



Risikovurdering av grønne og blågrønne tak

29/11-2021

Erlend Andenæs, NTNU





© SINTEF Byggforsk

Bakgrunn - klimaendringer

- Mer regn
- Mer intenst regn
- Behov for tilpasning
- Regelverk
 - → krav om håndtering av overvann

Kilde: Hans Olav Hygen, met.no



Først, litt hydrologi



Foto: Erlend Andenæs

1 mm nedbør = 1 liter vann per kvadratmeter
= 1 tonn per mål

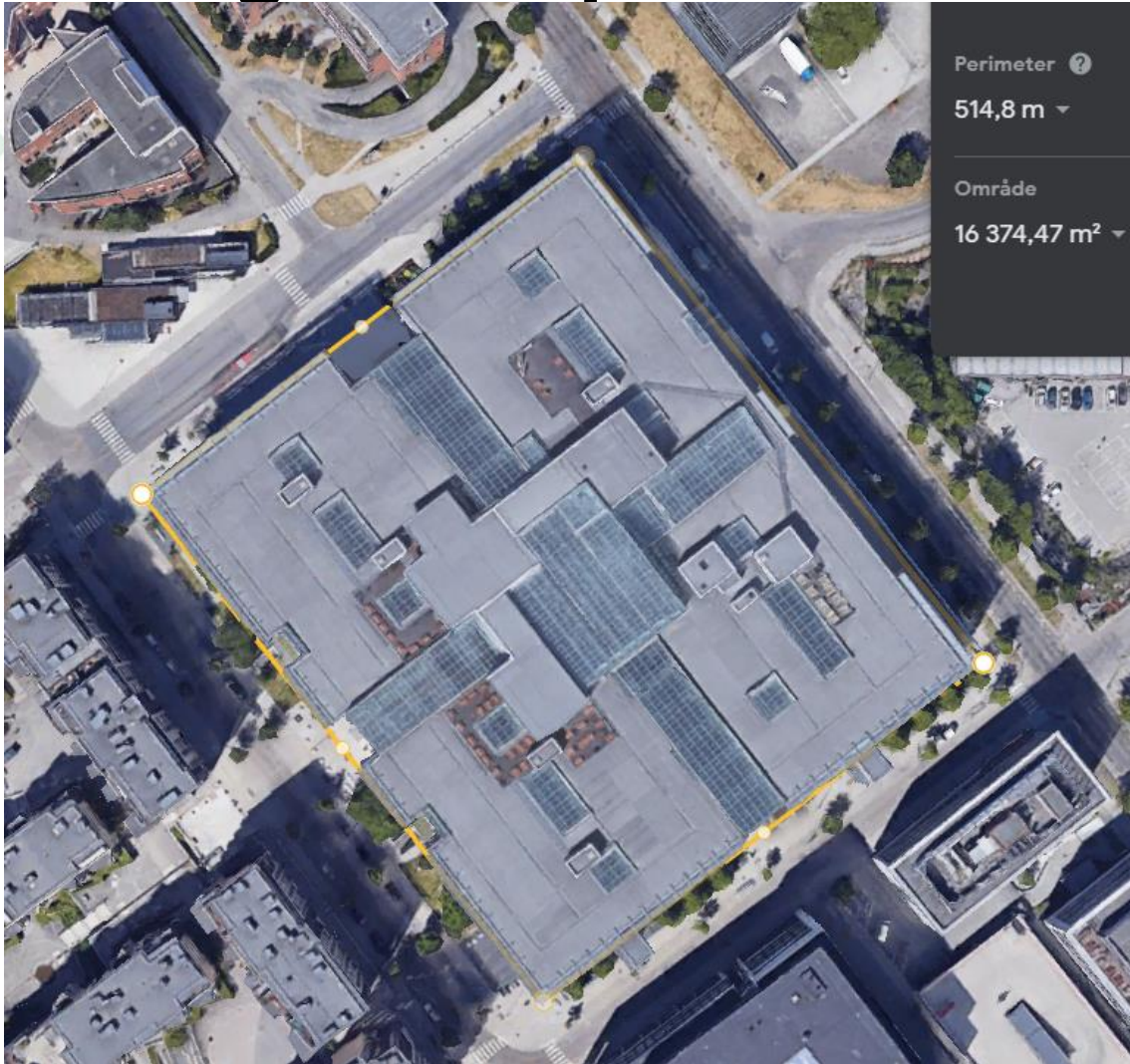
lørdag
kl 16



4°

1,4 – 2,5 mm

Regnvann på tak

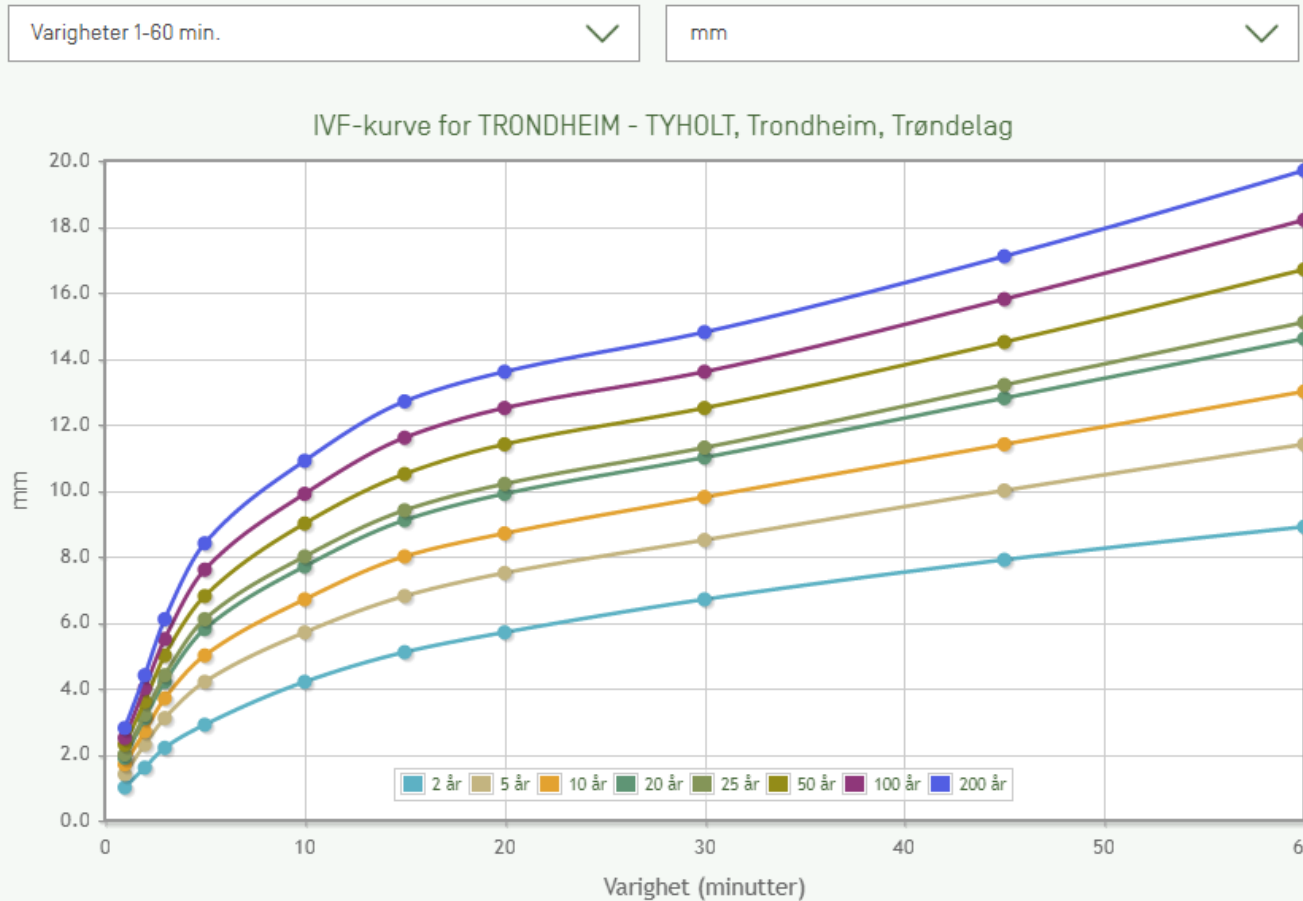


