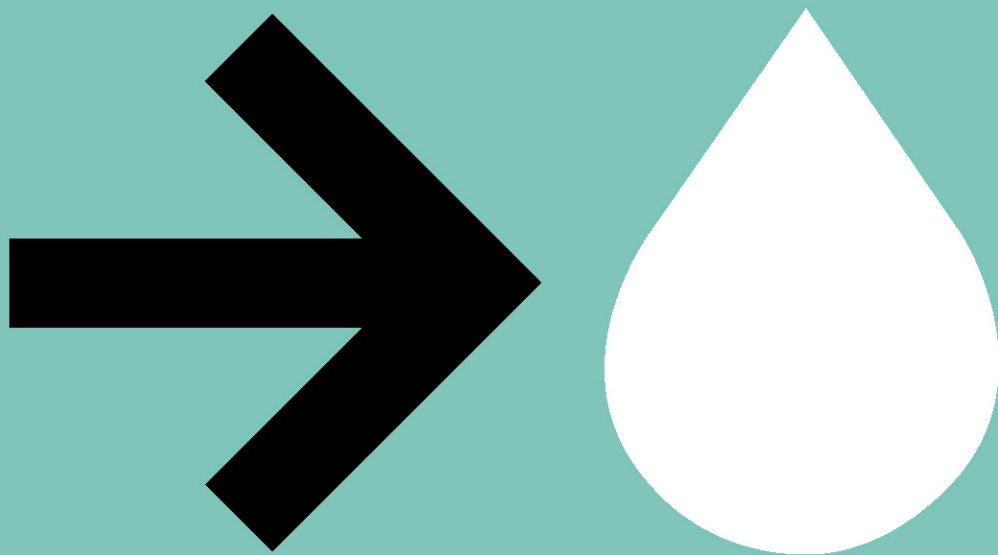
Felt 1-4: 100 m²

Felt 5-6: 72 m²

Måler avrenning fra felt 2, 3, 4 og 6

Temperaturprofil i felt 5 og 6

Varierende oppbygning og stein



www.klima2050.no