

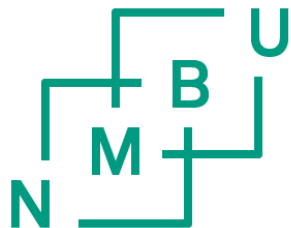
Hvordan kan kommunene møte et våtere og villere klima?

1.Feb 2023

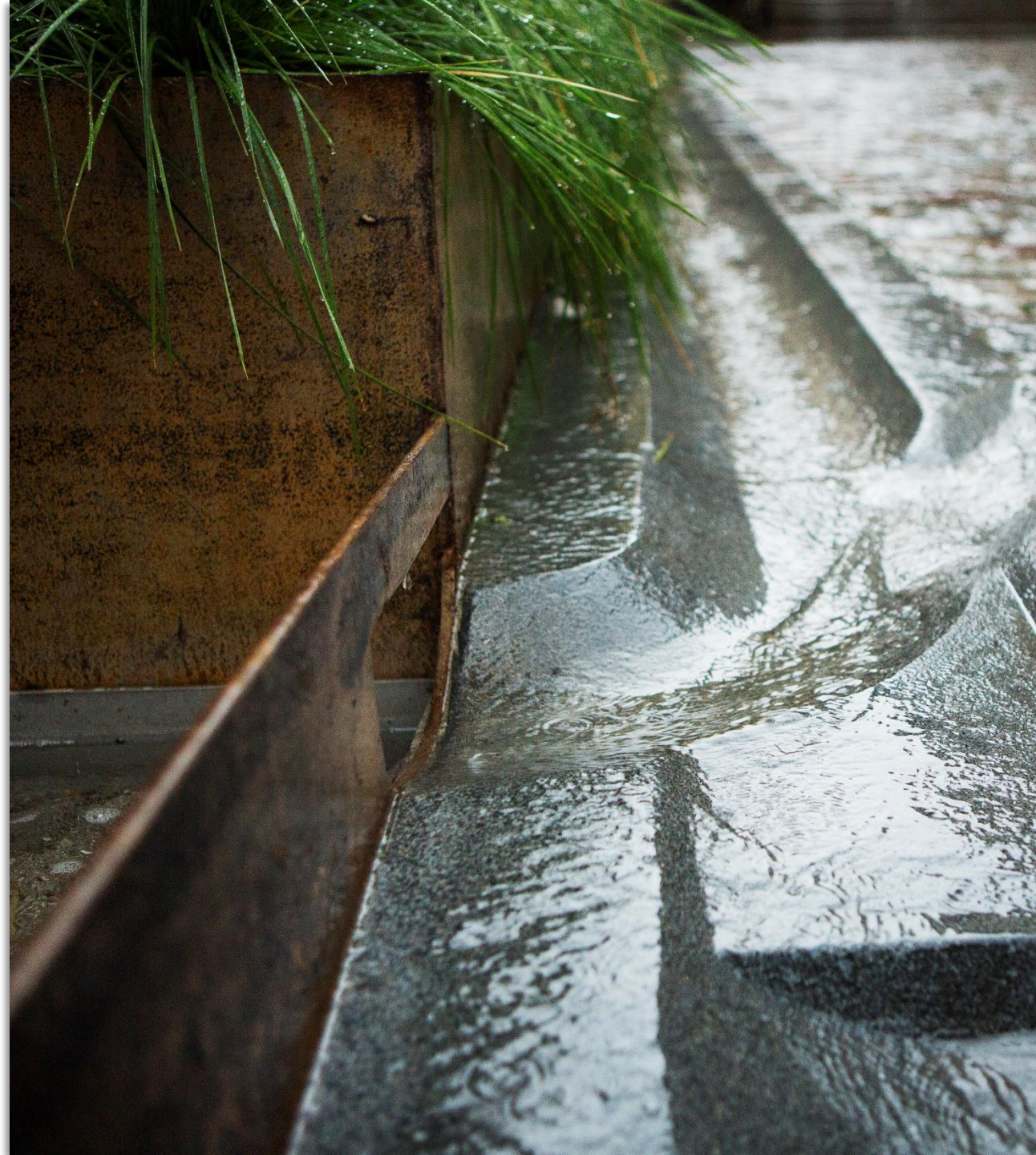
Nettverk klimatilpasning Trøndelag

Kim H. Paus

Førsteamanuensis, NMBU



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet





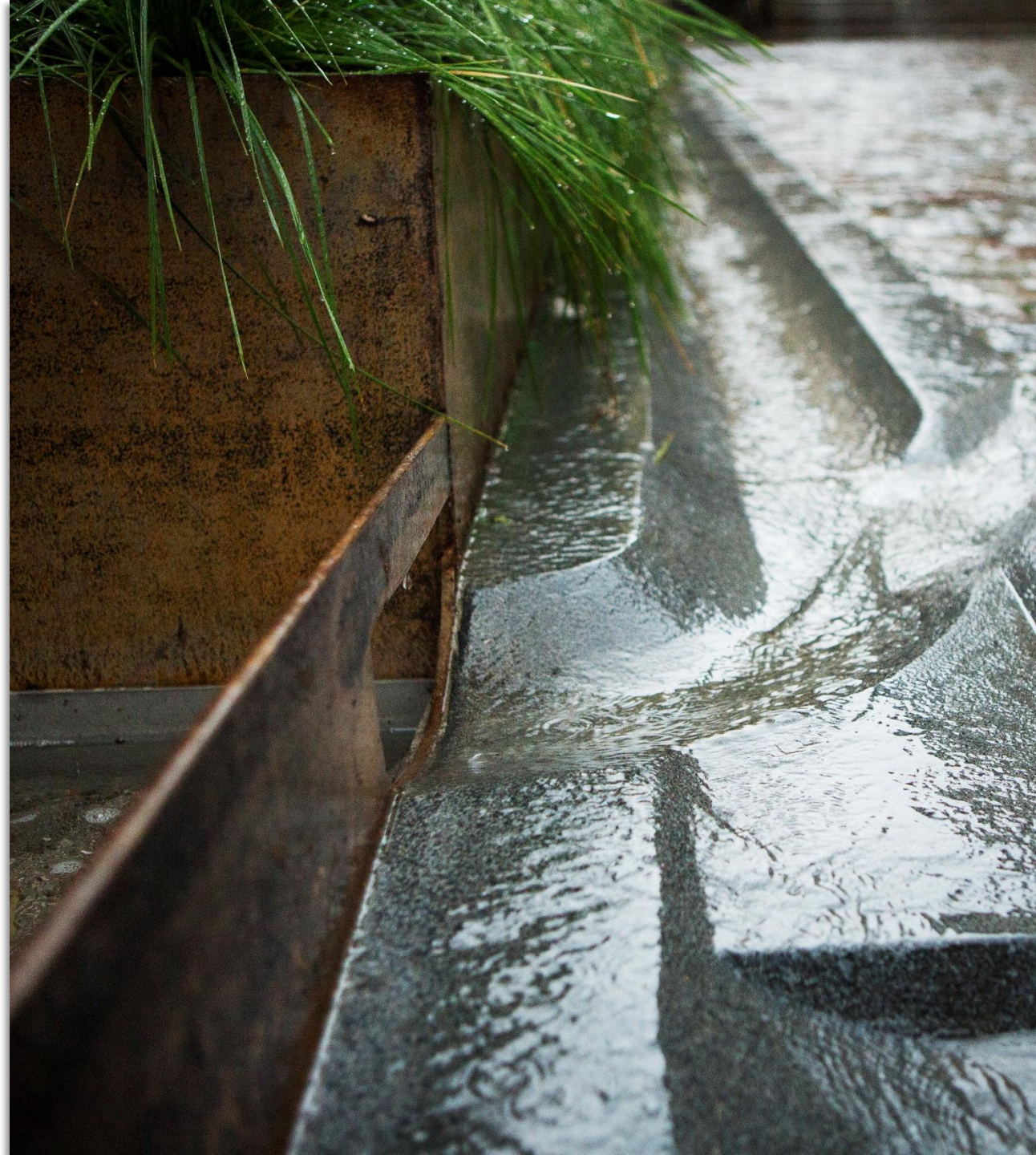
ChatGPT:

1. Implementere **overvannshåndteringsplaner** for å forhindre oversvømmelser.
2. Bygge mer **robuste** infrastrukturer og bygninger for å tåle økt nedbør og stormer.
3. Øke **grøntområder** og bevare naturområder for å redusere oversvømmelser.
4. Øke **bevisstheten** om klimaendringer og fremme bærekraftige praksiser.
5. **Samarbeide** med andre kommuner, staten og privat sektor for å utvikle løsninger.

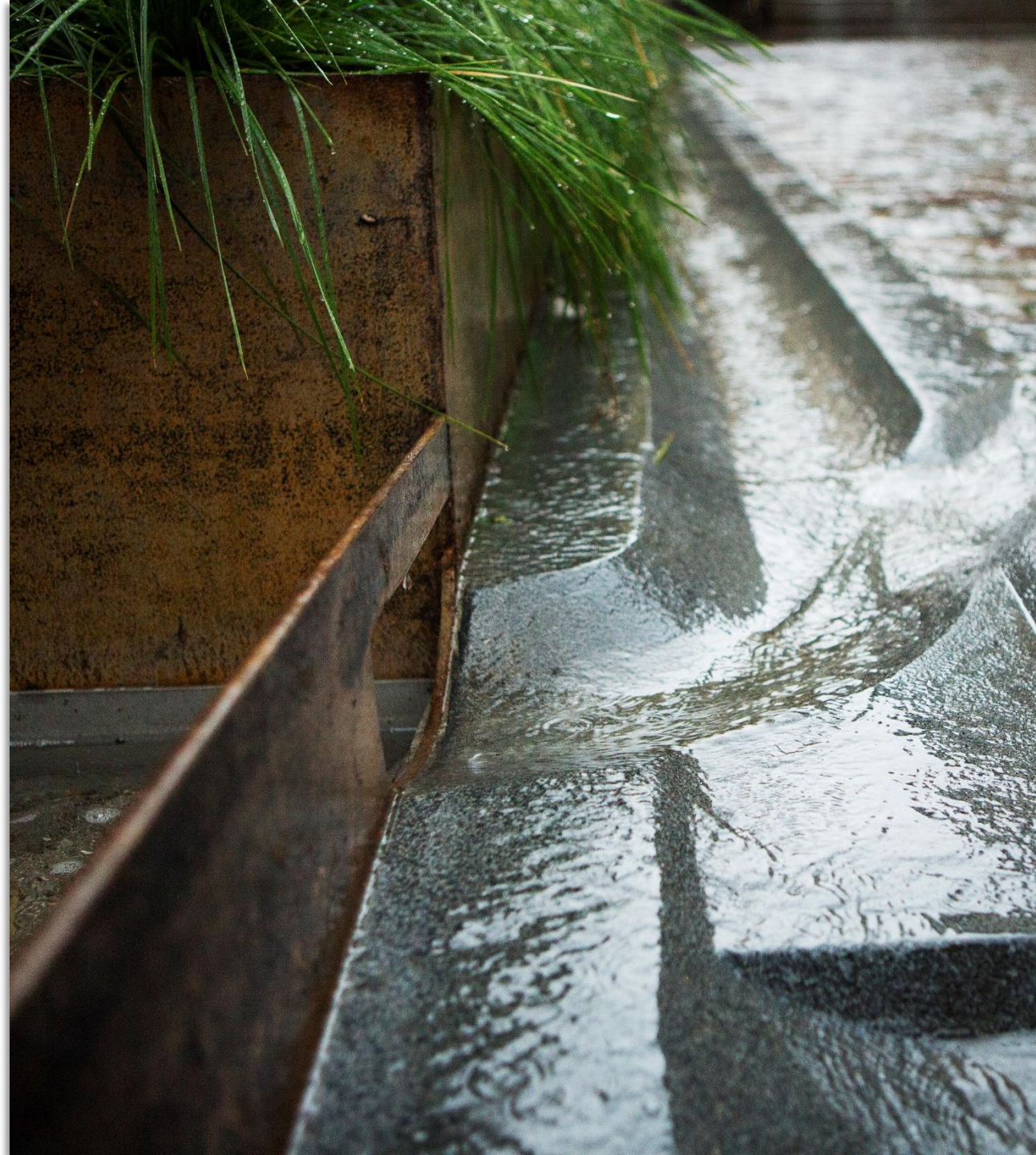
Hvordan kan kommunene møte et våtere og villere klima?

Definer en tverretattlig gruppe og sett av **nok** tid til å diskutere følgende:

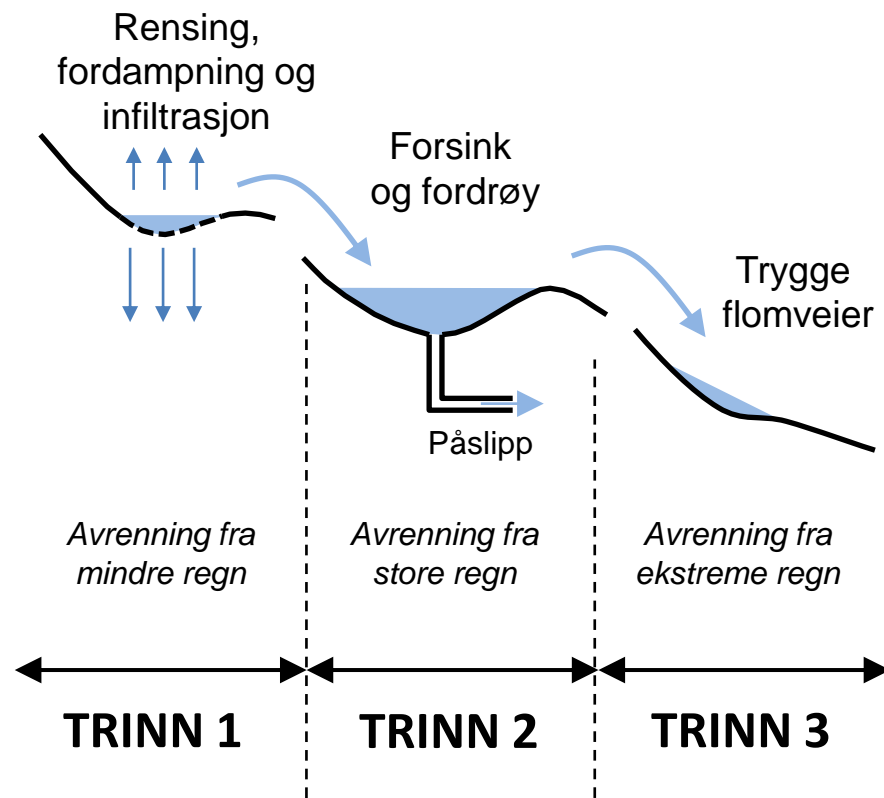
1. Hva kan vi akseptere av overvannsskader **(risikoakseptnivå)**?
2. Hvordan forstår vi sentrale begreper innen overvannshåndtering **(felles språk)**?
3. Hvordan skal kommunen følge opp tiltak – fra planleggingsstadiet, via utførelse til drift og vedlikehold **(oppfølging)**?
4. + + +



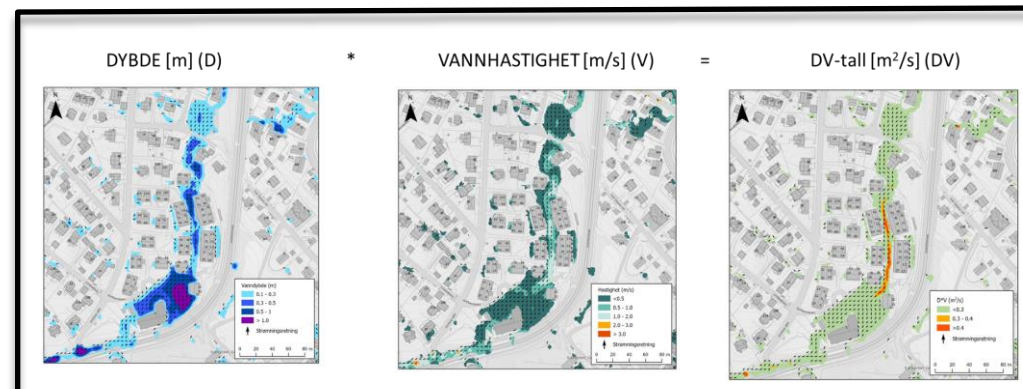
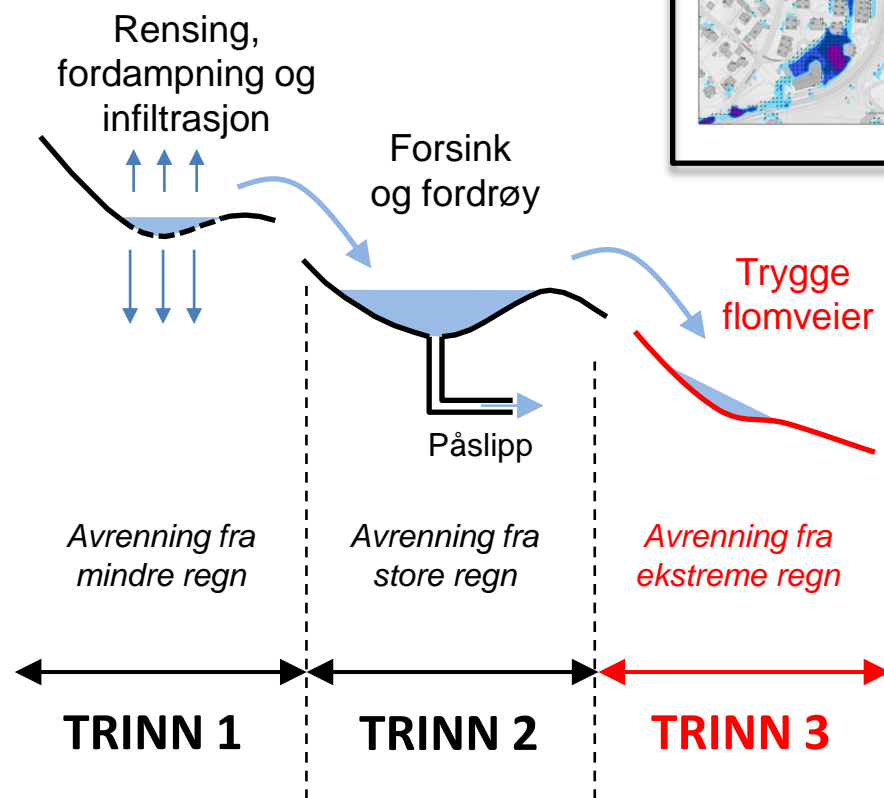
1. Hva kan vi akseptere
av overvannsskader
(risikoakseptnivå)?



Strategi for håndtering av overvann



Strategi for håndtering av overvann



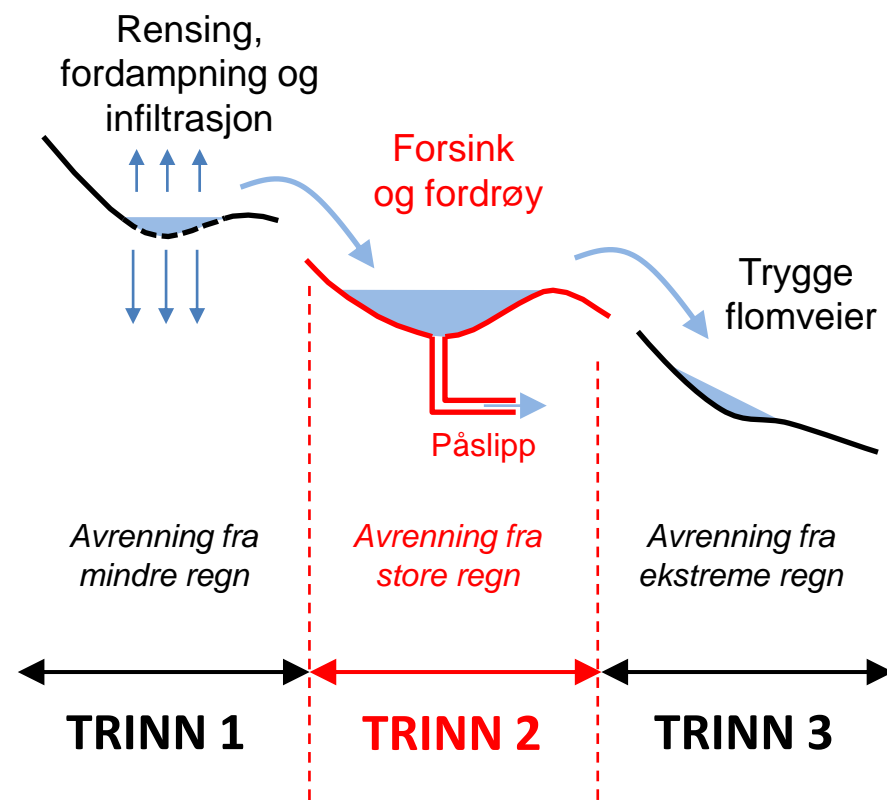
Nr. 4/2022

Rettleiar for handtering av overvatn i arealplanar

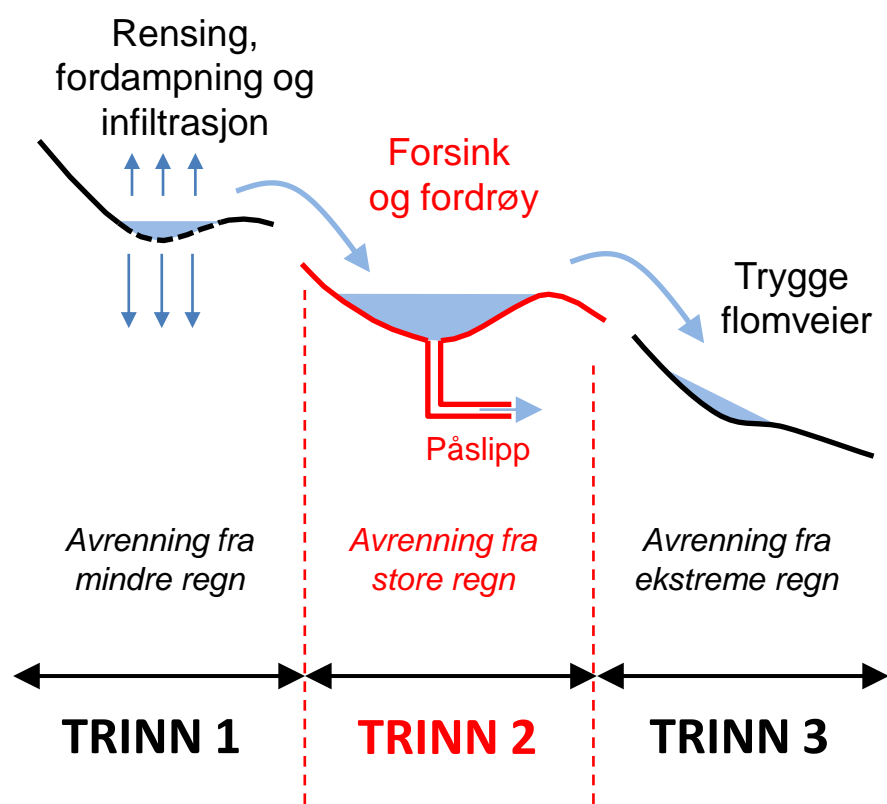
Korleis ta omsyn til vassmengder?