Bilde fra Google Earth



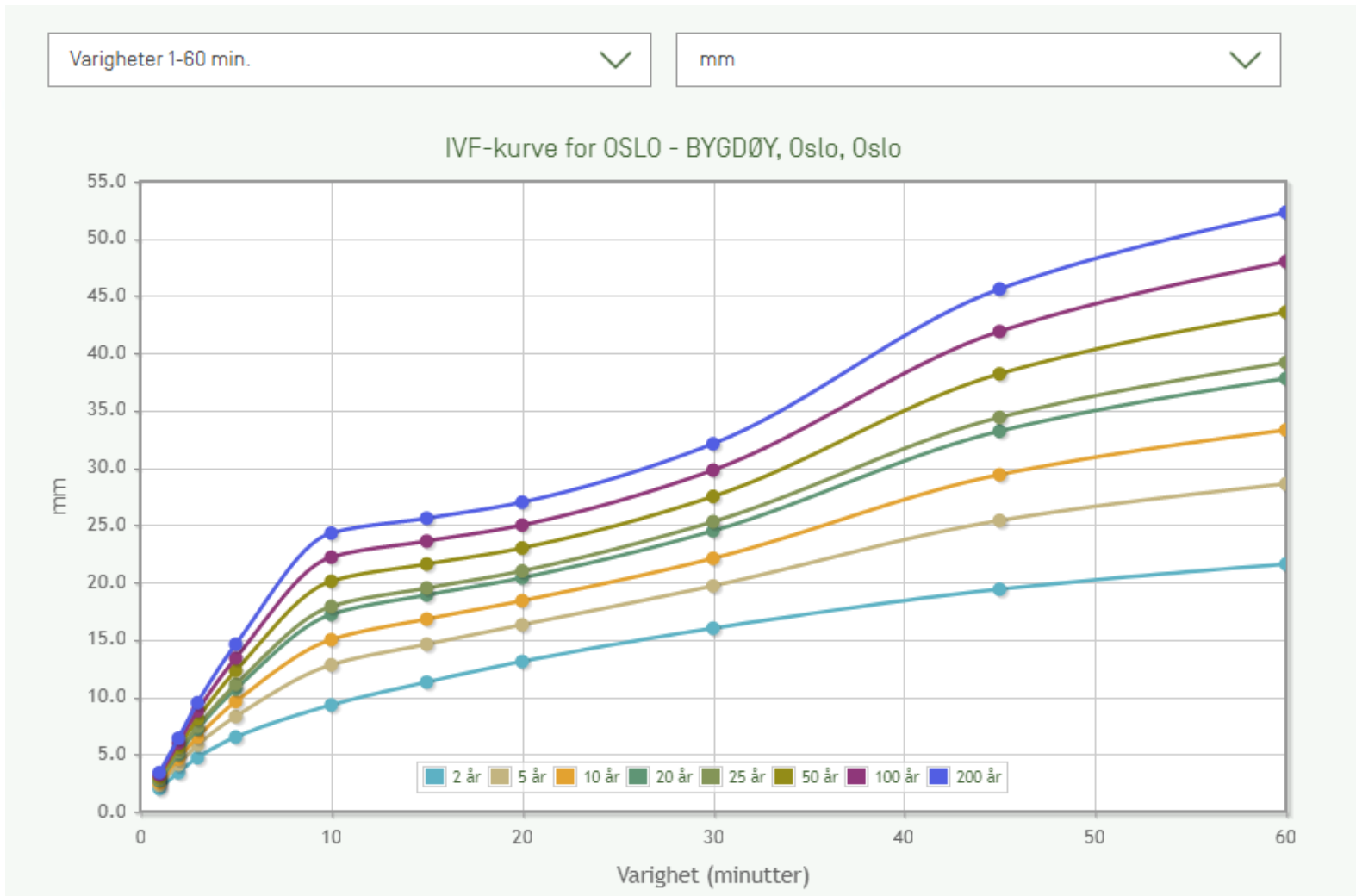
Foto: Erlend Andenæs

Intensitet-Varighet-Frekvens-kurve



<https://klimaservicesenter.no/faces/desktop/idf.xhtml>

IVF-kurver er stedsavhengige!