Strategi for håndtering av overvann



Strategi for håndtering av overvann



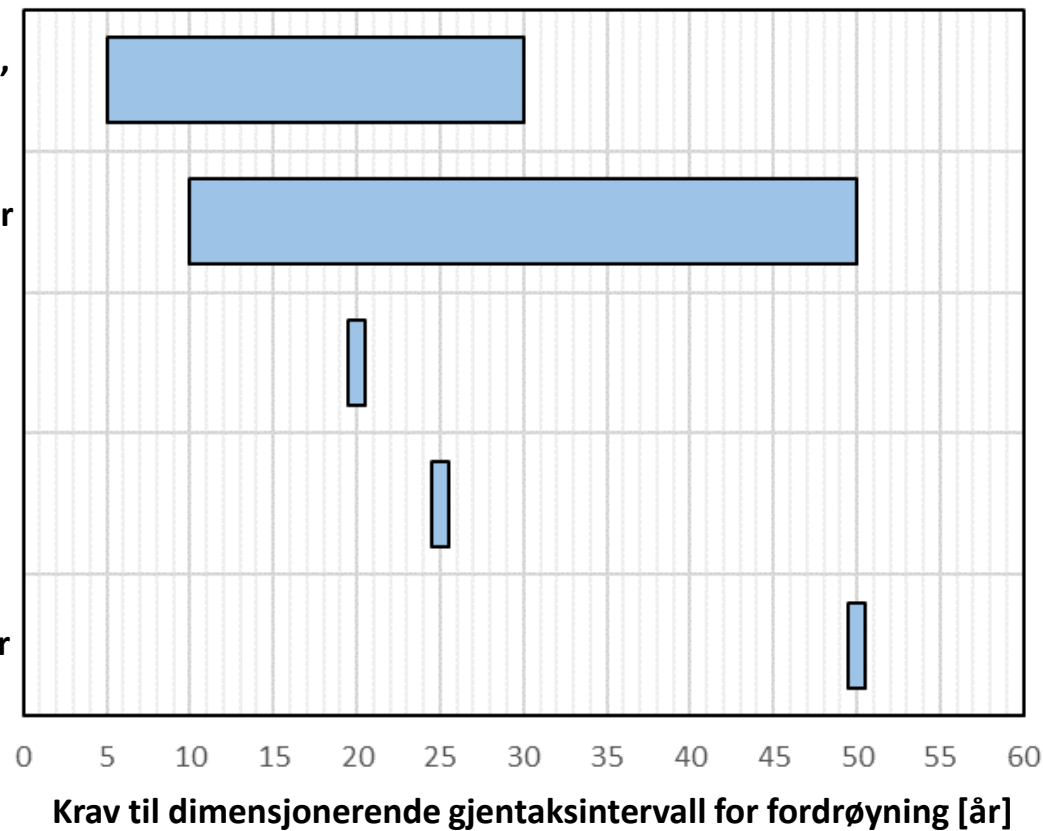
Oslo, Gjerdrum, Rælingen,
Lørenskog, Lillestrøm

Kristiansand, Stavanger

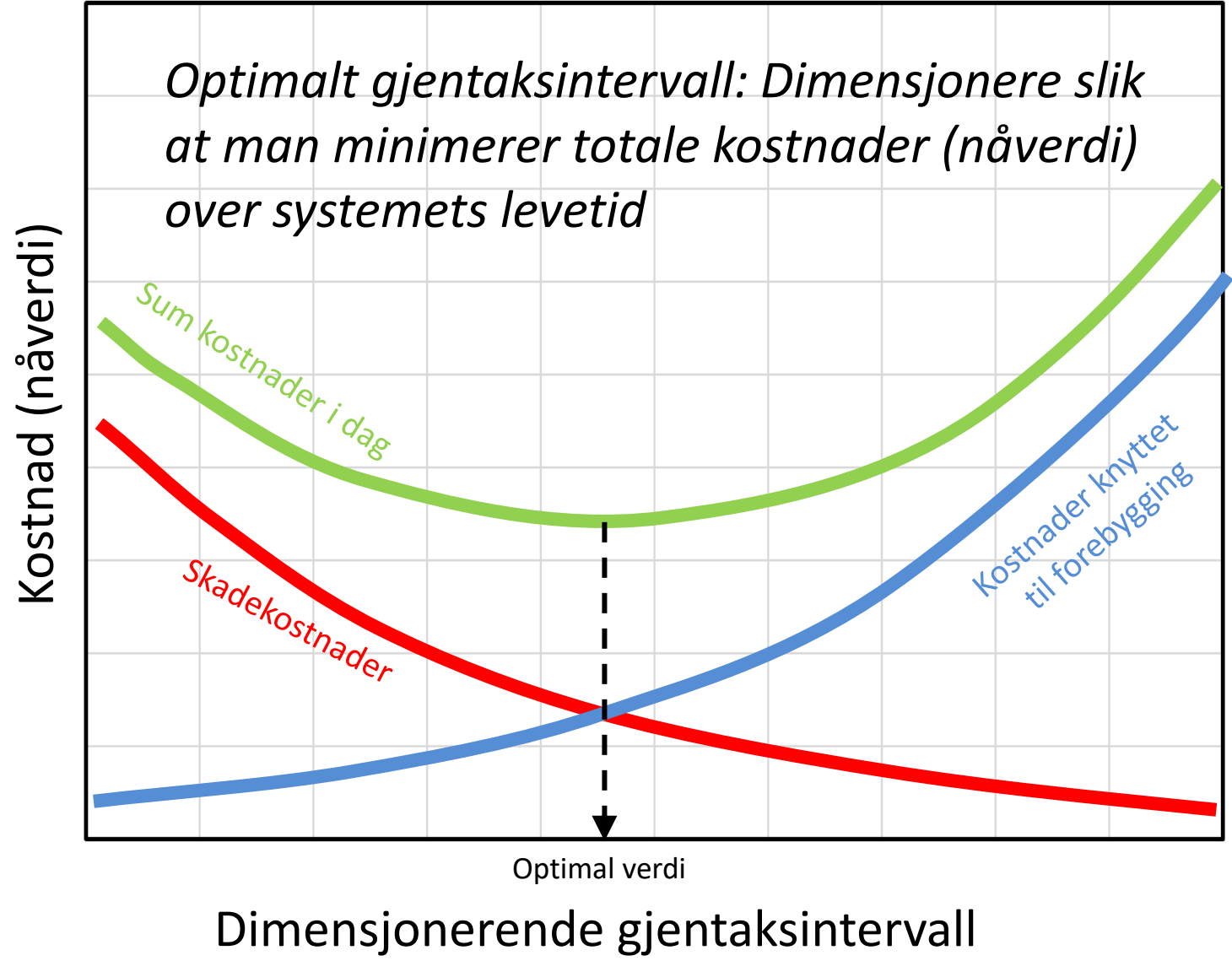
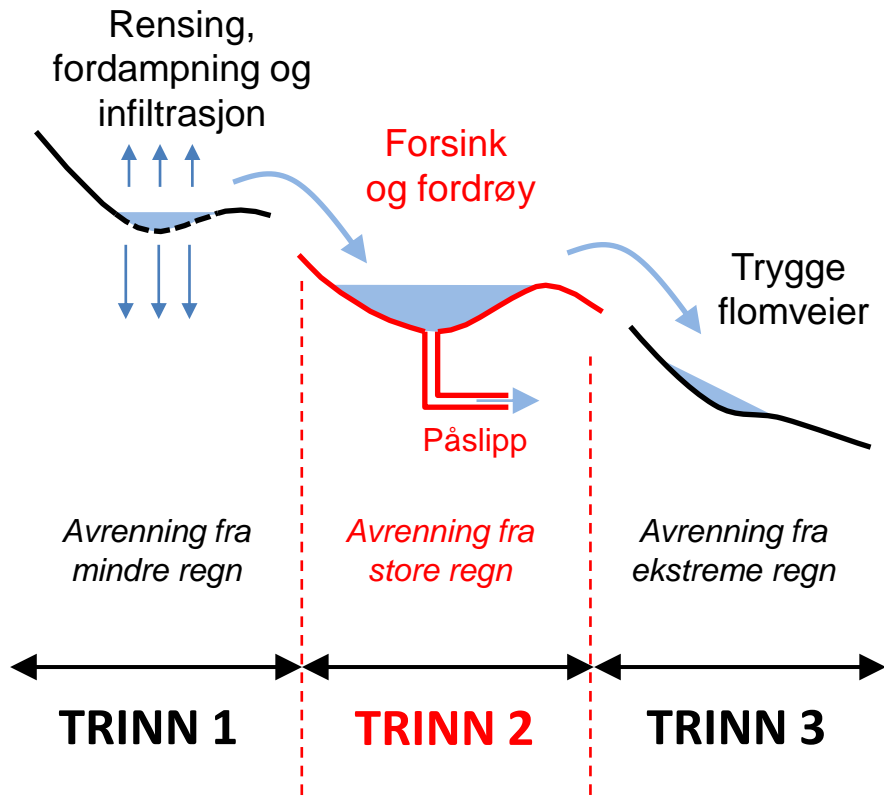
Trondheim

Bærum, Indre Østfold,
Færder, Tønsberg,
Ringerike, Gjøvik

Øvre Eiker



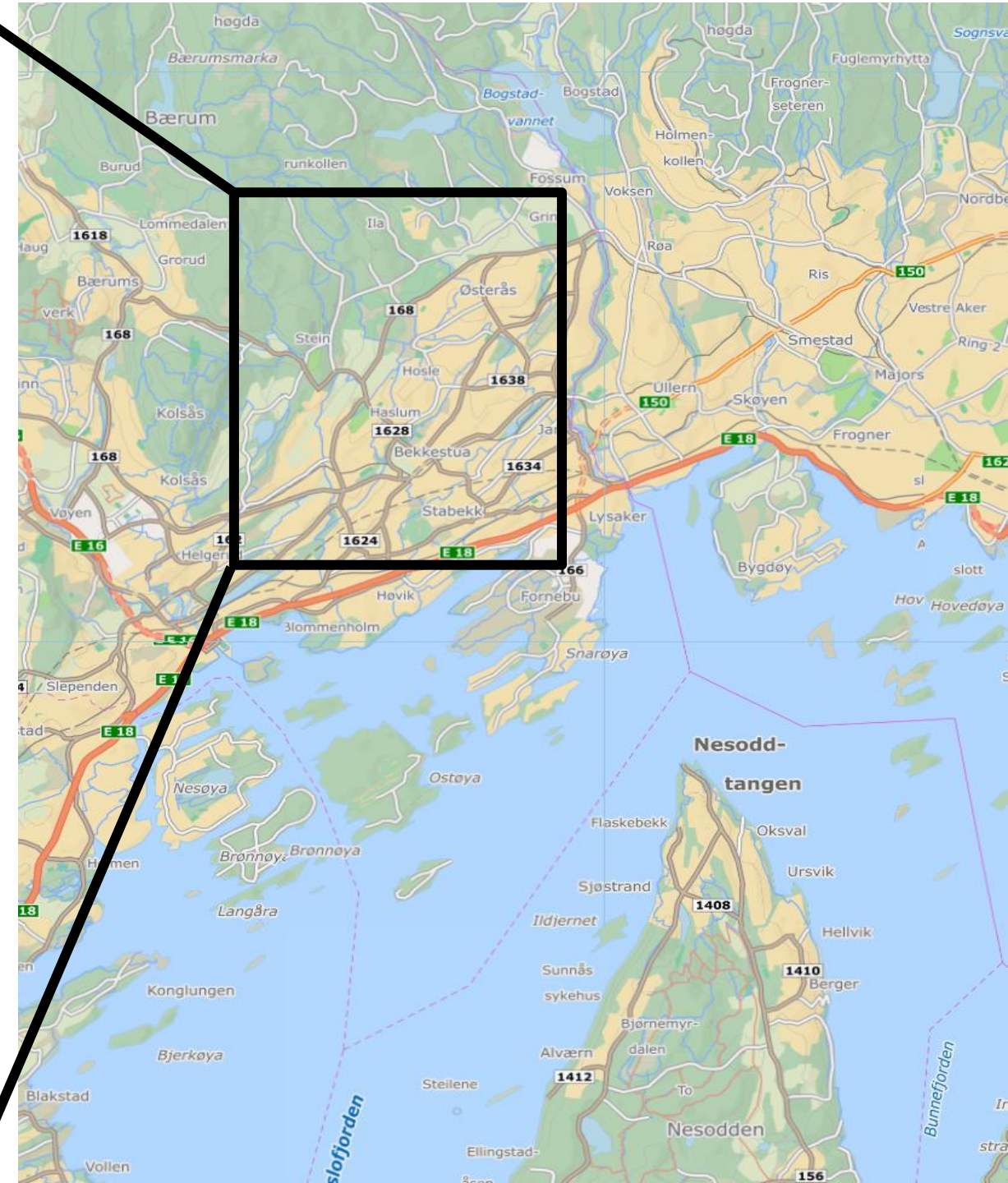
Strategi for håndtering av overvann



Metode

Case-området på Nadderud, Bærum

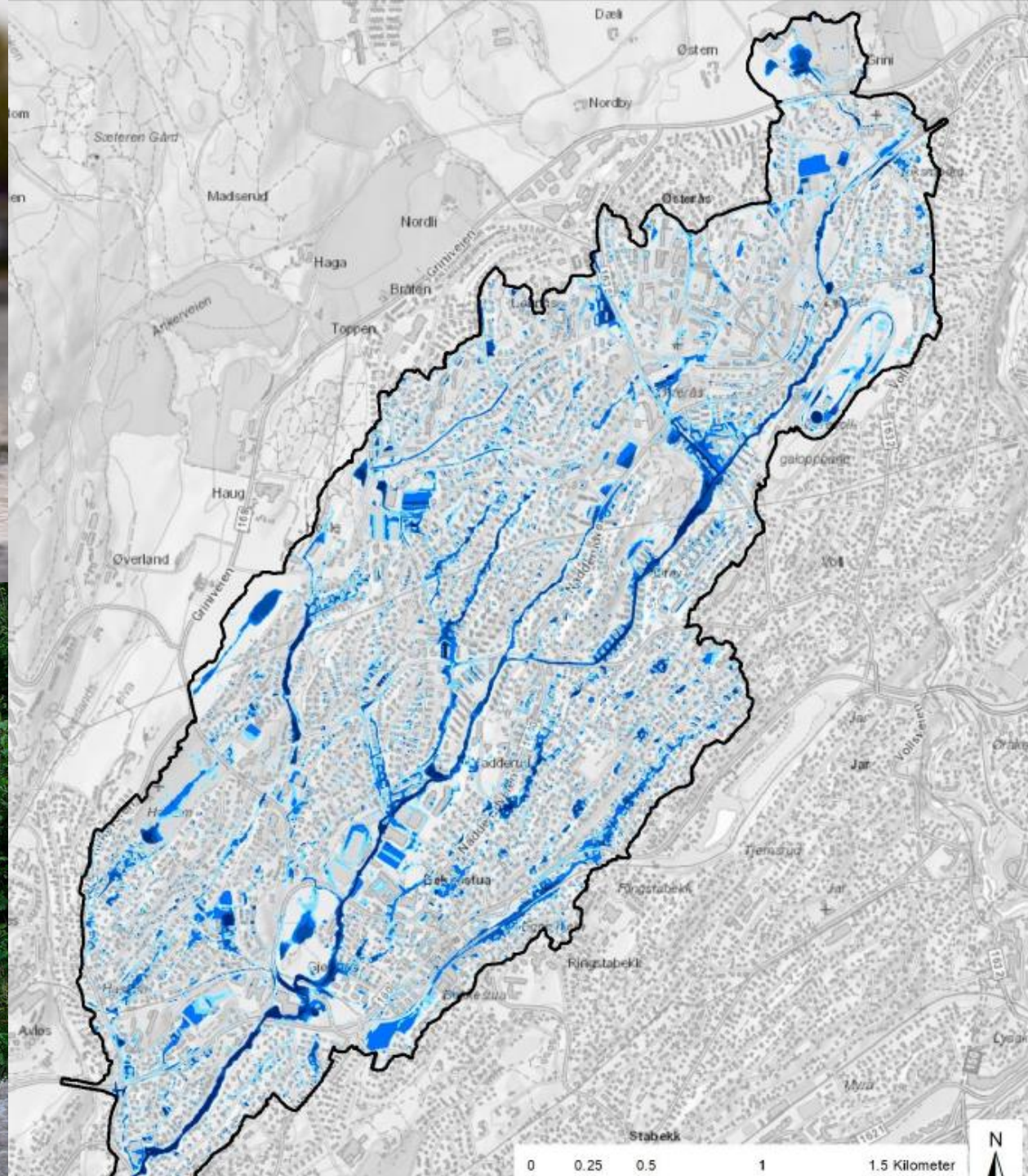
Areal: **808 ha**
Boligbebyggelse: **70 %**
Konsentrasjonstid: **~2 timer**



Metode

Kalibrert hydraulisk modell

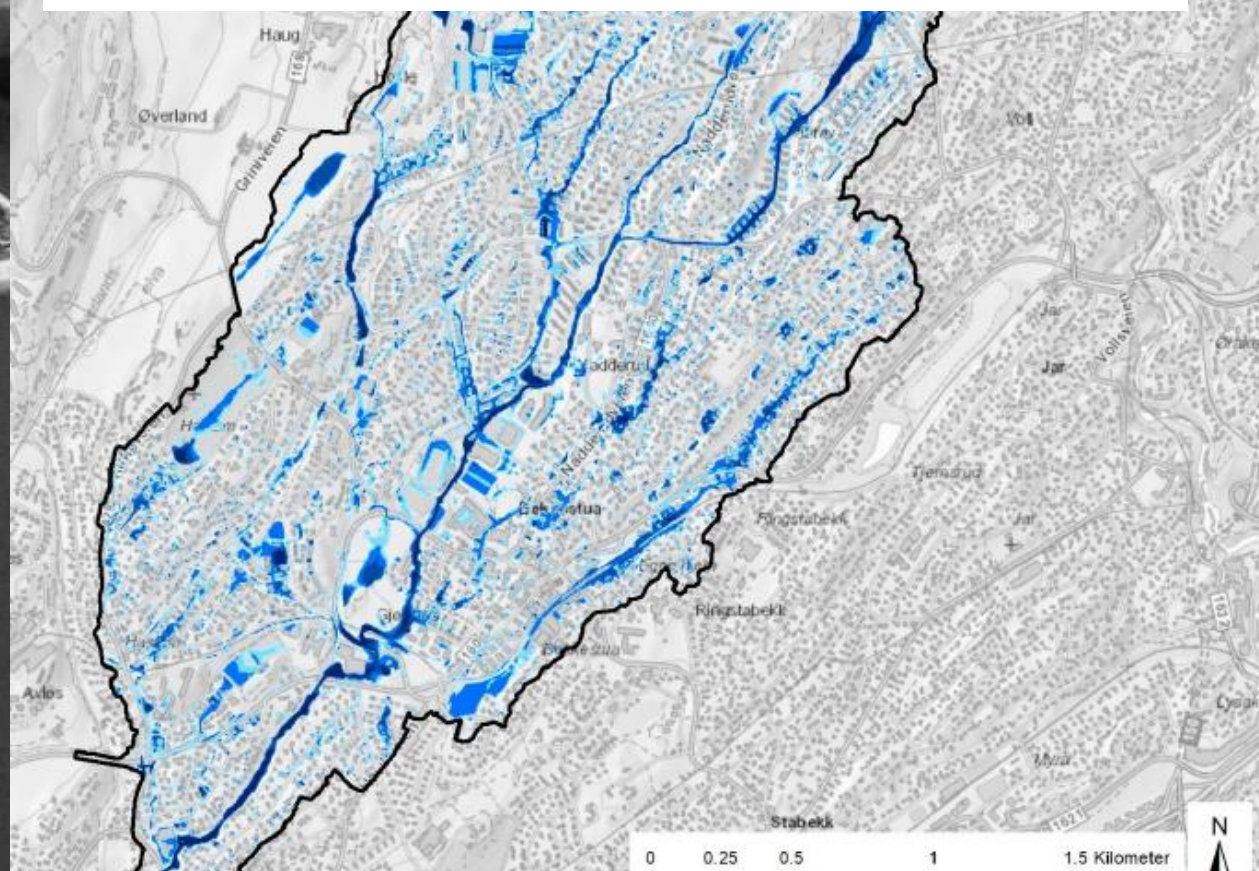
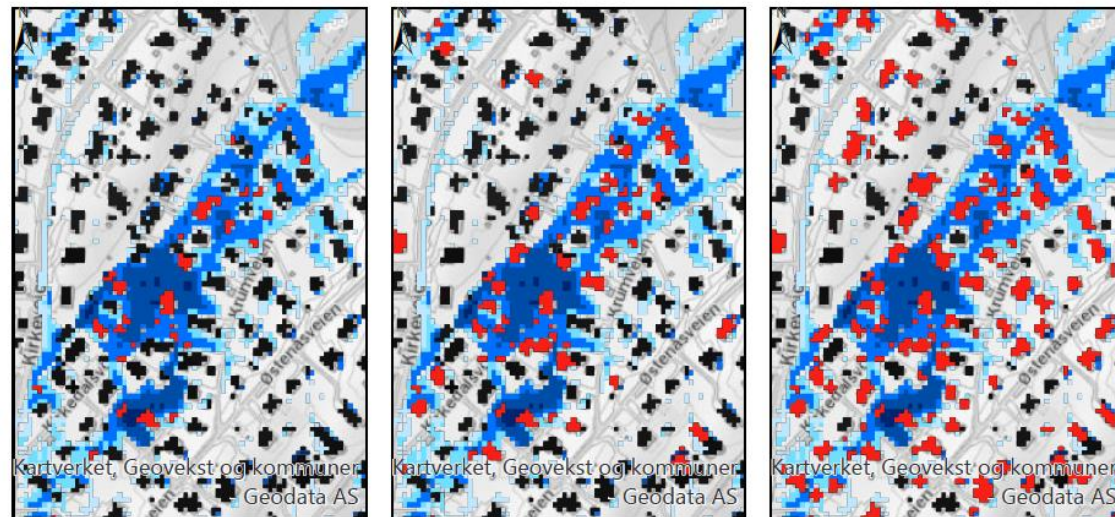
- DHI-kombinasjonsmodell (strømning fra overflate til ledningsnett og vice versa)
- Vannføring kalibrert for 6.august 2016 (200 års hendelse)



Metode

Kalibrert skadekostnadsmodell

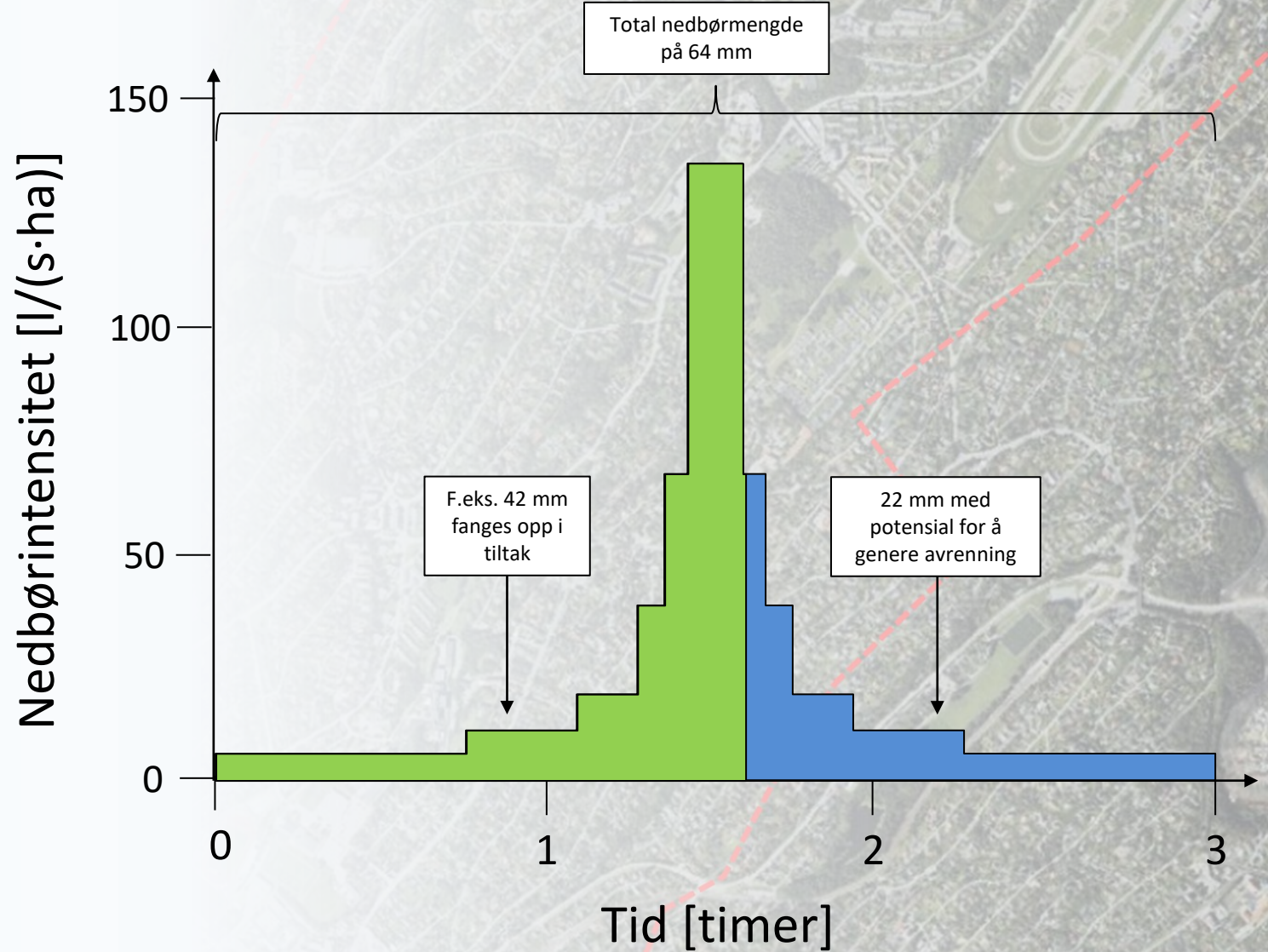
- Skadekostnadsmodell (som kobler hydraulikk til forventede skadekostnader)
- Skadekostnader kalibrert for 6.august 2016 (estimert til 28 MNOK)



Metode

Modellregn og tiltak

- Symmetriske blokkhyetogram med varighet på 3 timer og blokkoppløsning på 5 min
- Gjentakintervall på 2, 5, 10, 20, 50, 100 og 1000 år (ekstrapolert)
- IVF-statistikk fra Øvrevoll SN19510
- Klimafaktorer fra 1,00 til 1,50
- Lokale fordrøynings tiltak ble simulert ved å redusere nedbørmengden som treffer lokalt
- Tiltak dimensjonert for nedbør fra 0 til 47 mm



Metode

Modellering av kostnader

$$K_{tot} = K_{skader} + K_{tiltak}$$

Tiltakskostnad [MNOK]

Skadekostnad [MNOK]

Totalkostnad [MNOK]

$$K_{skader} = EAD \cdot R \cdot F_p$$

Påslagsfaktor [-]

Nåverdifaktor [år]

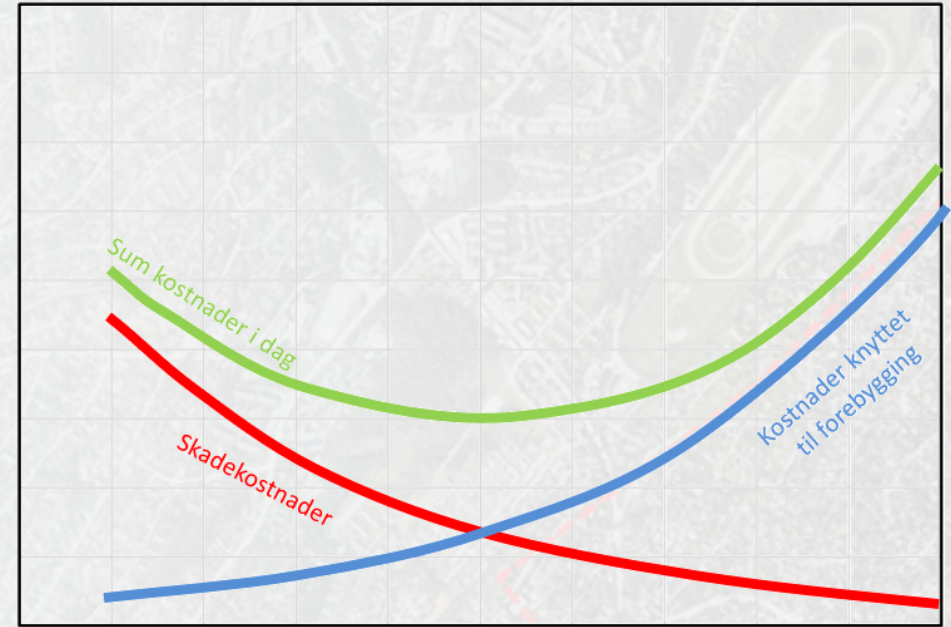
Forventet årlig skadekostnad [MNOK/år]

$$R = \frac{(1+r)^n - 1}{r \cdot (1+r)^n}$$

Tidsperiode [år]

Diskonteringsrente [-]

Kostnad (nåverdi)



Dimensjonerende gjentakintervall

$$EAD = \int_{T_{min}}^{T_{maks}} \frac{D(T)}{T^2} dT$$

Høyeste gjentakintervall som vurderes [år]

Forventet skadekostnad ved T [MNOK]

Gjentaksintervall [år]

Laveste gjentakintervall som gir skadekostnader [år]

Metode

Modellering av kostnader

$$K_{tot} = K_{skader} + K_{tiltak}$$

Tiltakskostnad [MNOK]

Skadekostnad [MNOK]

Totalkostnad [MNOK]

$$K_{tiltak} = P_{dim} \cdot A \cdot (I_e \cdot F_R + R \cdot I_d)$$

Enhetspris ved drift og vedlikehold av tiltak [MNOK/(år·m²)]

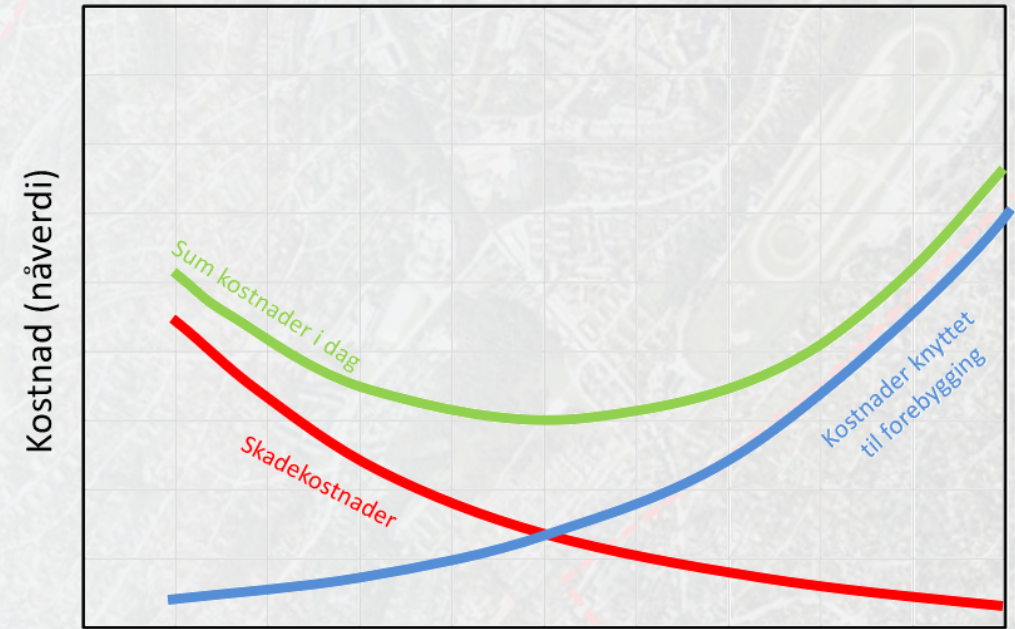
Nåverdifaktoren [år]

Reduksjon i enhetspris som funksjon av størrelse [-]

Enhetspris ved anleggning av tiltak [MNOK/m²]

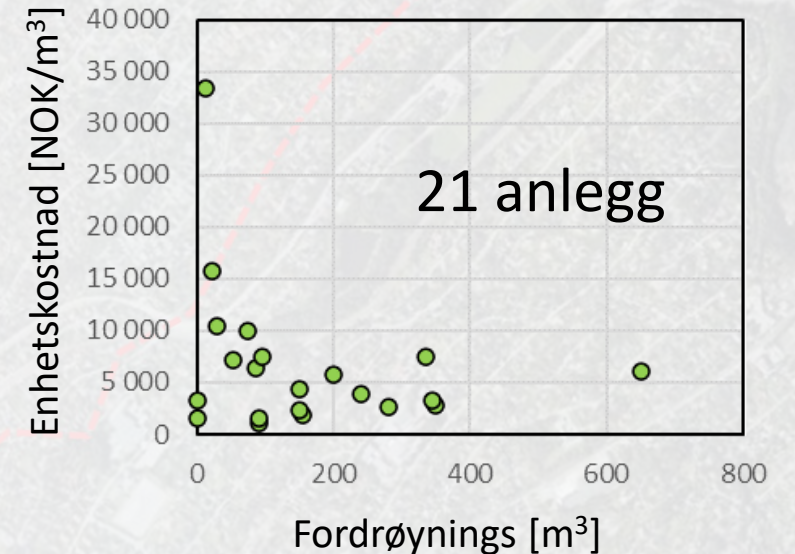
Avrenningsareal som skal fordrøyes [m²]

Dimensjonerende nedbørmengde for fordrøyning [m]



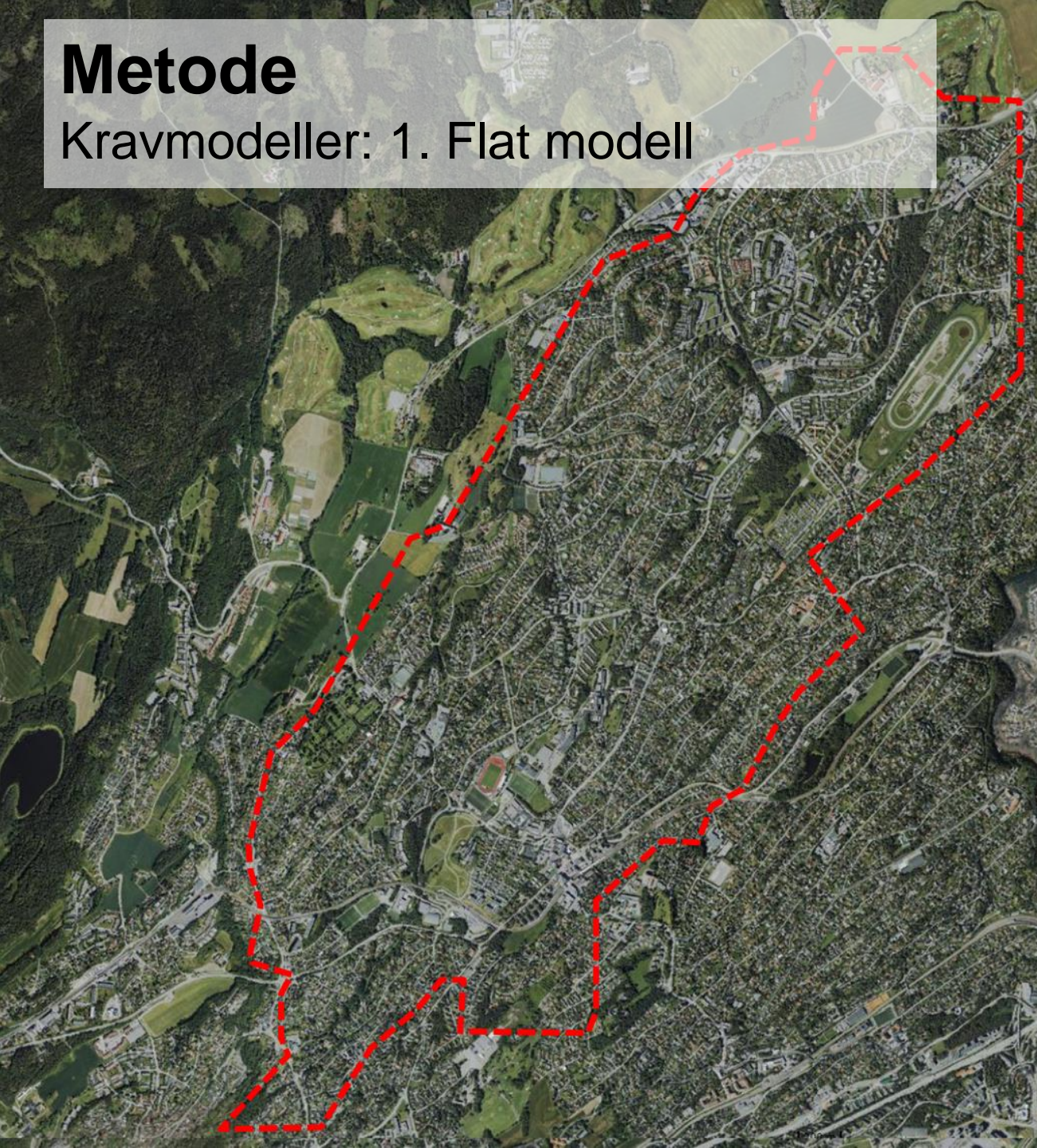
Dimensjonerende gjentakintervall

[Samfunnsøkonomisk analyse av sjablongmessige krav til fordrøyning av overvann](#)



Metode

Kravmodeller: 1. Flat modell



1. FLAT MODELL

Alle bebygde arealer får samme krav til tiltak.
Grøntområder, grav og urnelund er unntatt krav.

Metode

Kravmodeller: 2. Boligbasert modell

AREALPLAN

IDRETTSANLEGG

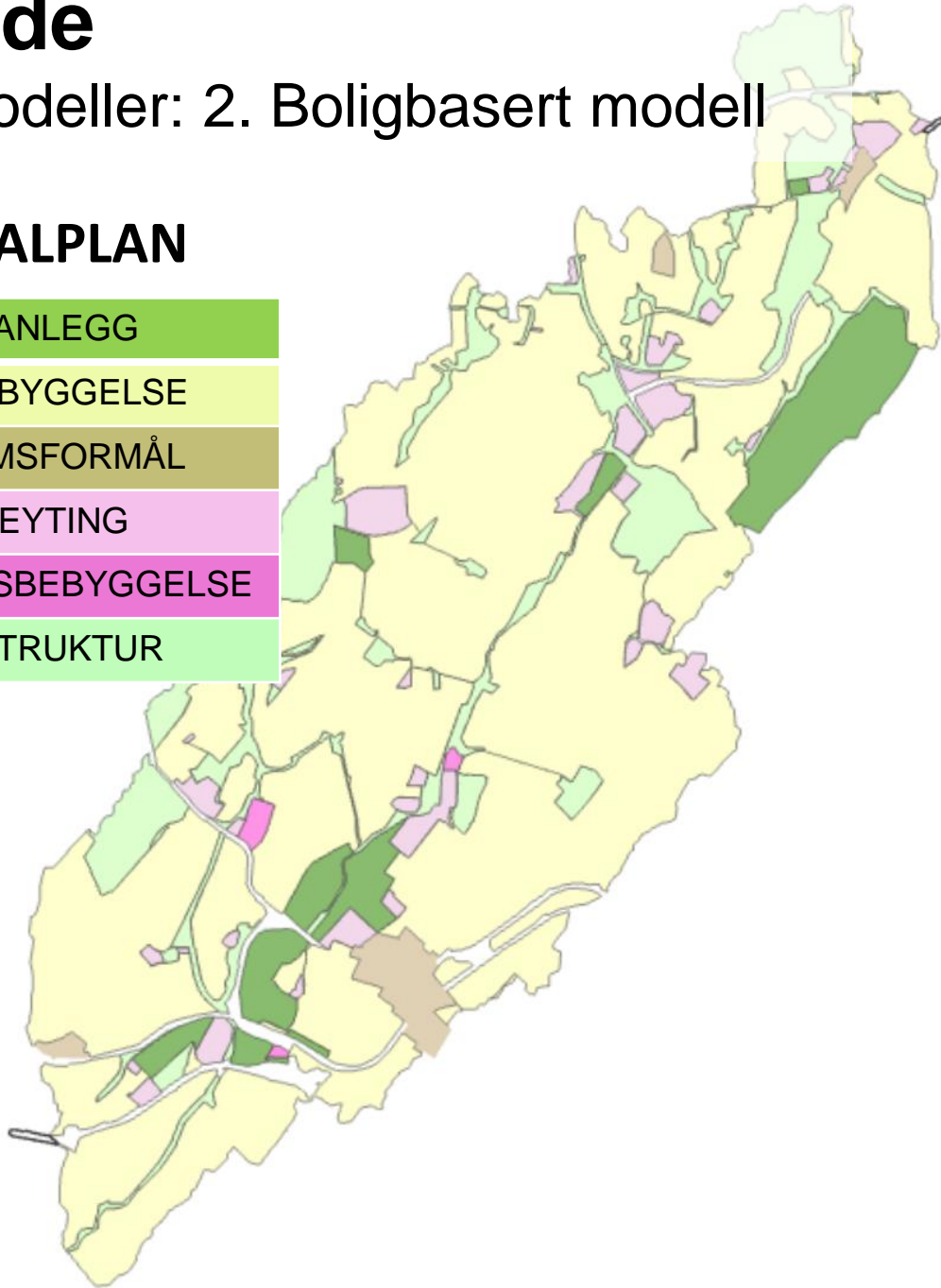
BOLIGBEBYGGELSE

SENTRUMSFORMÅL

TJENESTEYTING

NÆRINGSBEBYGGELSE

GRØNNSTRUKTUR



2. BOLIGBASERT MODELL

Alle boligområder får
samme krav til tiltak.
Andre arealkategorier er
unntatt krav.

Metode

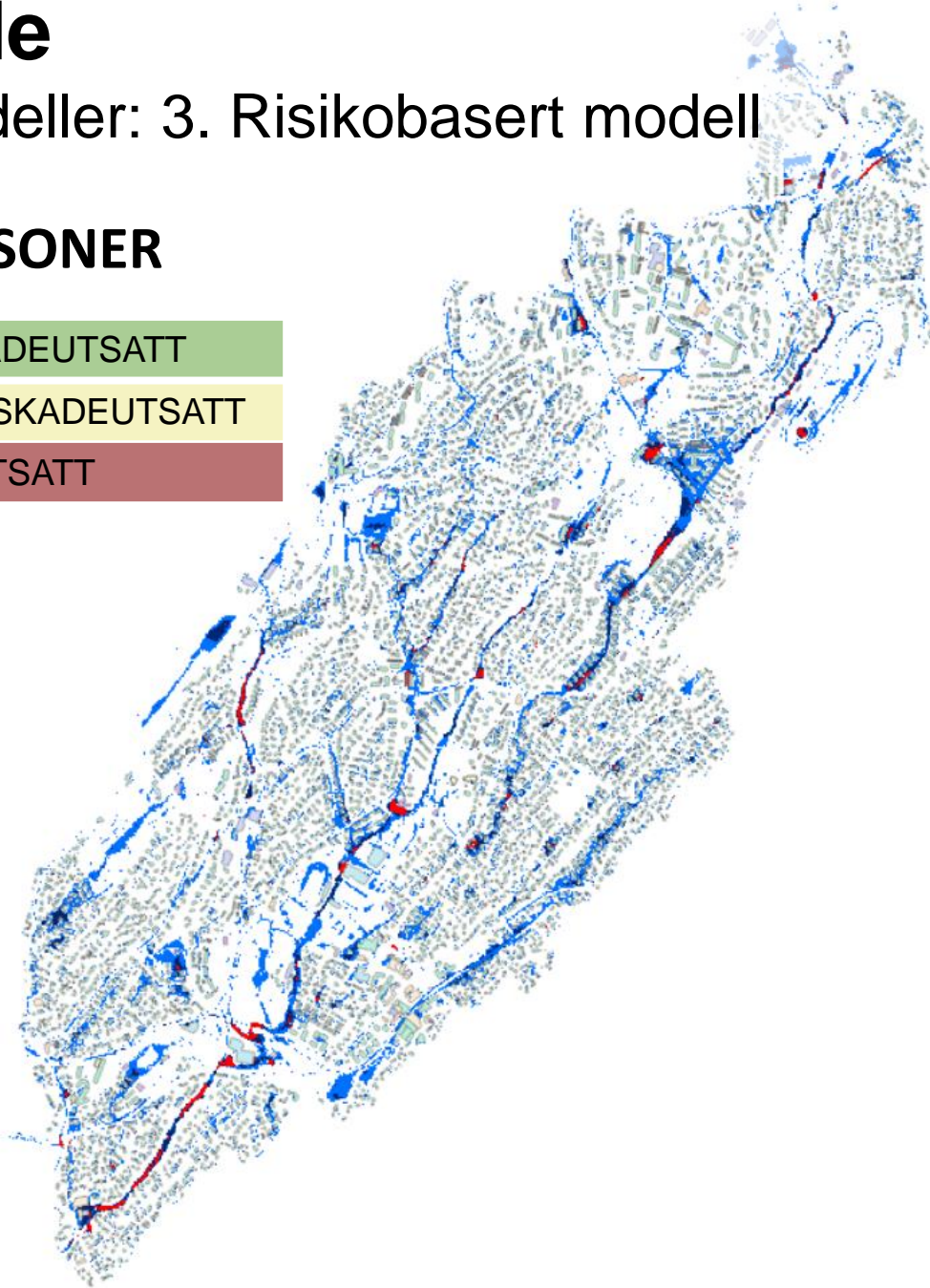
Kravmodeller: 3. Risikobasert modell

RISIKOSONER

IKKE SKADEUTSATT

MINDRE SKADEUTSATT

SKADEUTSATT



3. RISIKOBASERT MODELL

Krav deles i tre
avhengig av hvilken
risikosone arealet er i.
Risiksoner ble basert
på modellresultater for
et 100 års regn.

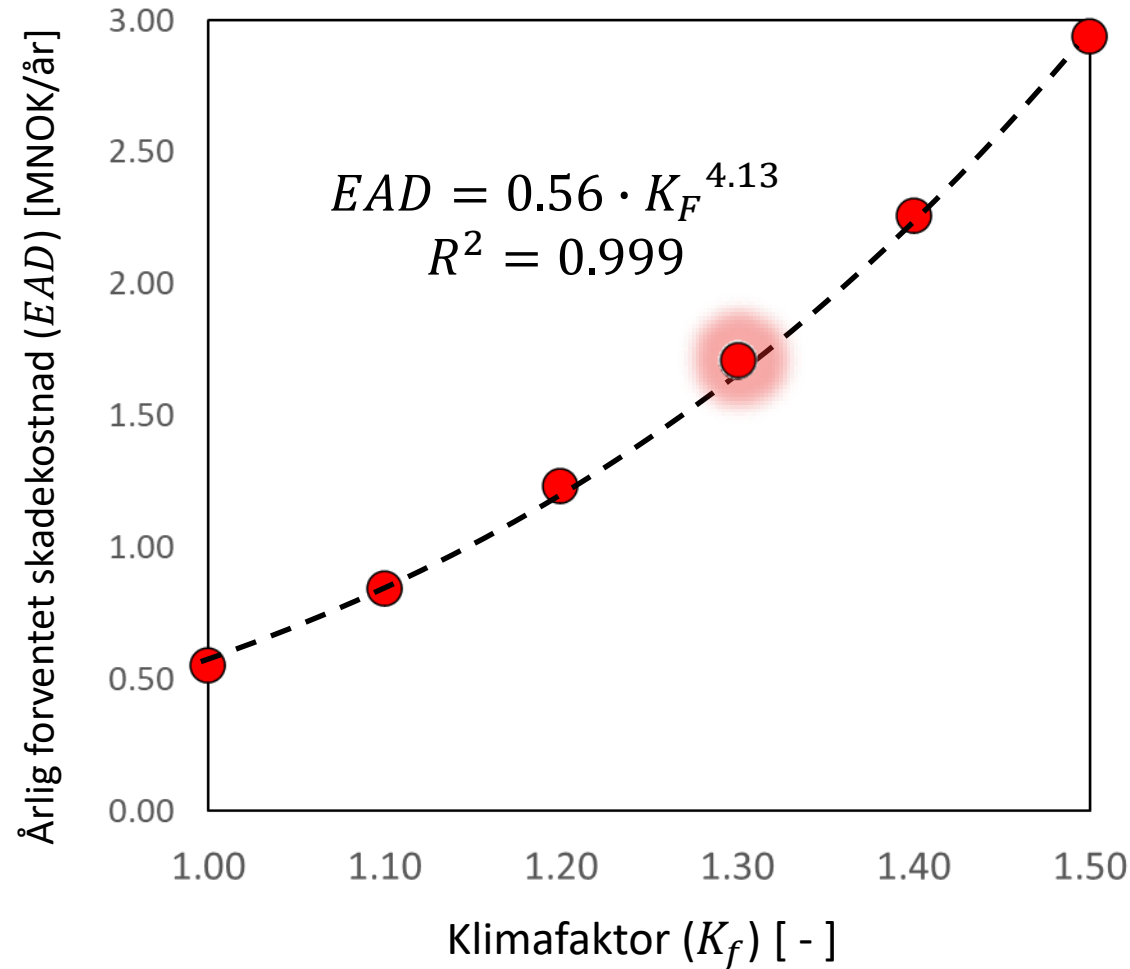
Røde soner omfattet bebygde arealer mindre enn 20 meter fra stor vannføring/vanddybder

Grønne soner omfattet grøntstruktur og idrettsanlegg

Gule soner omfattet øvrige arealer.

Resultater og diskusjon

Skadefunksjonens påvirkning av klimafaktor

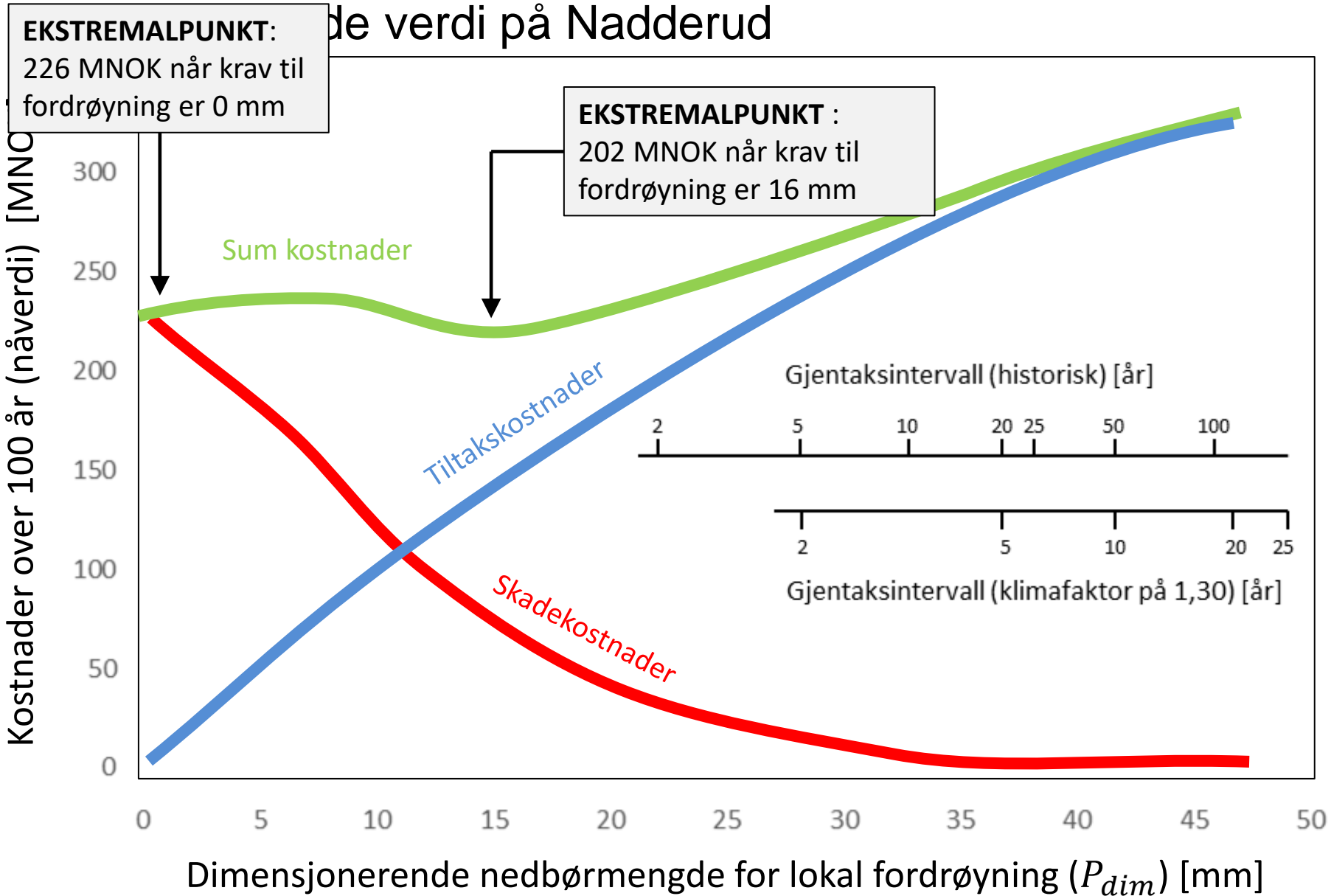


Kurvetilpasning viser at skadekostnaden øker med klimafaktoren i fjerde potens!

Setter vi ikke inn tiltak i dag så vil årlige forventet skadekostnad øke med over 500 % når klimafaktoren økes fra 1,0 til 1,5.

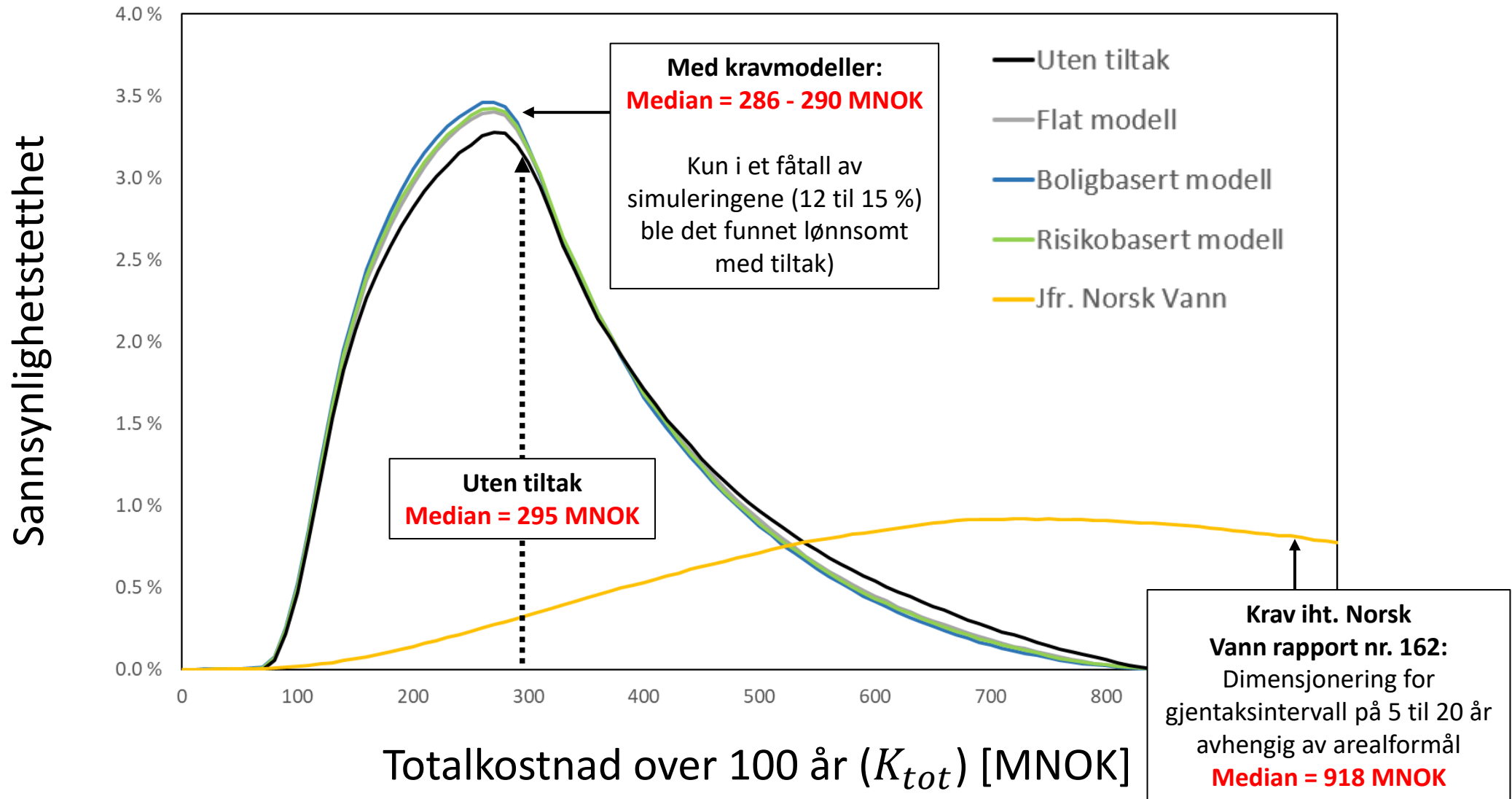
Resultater og diskusjon

Optimalt dimensjonerende verdi på Nadderud



Resultater og diskusjon

Optimal dimensjonerende nedbørverdi på Nadderud (Monte Carlo simuleringer)



Konklusjoner 1/3

Det er **lav sannsynlighet** for at dagens sjablongmessige krav for fordrøyning av overvann er en lønnsom tilnærming (for Nadderud) i et lengre perspektiv

Sagt på en annen måte - de sparte skadekostnadene ved å øke tiltaksstørrelse kan ikke forsvares av tilhørende økning i tiltakskostnader..



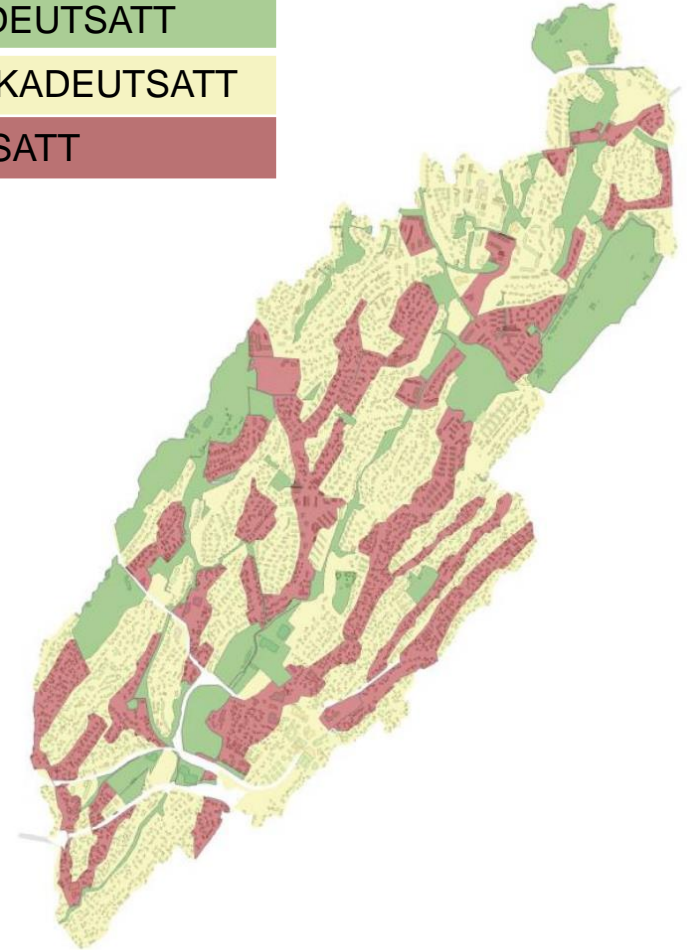
Konklusjoner 2/3

For å øke lønnsomheten:

- Krav til fordrøyning i det enkelte utbyggingsprosjekt bør baseres resultater fra **detaljerte risikoanalyser** der både overflatehydrologi og ledningshydraulikk vurderes

GROV RISIKOKARTLEGGING ER TROLIG IKKE TILSTREKkelig

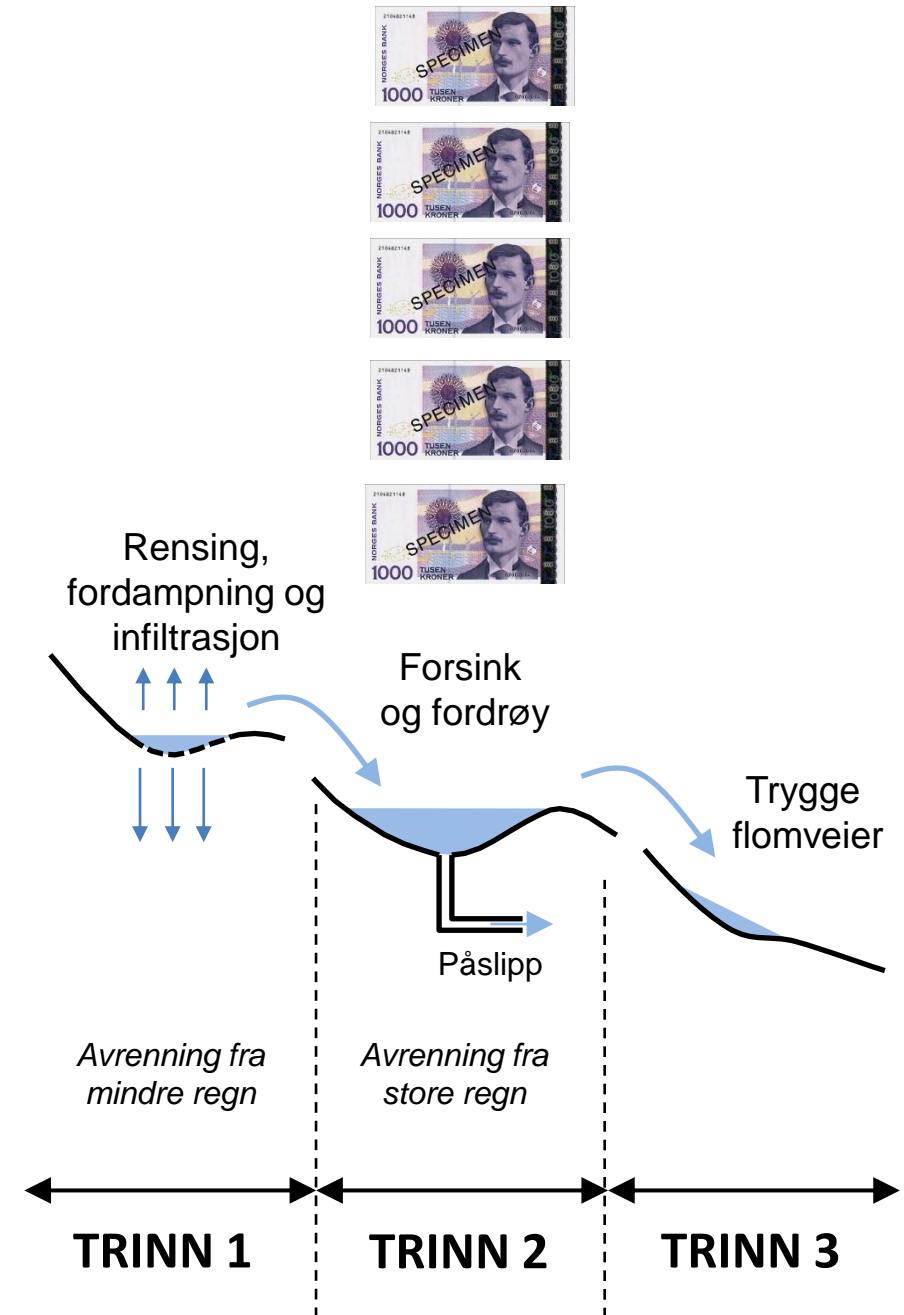
IKKE SKADEUTSATT
MINDRE SKADEUTSATT
SKADEUTSATT



Konklusjoner 2/3

For å øke lønnsomheten:

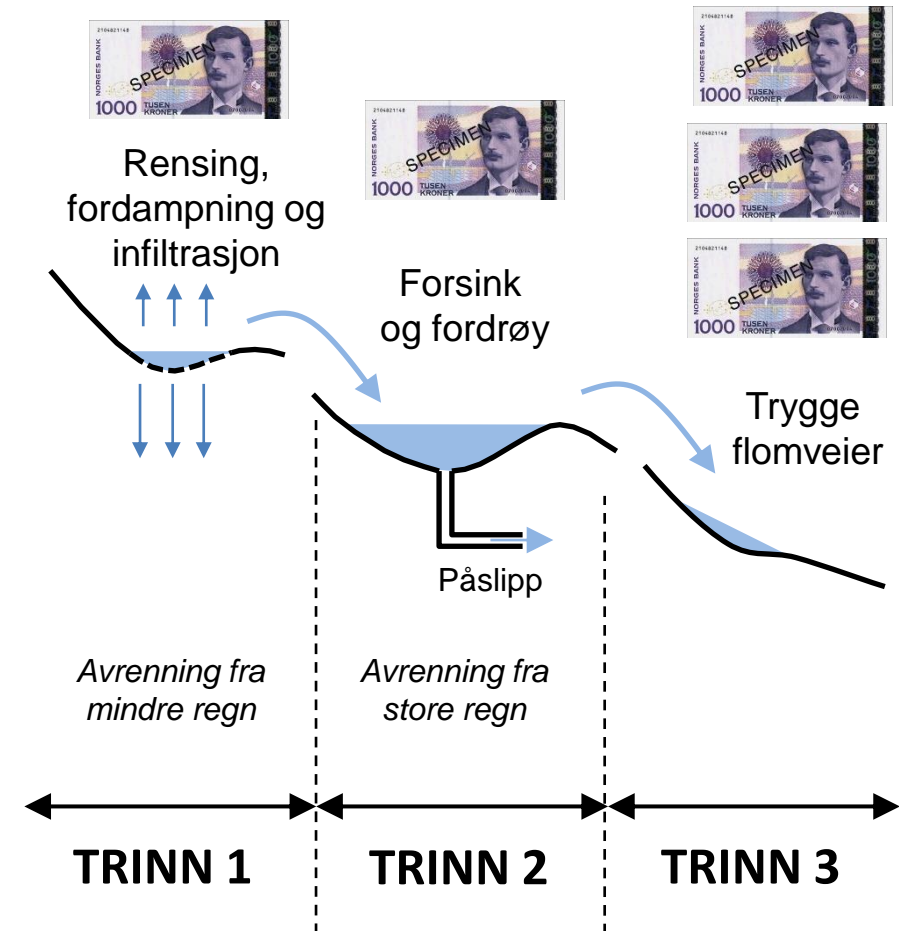
- Krav til fordrøyning i det enkelte utbyggingsprosjekt bør baseres på resultater fra **detaljerte risikoanalyser** der både overflatehydrologi og ledningshydraulikk vurderes
- Flytte investeringen fra trinn 2 (lokal fordrøyning) til **trinn 3** (gjennomgående **flomveier**)!



Konklusjoner 2/3

For å øke lønnsomheten:

- Krav til fordrøyning i det enkelte utbyggingsprosjekt bør baseres resultater fra **detaljerte risikoanalyser** der både overflatehydrologi og ledningshydraulikk vurderes
- Flytte investeringen fra trinn 2 (lokal fordrøyning) til **trinn 3** (gjennomgående **flomveier**)!

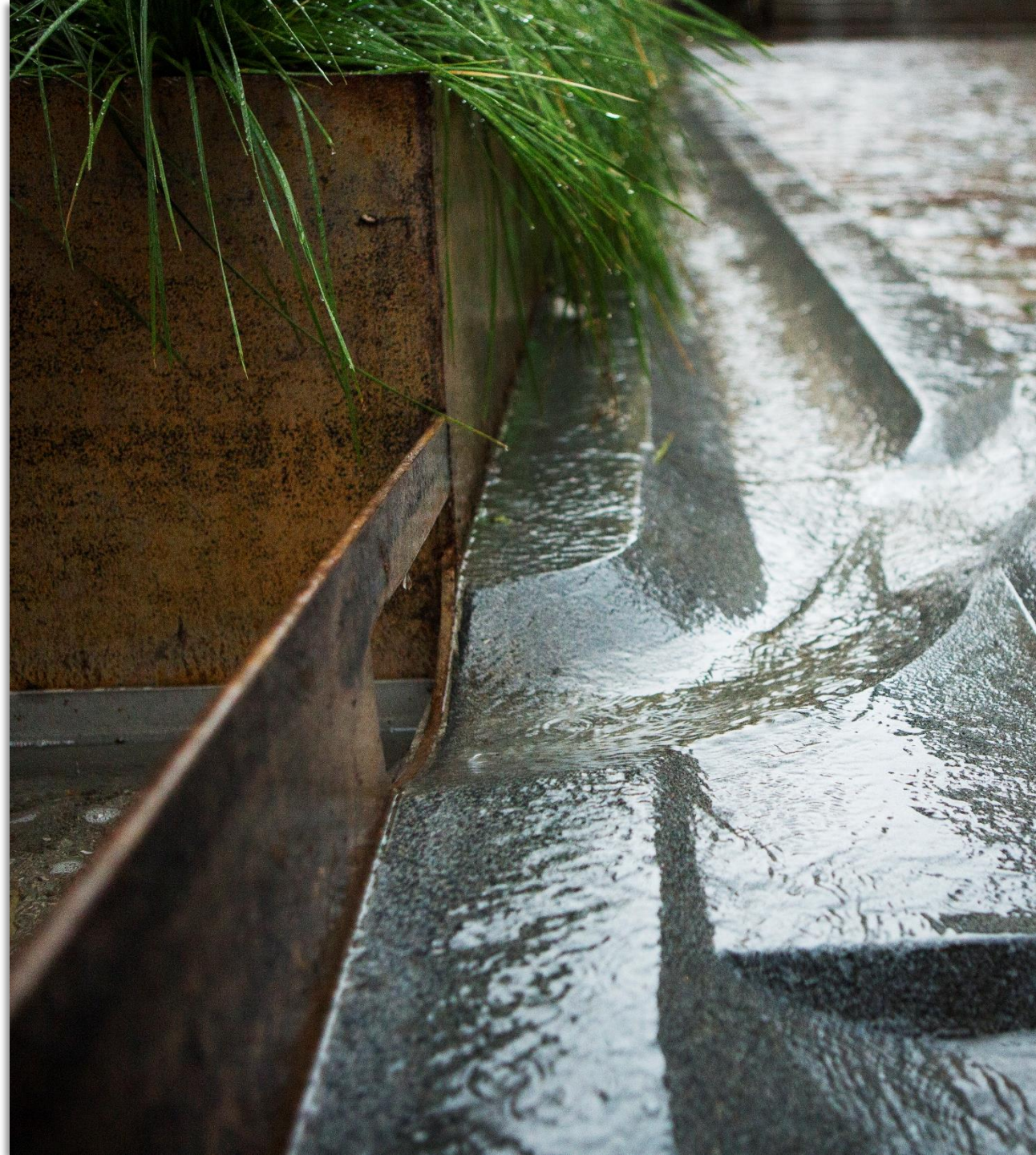


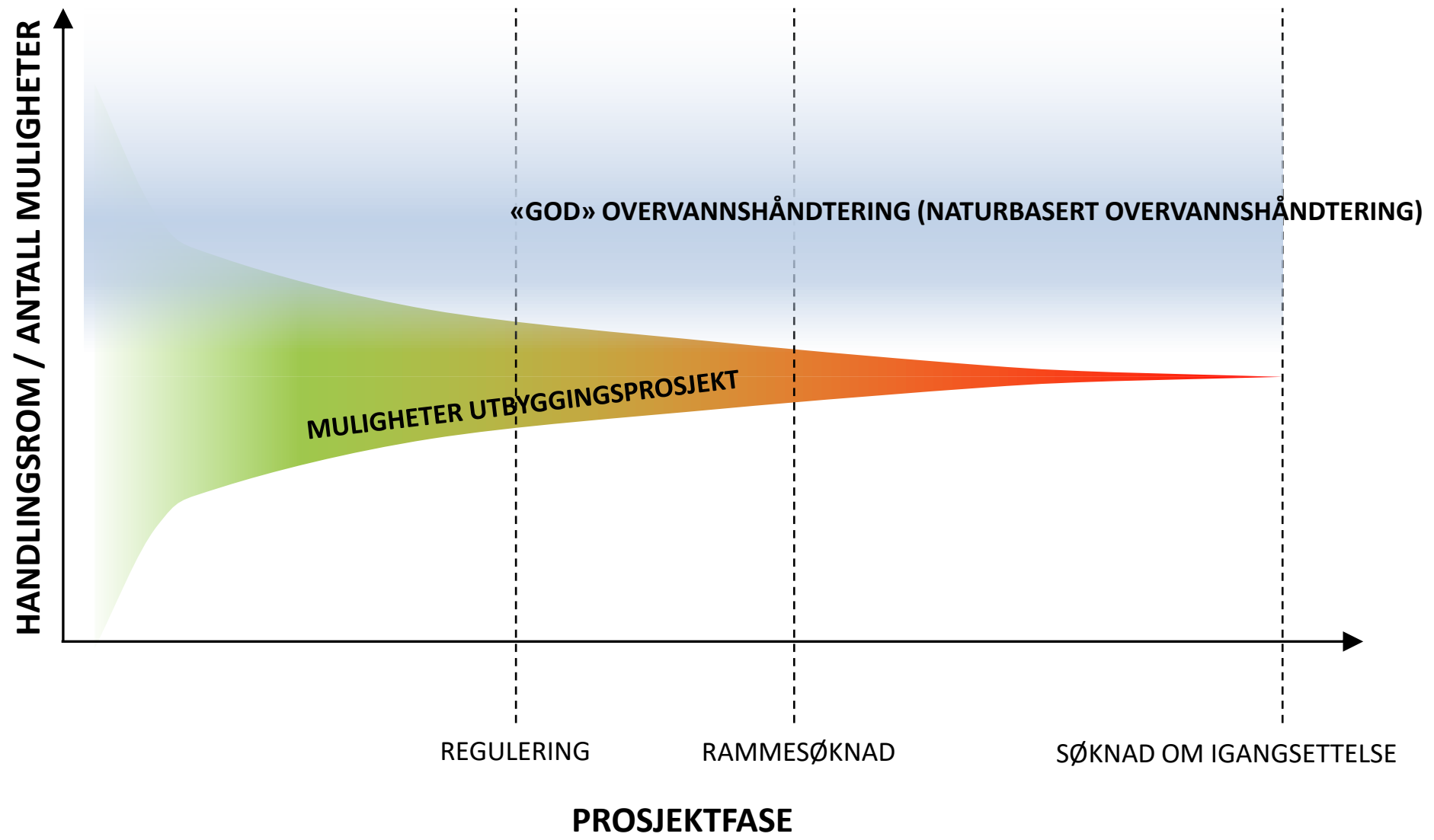
Konklusjoner 3/3

Skal sjablongmessige krav til fordrøynings tiltak benyttes vil størst lønnsomhet oppnås når det dimensjoneres for et 2 års regn. Forutsetter:

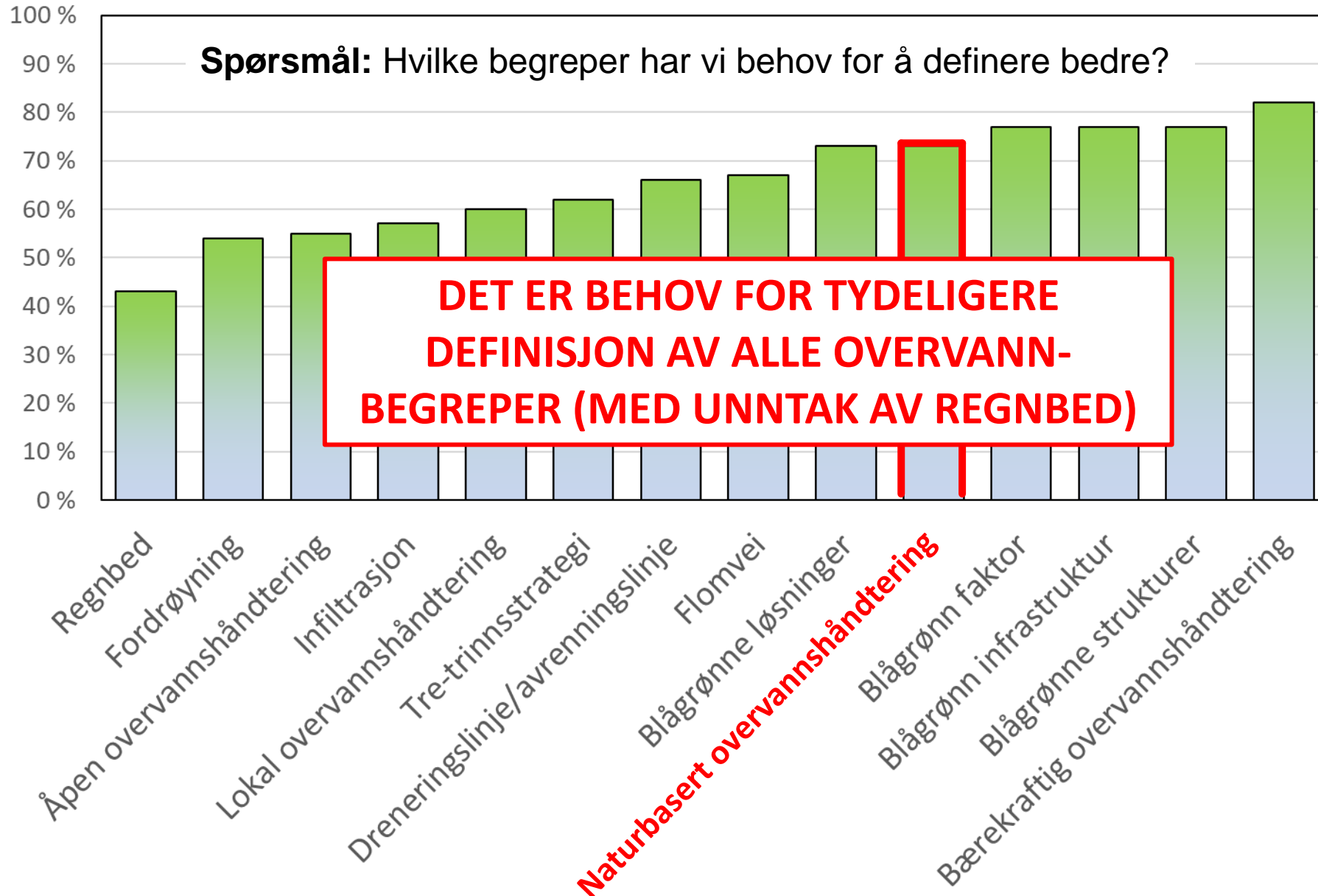
- Tiltak har enhetspriser under 2 000 NOK/m³ (gjennomsnitt av faktiske priser er ca. 5 300 NOK/m³)
- Forventet lang levetid (100 år)
- Tiltak bør ha en flerfunksjonalitet, fleksibilitet og gi tilleggskvaliteter (**naturbaserte løsninger**) som kan forsvare investeringen!

2. Hvordan forstår vi sentrale begreper innen overvannshåndtering (**felles språk**)?

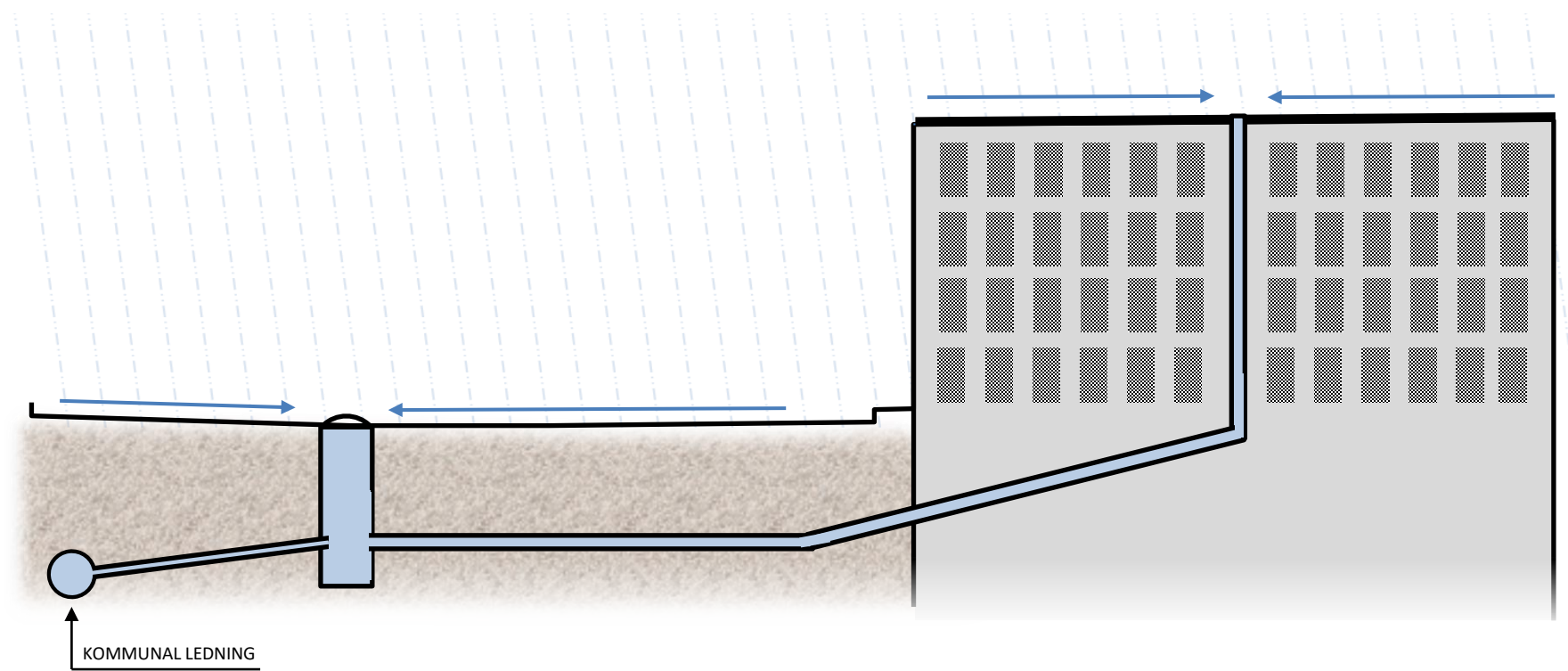




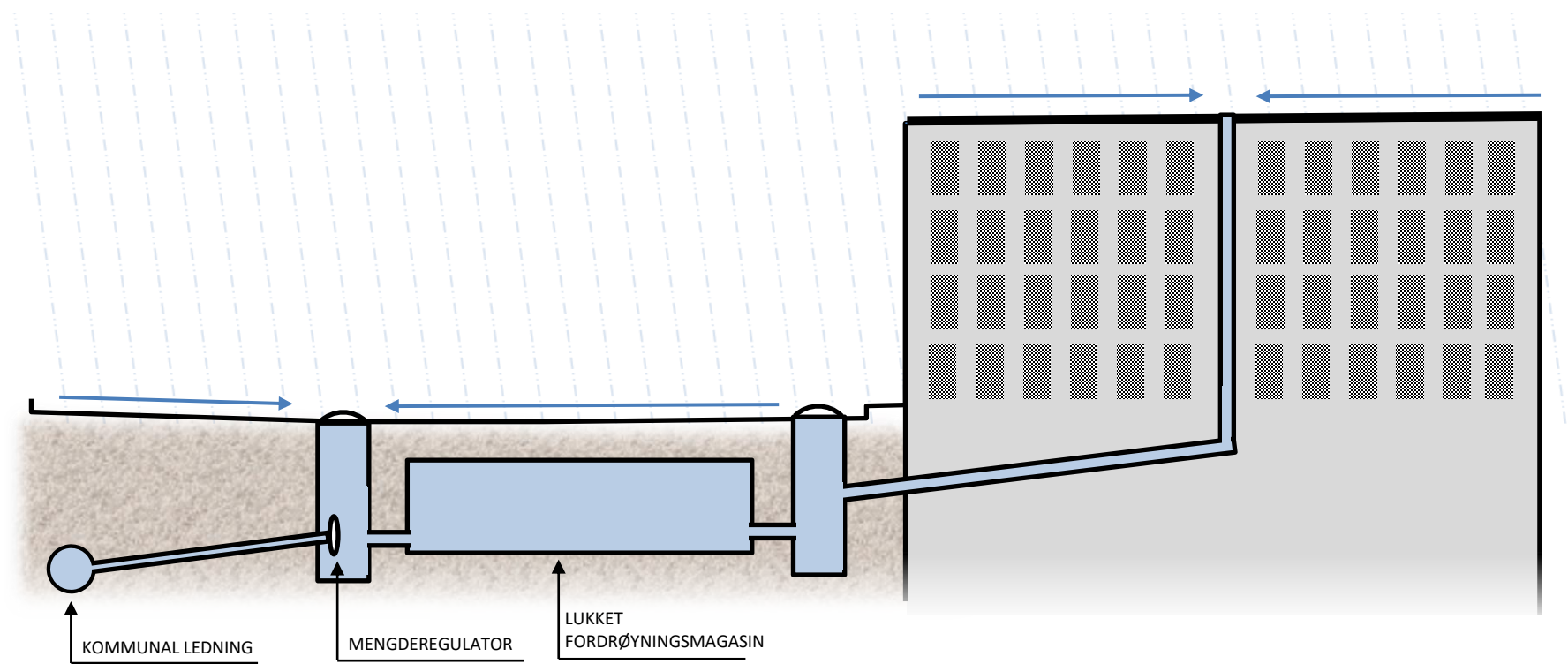
Begrepsforvirring innen overvannsfaget



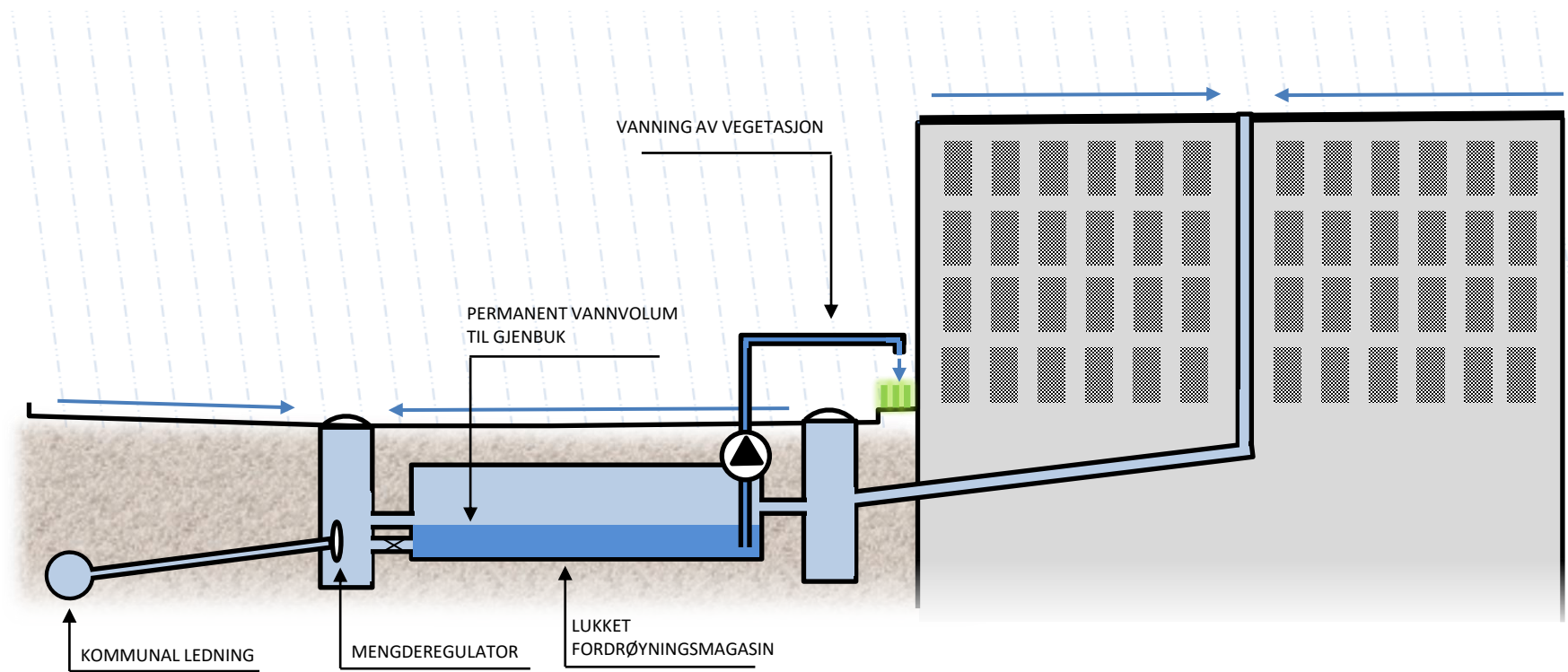
Er dette naturbasert overvannshåndtering?



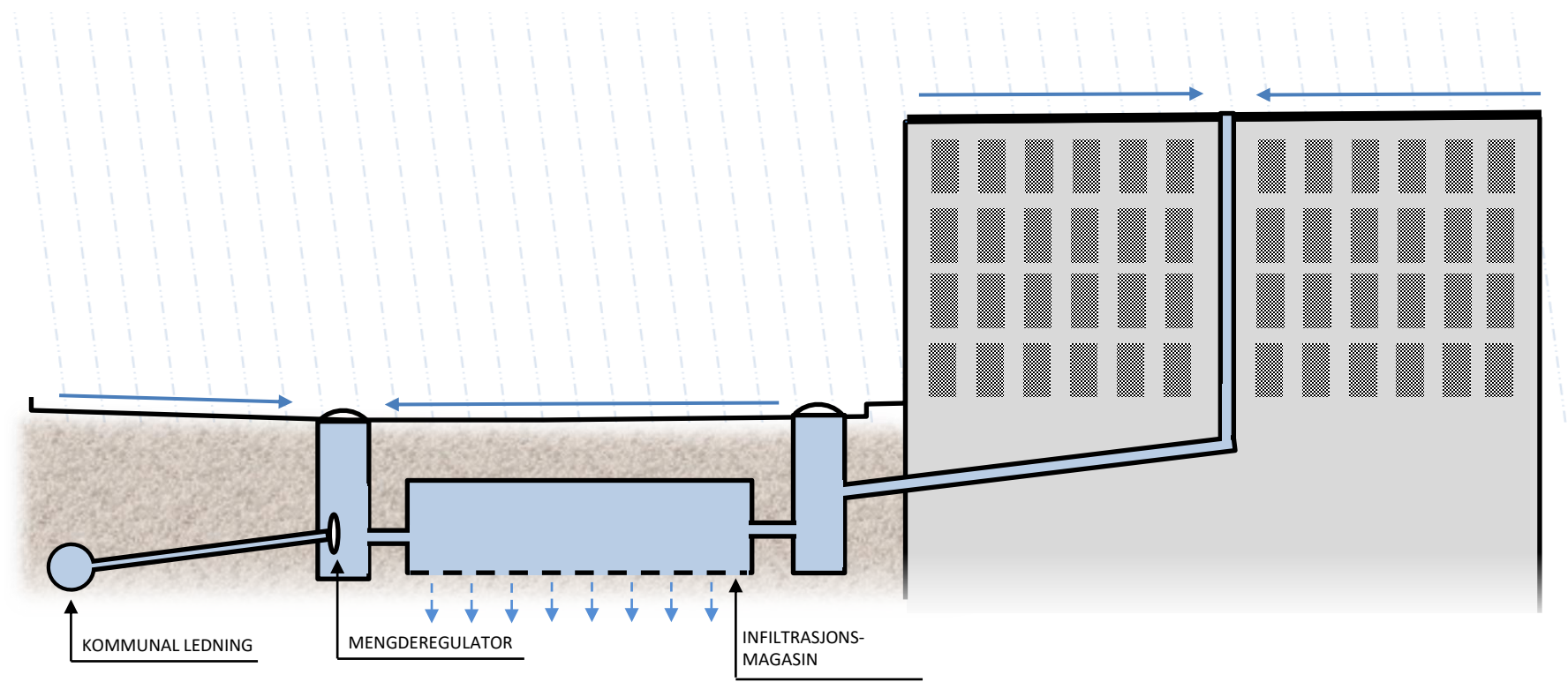
Er dette naturbasert overvannshåndtering?



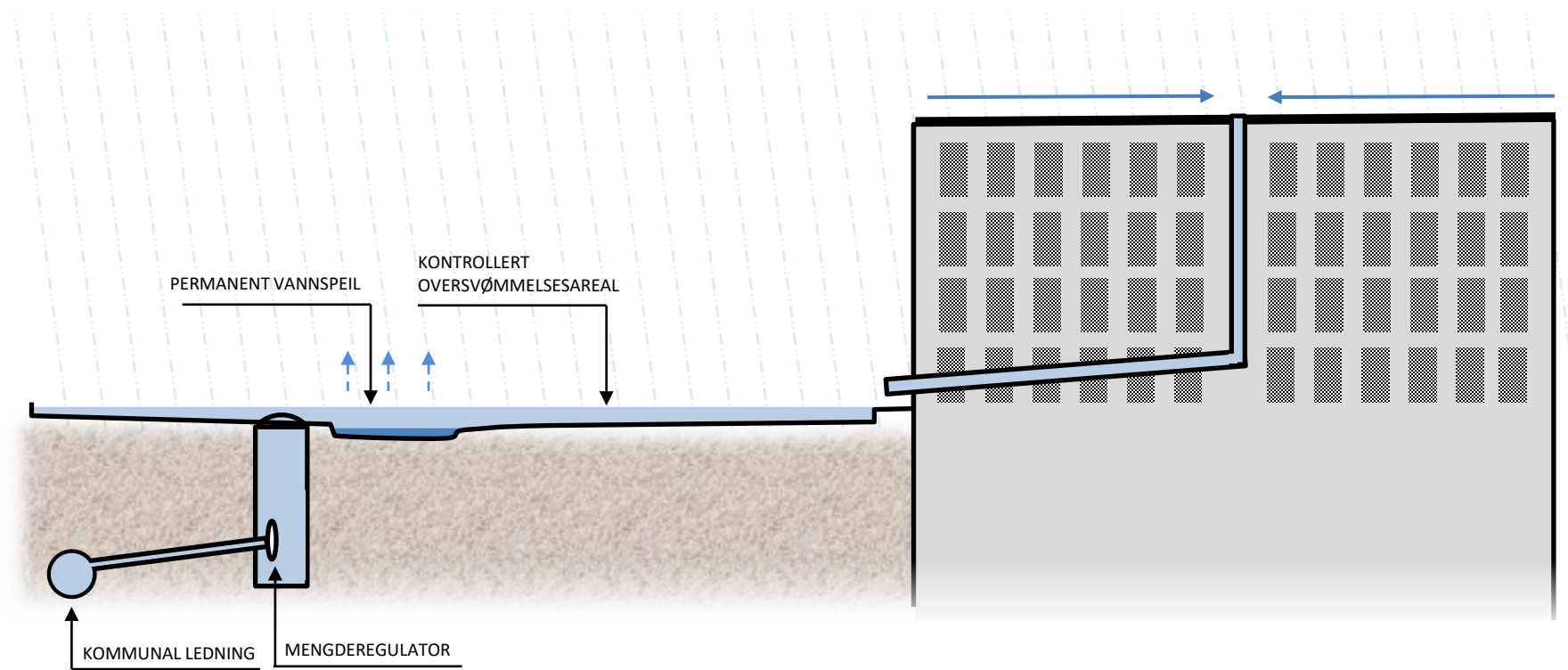
Er dette naturbasert overvannshåndtering?



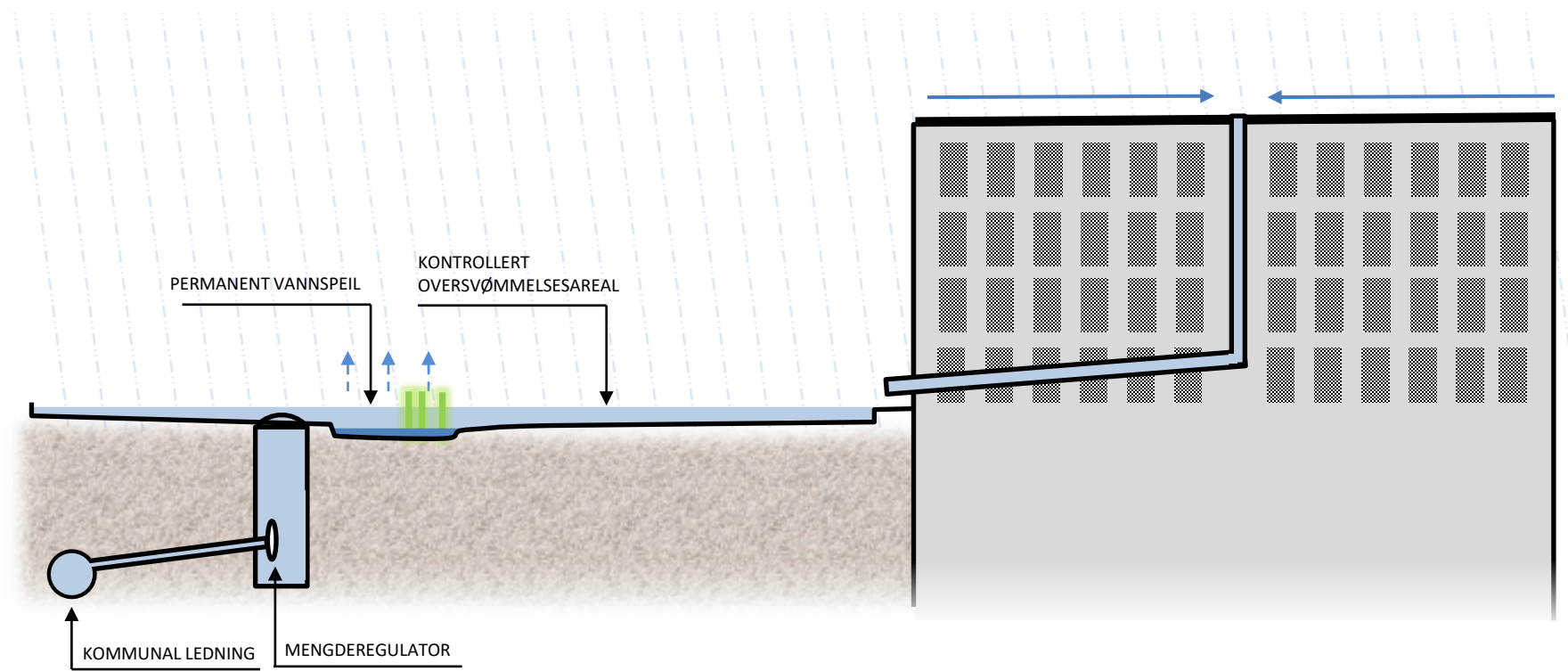
Er dette naturbasert overvannshåndtering?

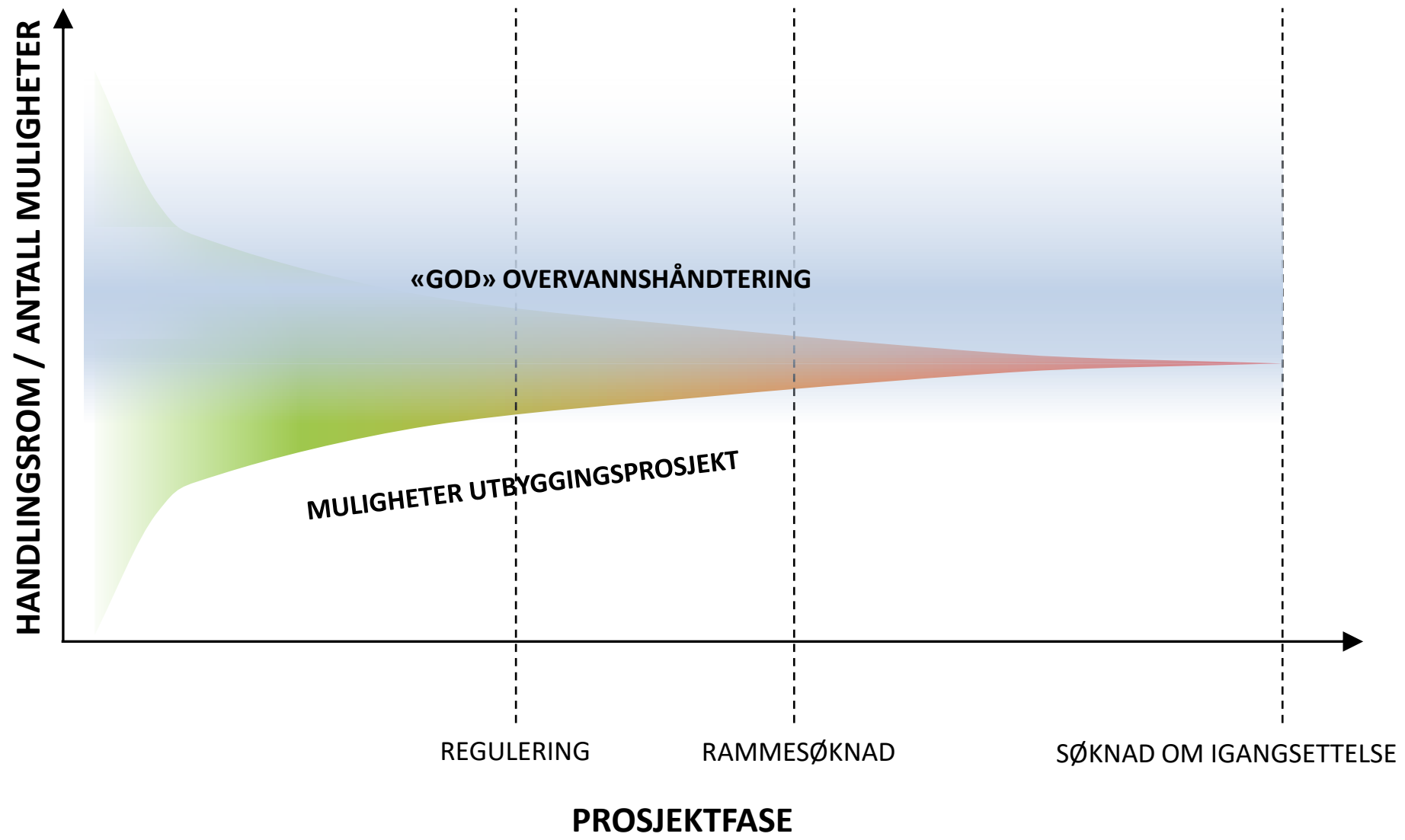


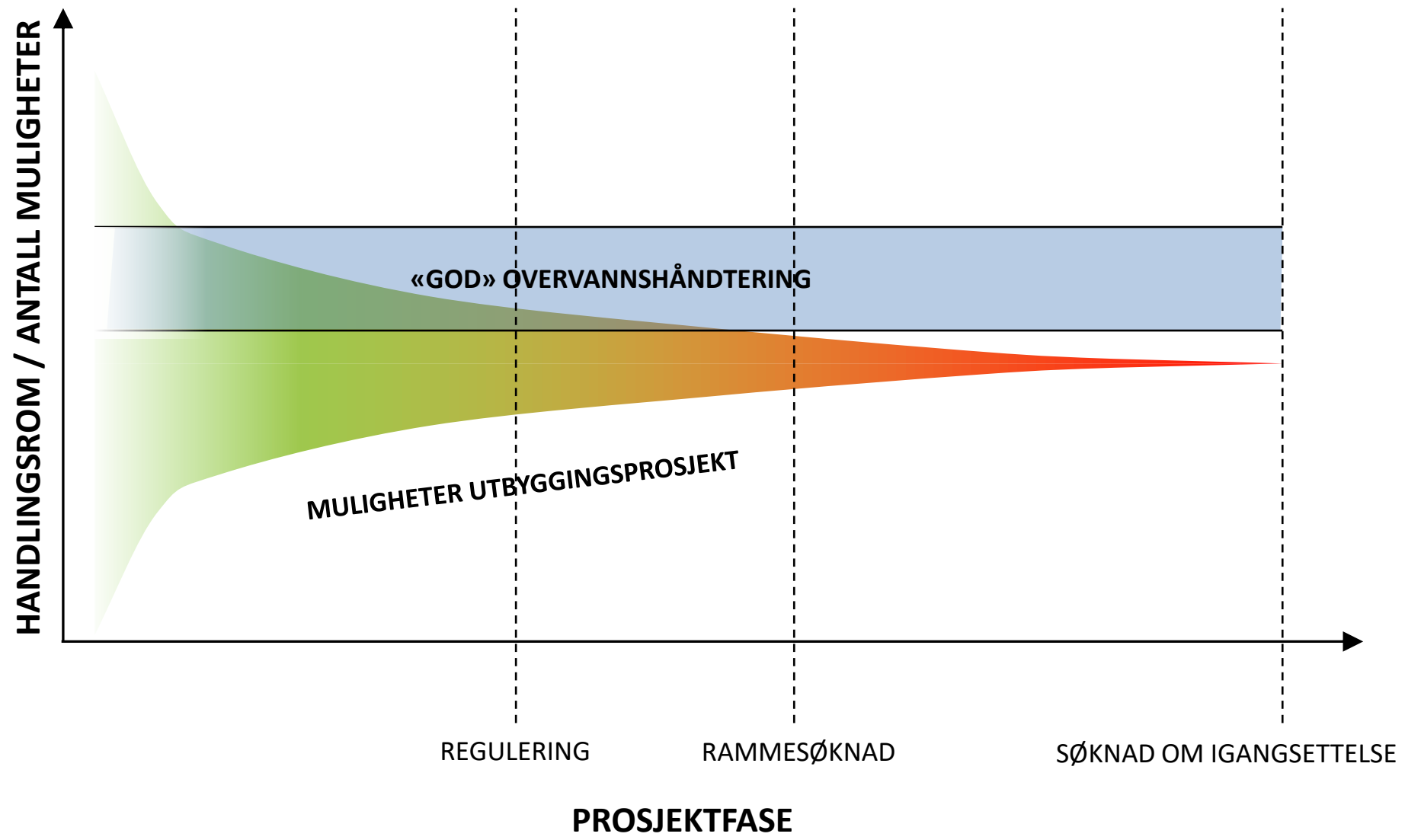
Er dette naturbasert overvannshåndtering?



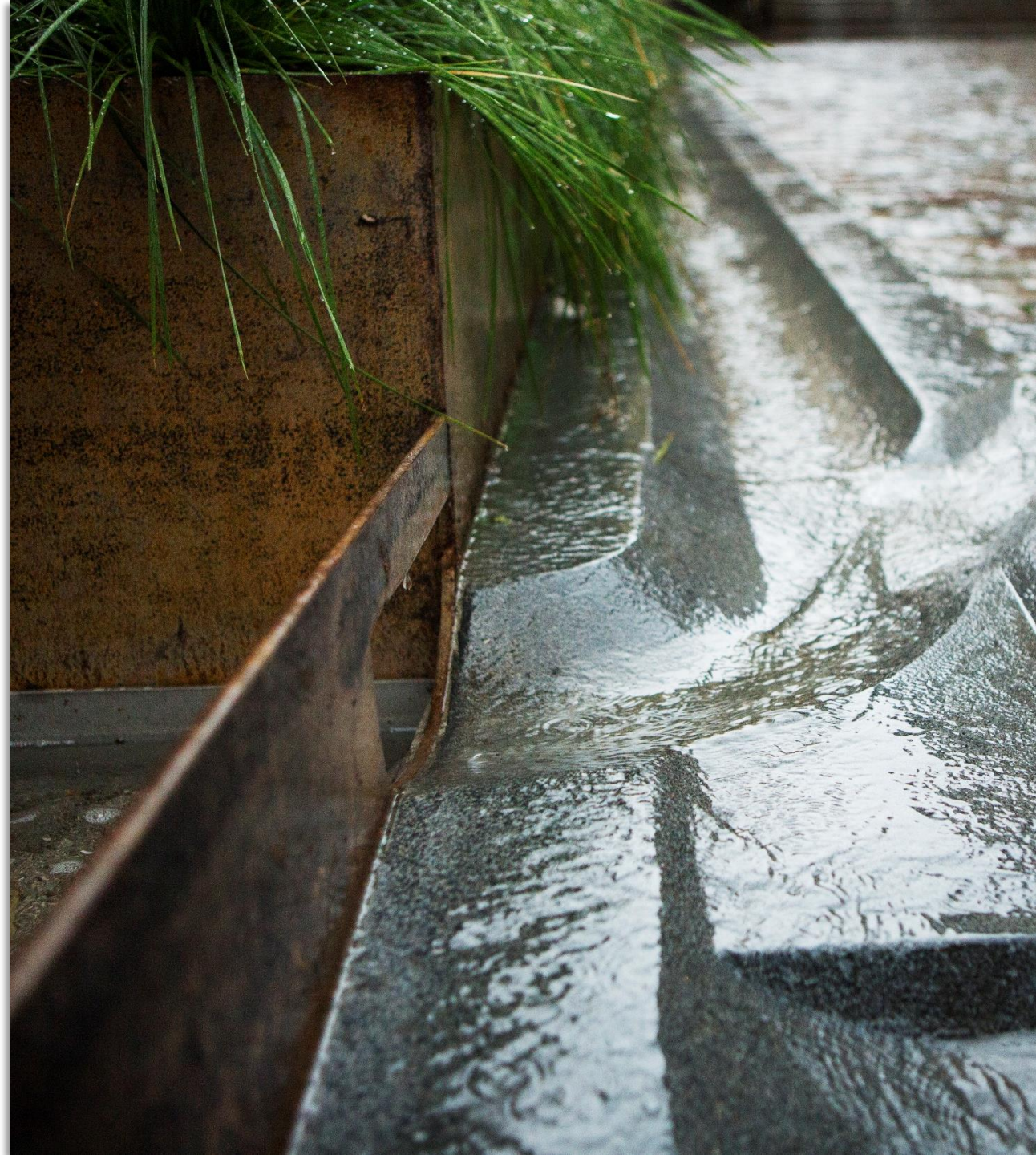
Er dette naturbasert overvannshåndtering?

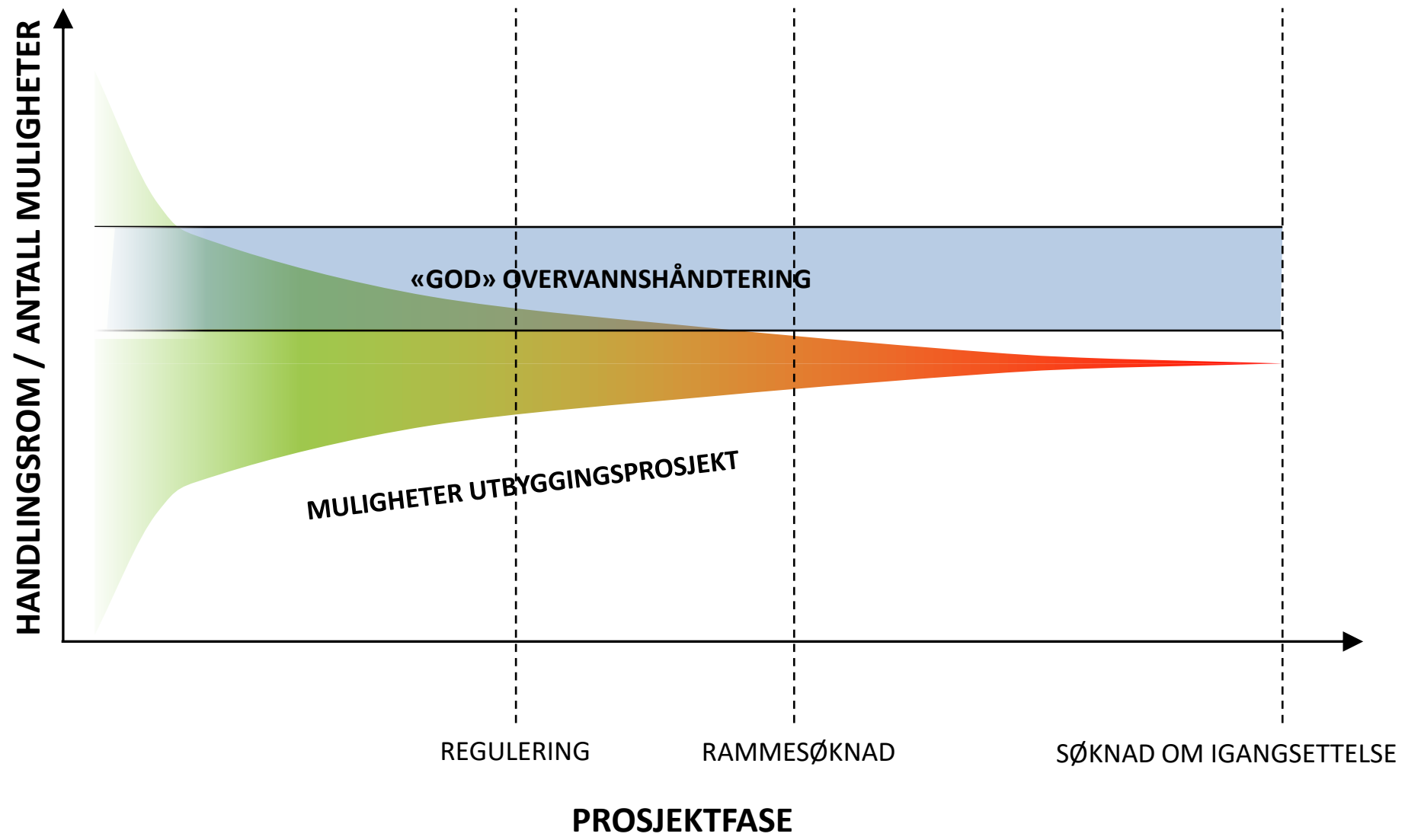


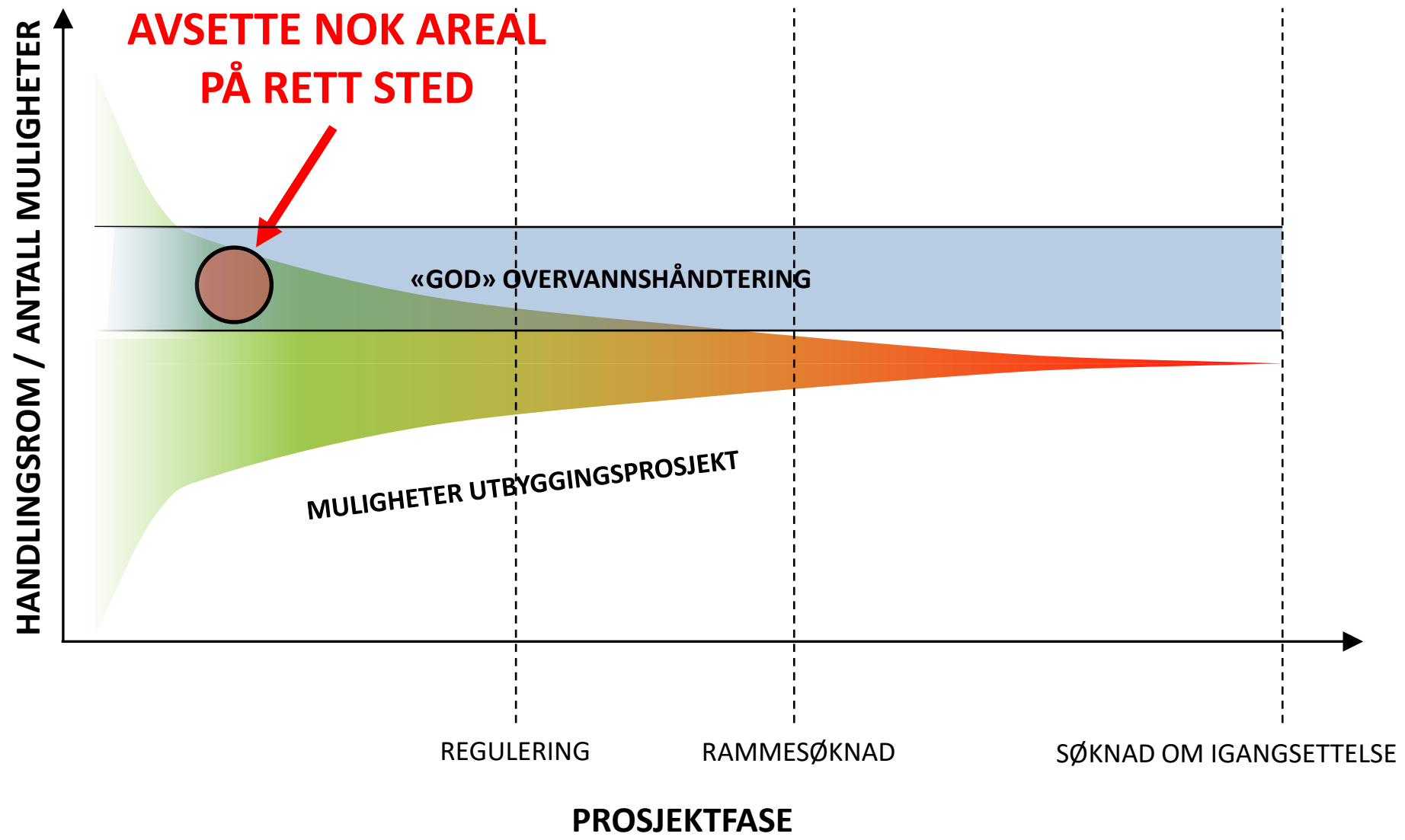


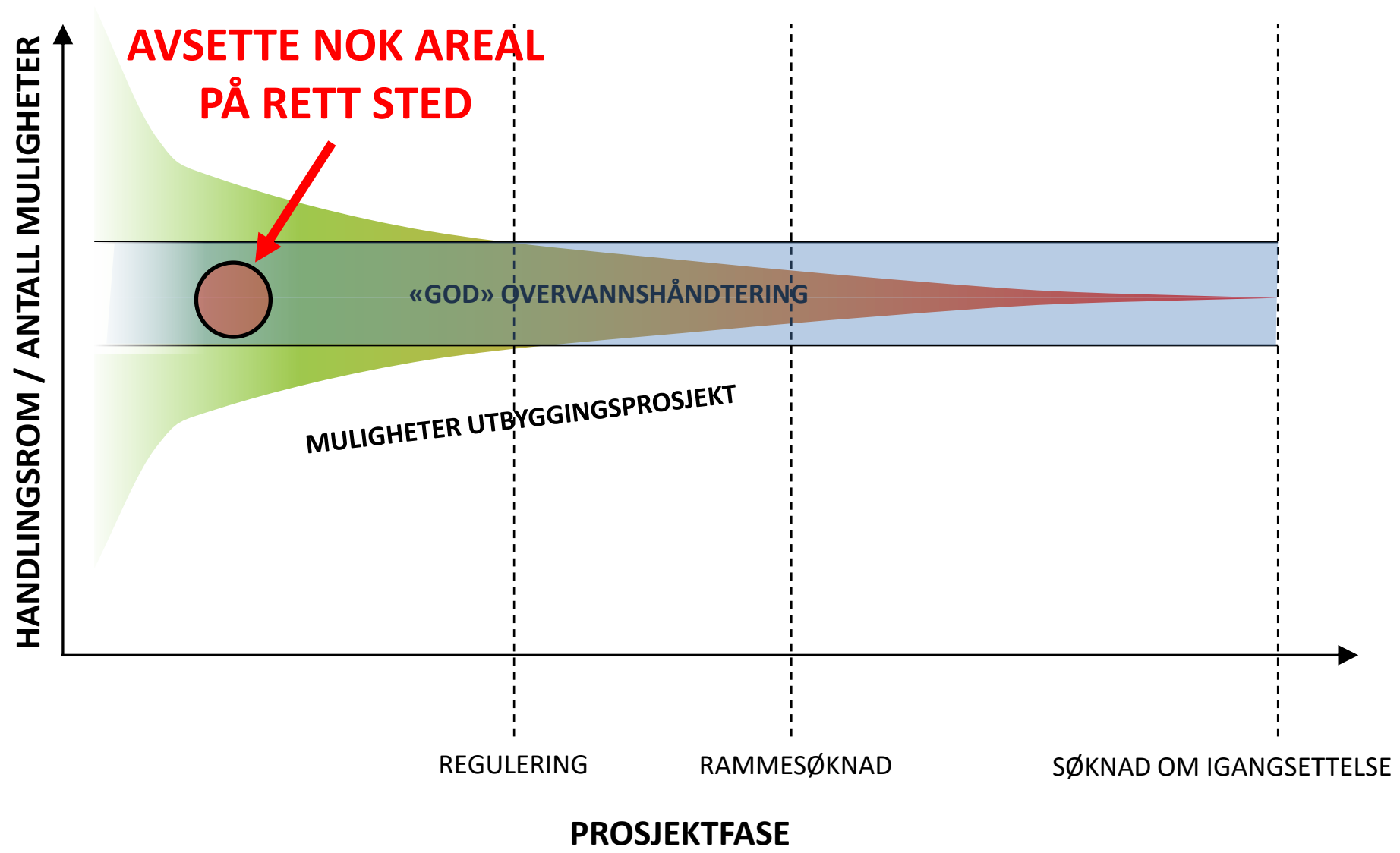


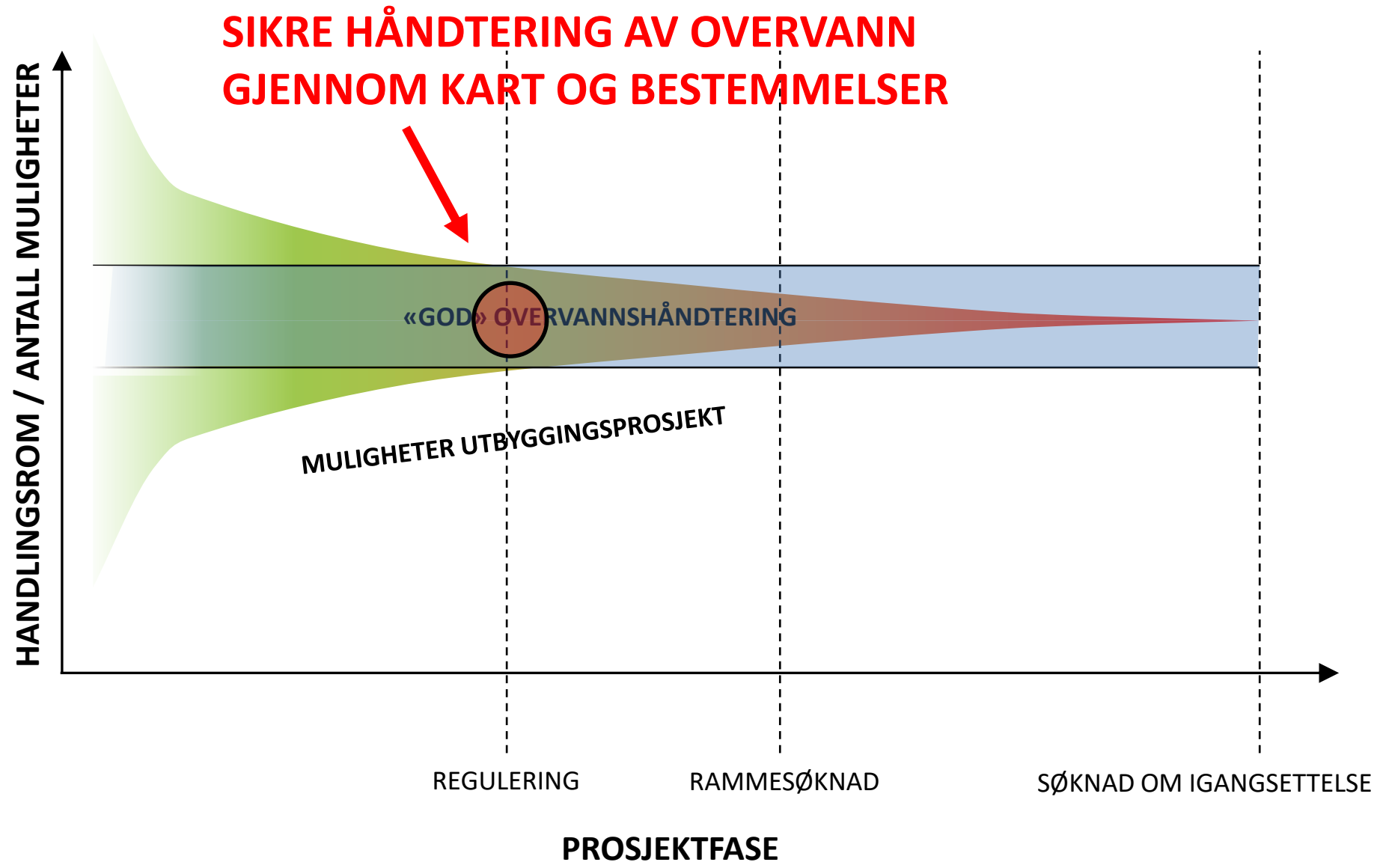
3. Hvordan skal kommunen følge opp tiltak – fra planleggingsstadiet, via utførelse til drift og vedlikehold (**oppfølging**)?

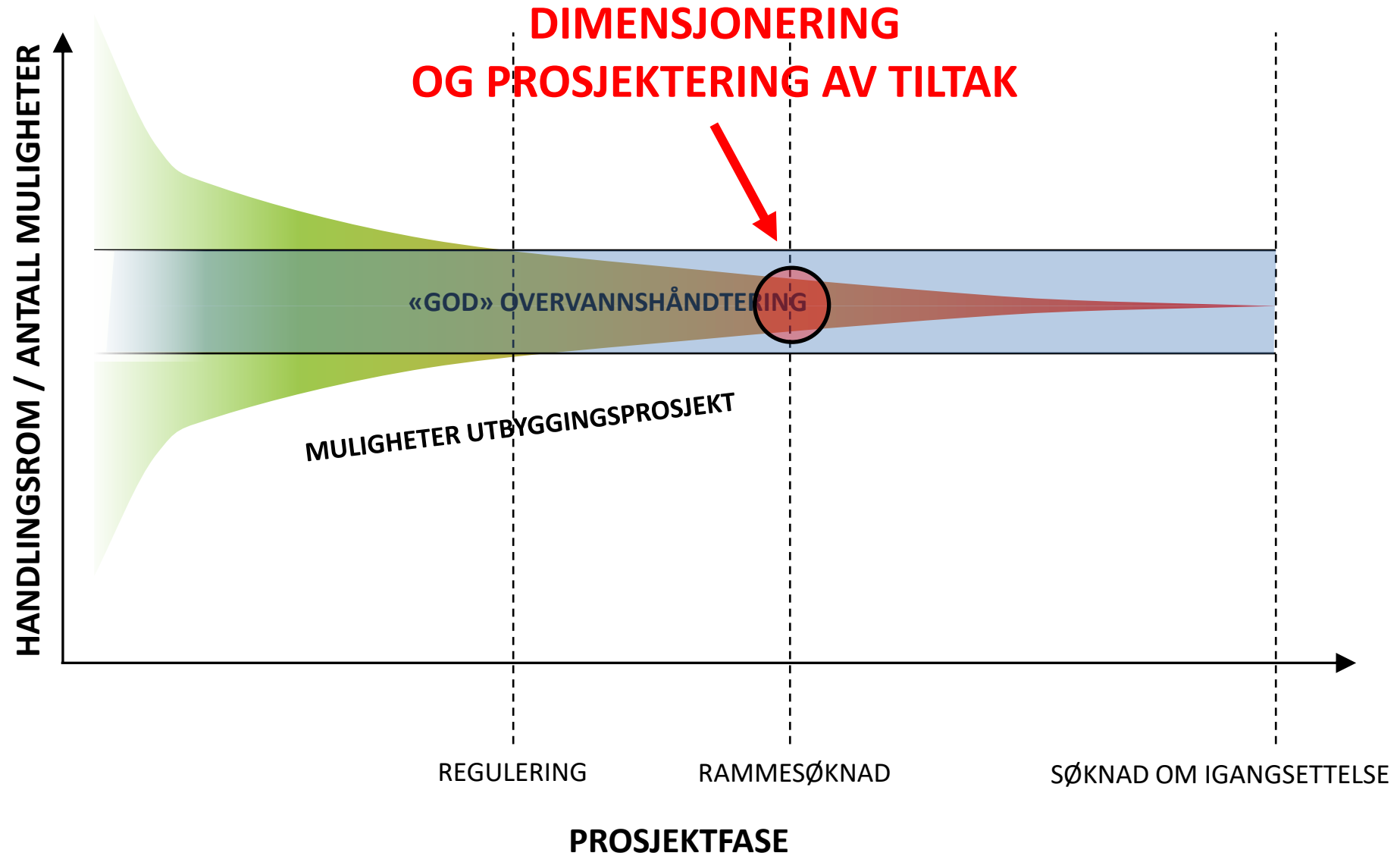


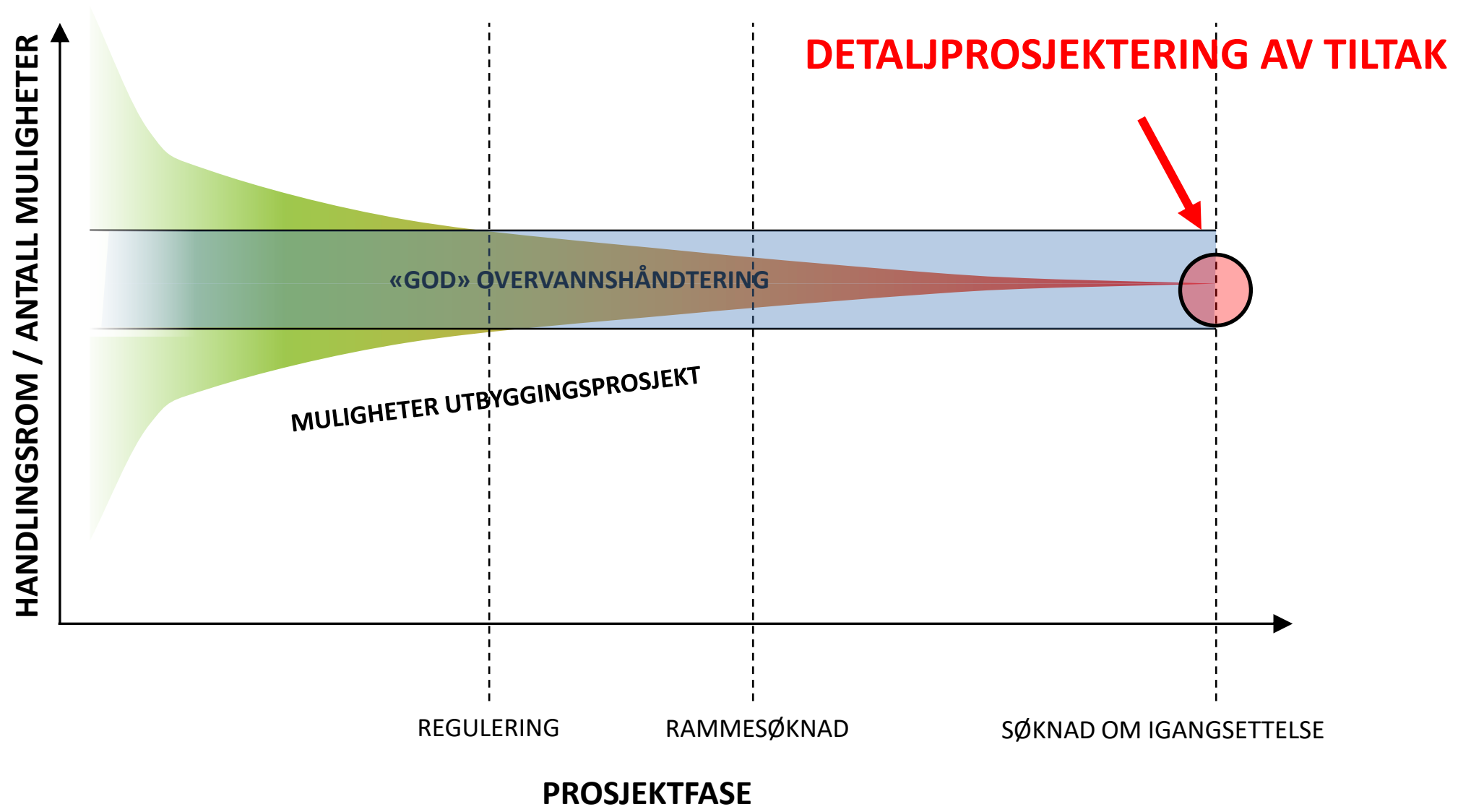












HANDLINGSROM / ANTALL MULIGHETER

DETALJPROSJEKTERING AV TILTAK

«GOD» OVERVANNSHÅNDTERING

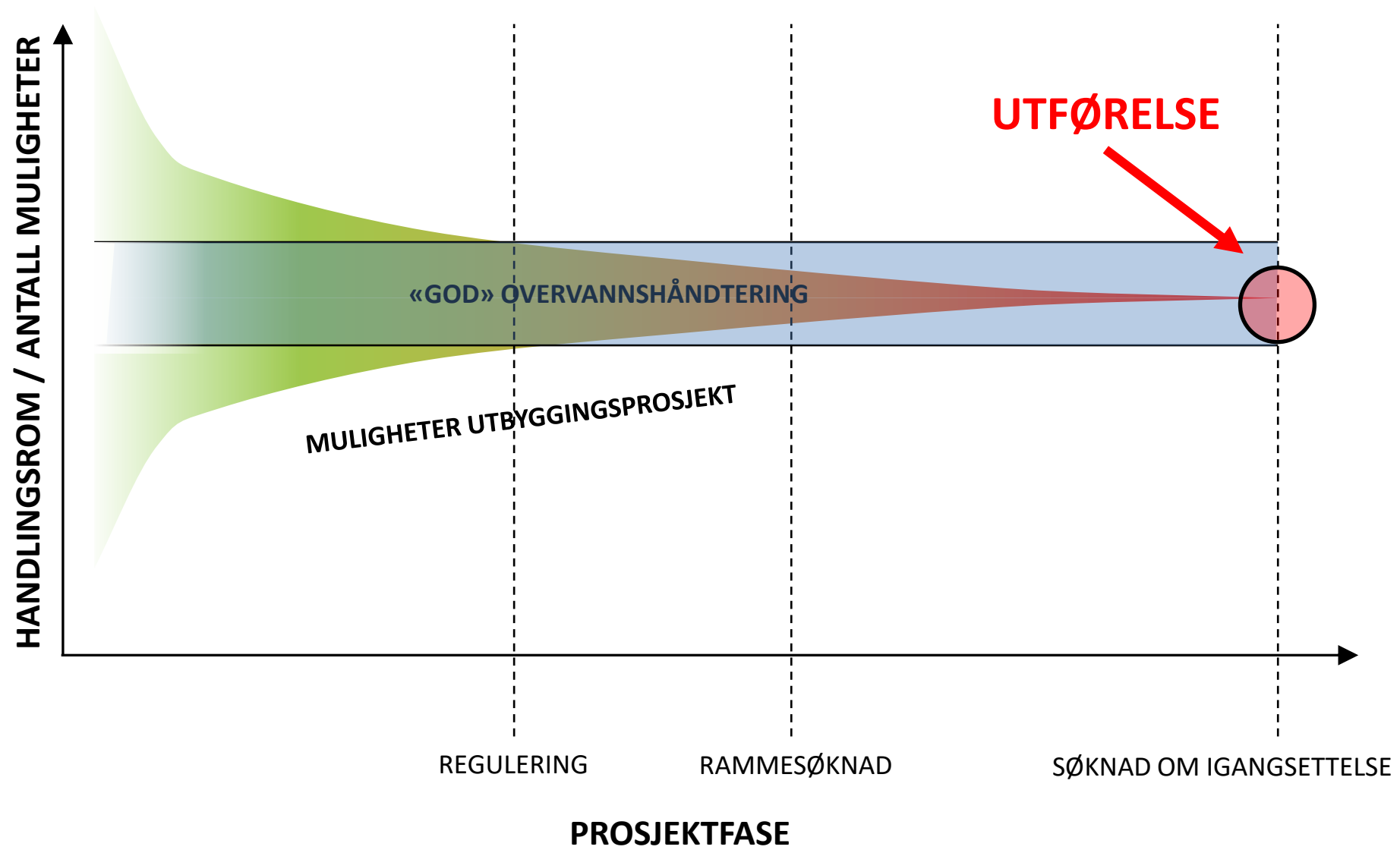
MULIGHETER UTBYGGINGSPROSJEKT

REGULERING

RAMMESØKNAD

SØKNAD OM IGANGSETTELSE

PROSJEKTFASE



Utførelse

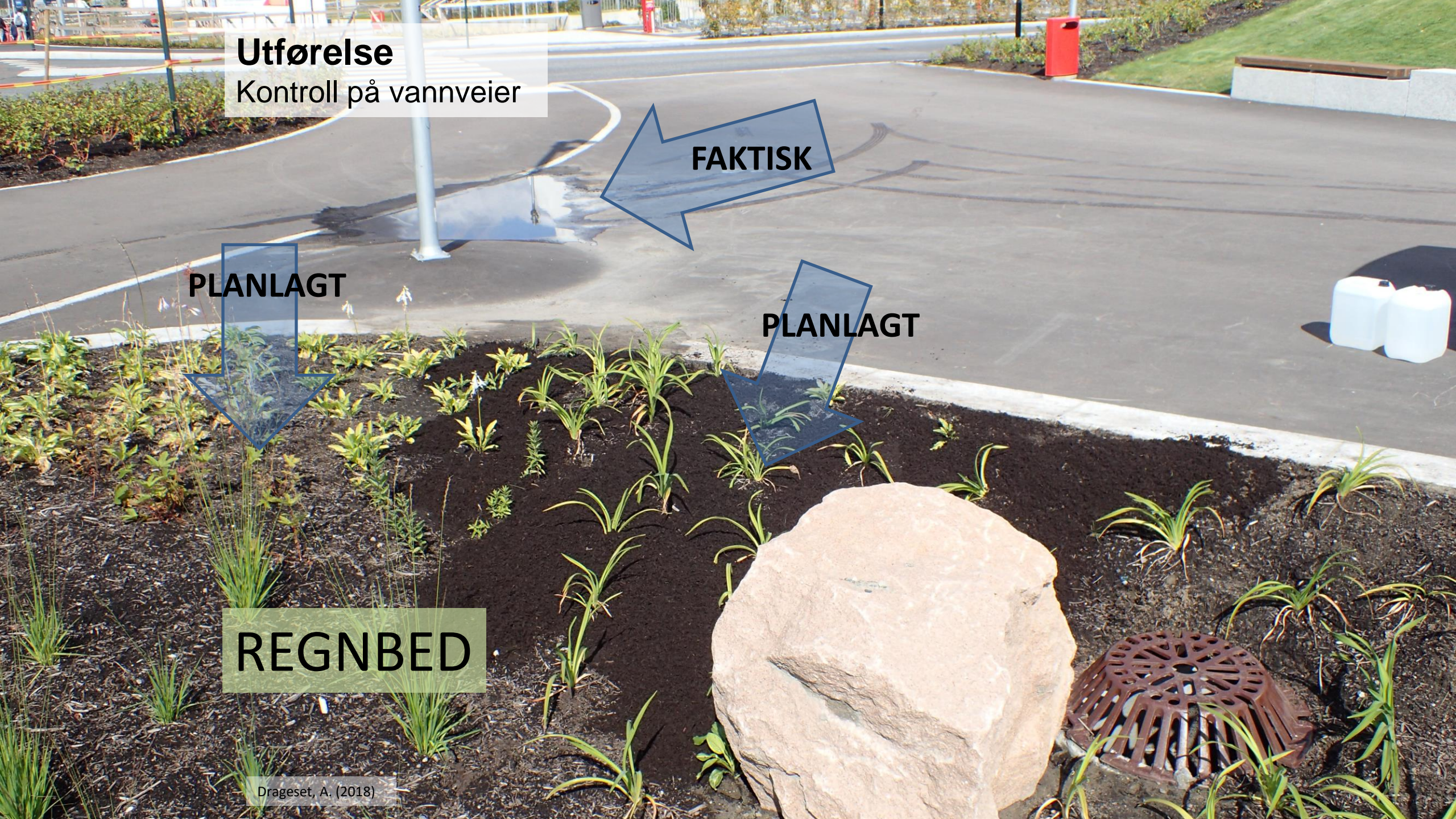
Kontroll på vannveier

FAKTISK

PLANLAGT

PLANLAGT

REGNBED



Planlegging og utførelse

Sikre at tiltaket får avrenning som planlagt

REGNBED



Planlegging og utførelse

Sikre at tiltaket får avrenning som planlagt

REGNBED



Planlegging og utførelse

Sikre at tiltaket får avrenning som planlagt

REGNBED



Planlegging og utførelse

Sikre at tiltaket får avrenning som planlagt

REGNBED



Planlegging og utførelse

Sikre at tiltaket får avrenning som planlagt

REGNBED



Planlegging og utførelse

Sikre at tiltaket får avrenning som planlagt

REGNBED



Planlegging og utførelse

Sikre at tiltaket får avrenning som planlagt



Planlegging og utførelse

Sikre at tiltaket får avrenning som planlagt



Planlegging og utførelse

Sikre at tiltaket får avrenning som planlagt



Planlegging og utførelse

Sikre at tiltaket får avrenning som planlagt



Utførelse

Tilstrekkelig nedsenket

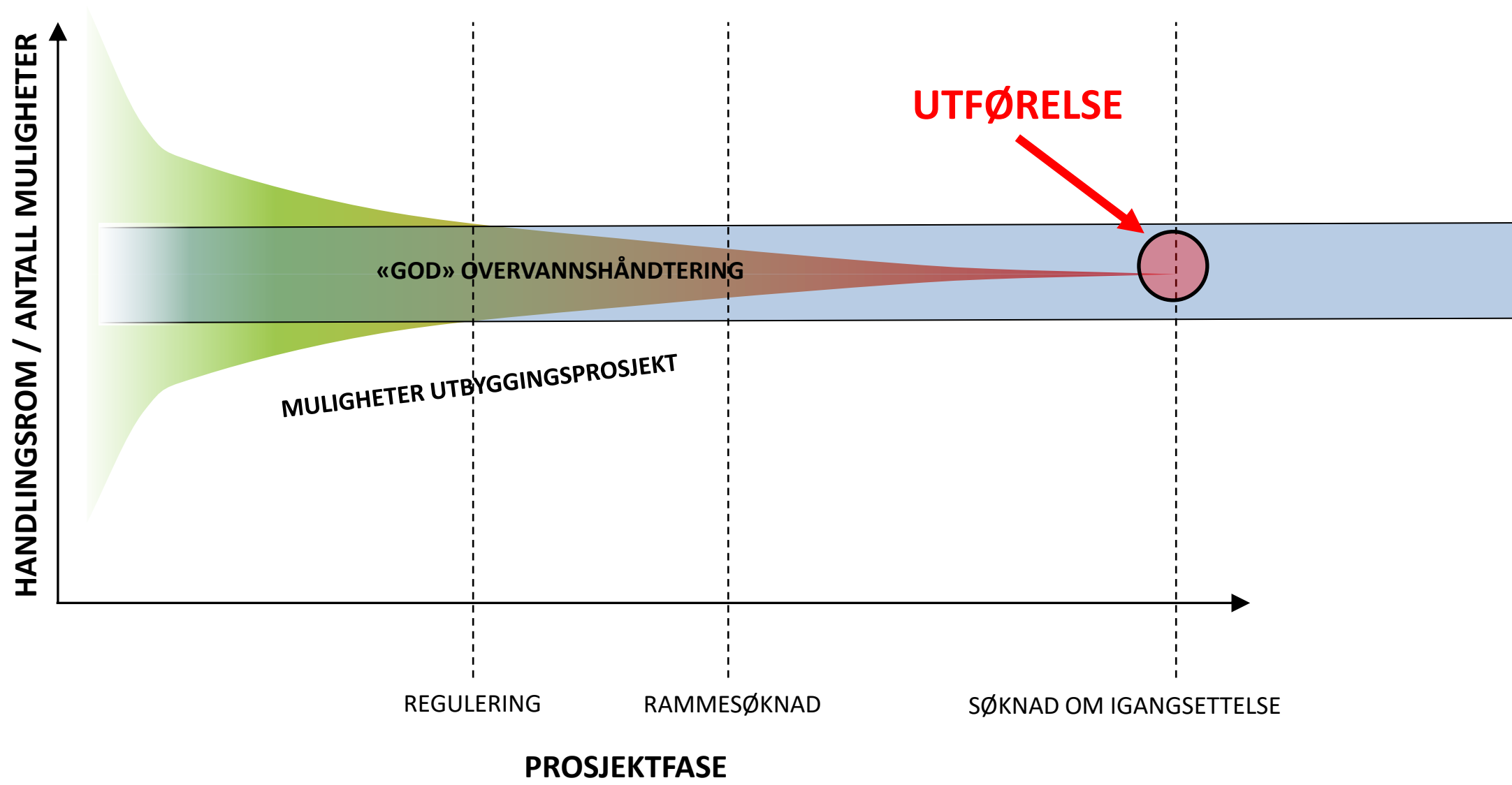
REGNBED



Utførelse

Tiltaket bygges ikke..

REGNBED???



HANDLINGSROM / ANTALL MULIGHETER

«GOD» OVERVANNSHÅNDTERING

MULIGHETER UTBYGGINGSPROSJEKT

UTFØRELSE

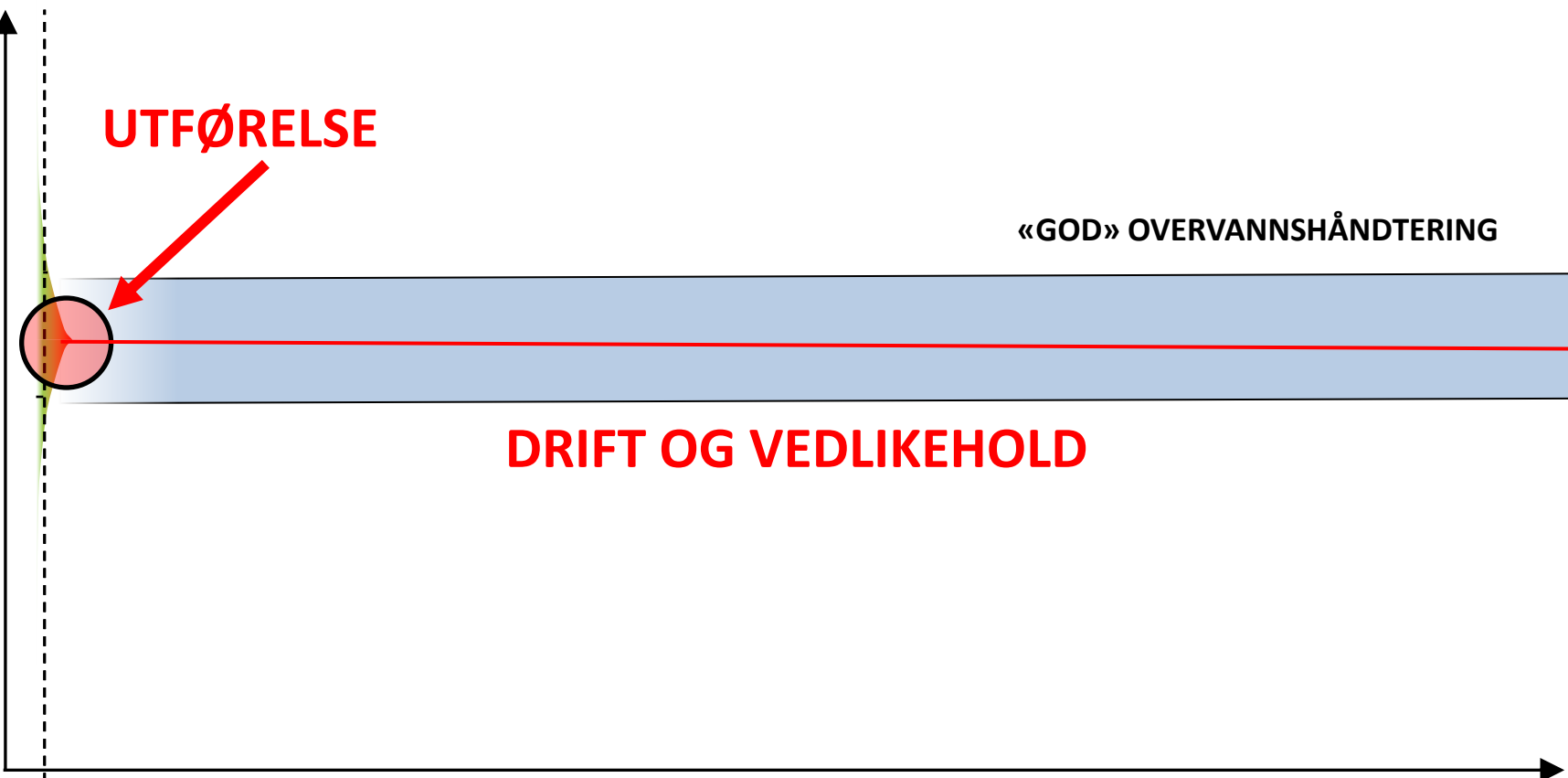
REGULERING

RAMMESØKNAD

SØKNAD OM IGANGSETTELSE

PROSJEKTFASE

HANDLINGSROM / ANTALL MULIGHETER



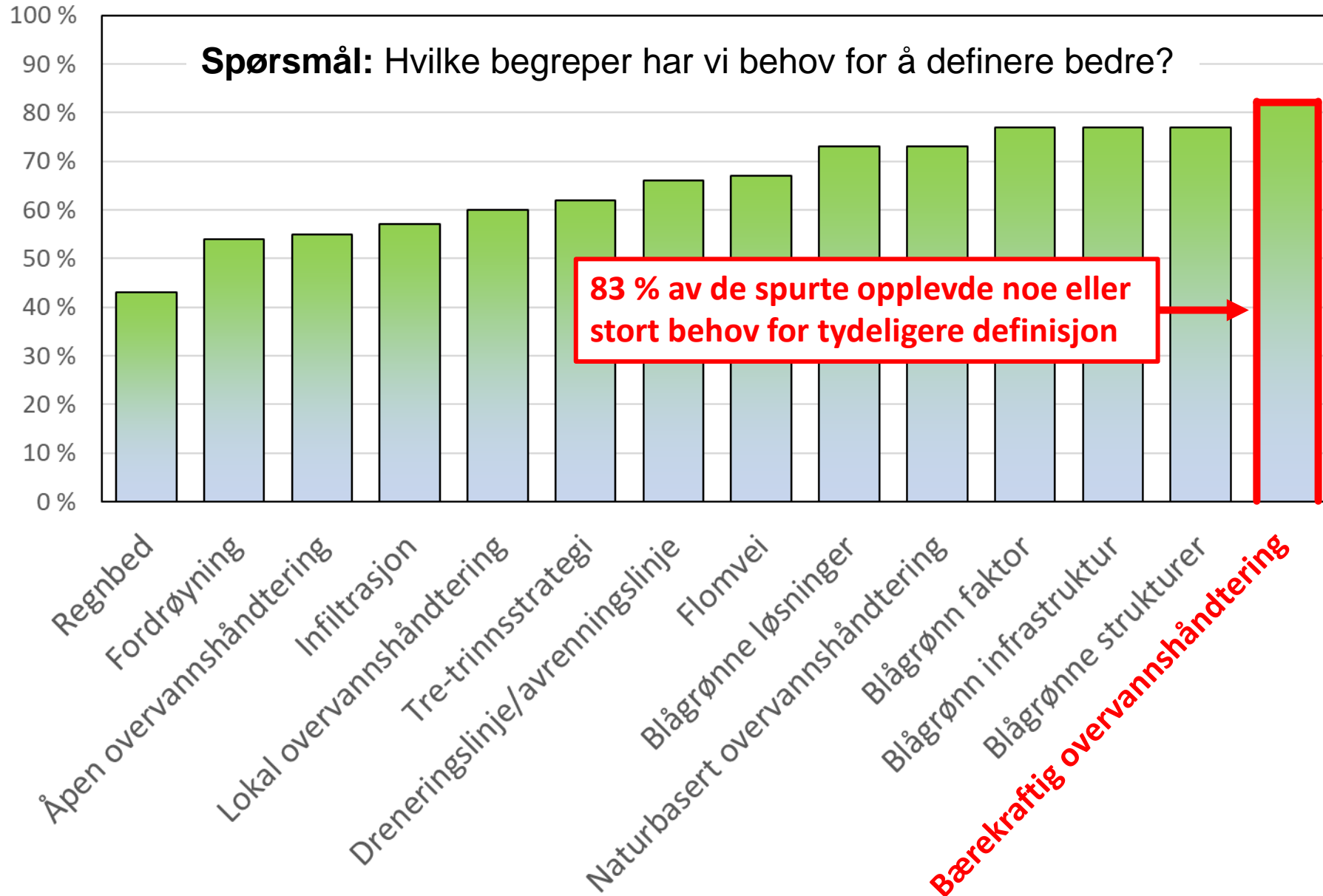
UTFØRELSE

«GOD» OVERVANNSHÅNTERING

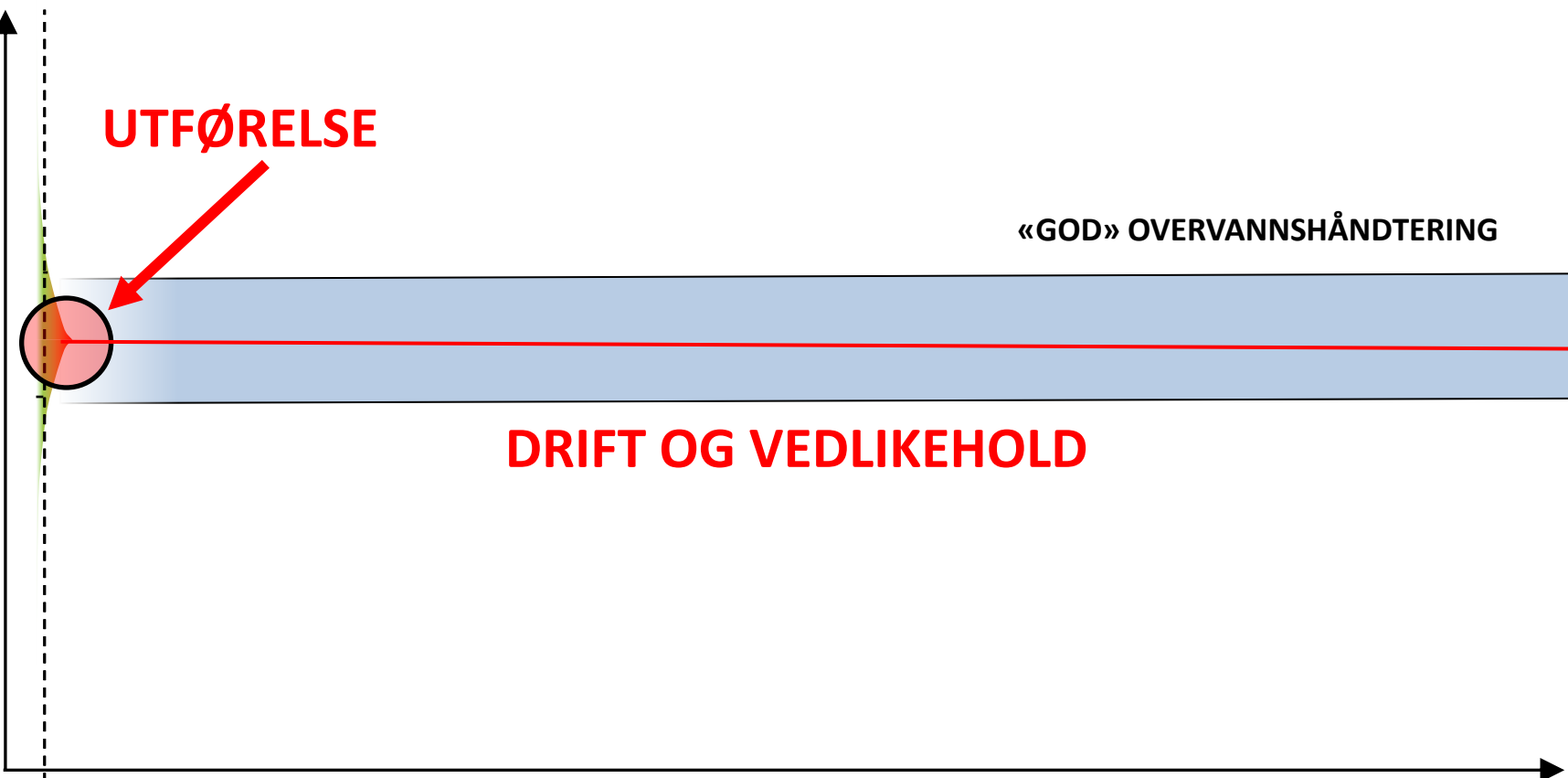
DRIFT OG VEDLIKEHOLD

DET «BÆREKRAFTIGE» TILTAKETS LEVETID

Hva er bærekraftig overvannshåndtering?



HANDLINGSROM / ANTALL MULIGHETER



UTFØRELSE

«GOD» OVERVANNSHÅNTERING

DRIFT OG VEDLIKEHOLD

DET «BÆREKRAFTIGE» TILTAKETS LEVETID