20 mm/time er 200-års-regn i Trondheim. I Oslo forekommer dette ca. annethvert år.

Når rørene blir fulle



Foto: Erlend Andenæs

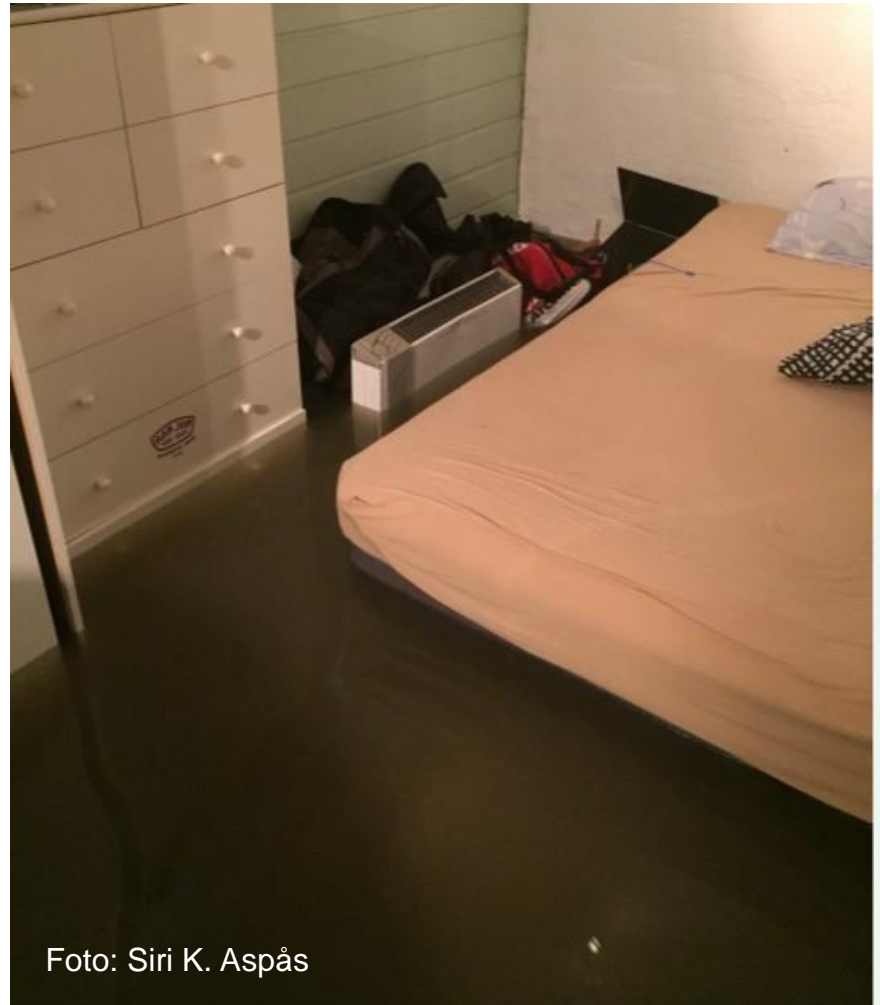


Foto: Siri K. Aspås

Vann i kjeller = krise = dyrt

Adresseavisen onsdag 23.11.2021



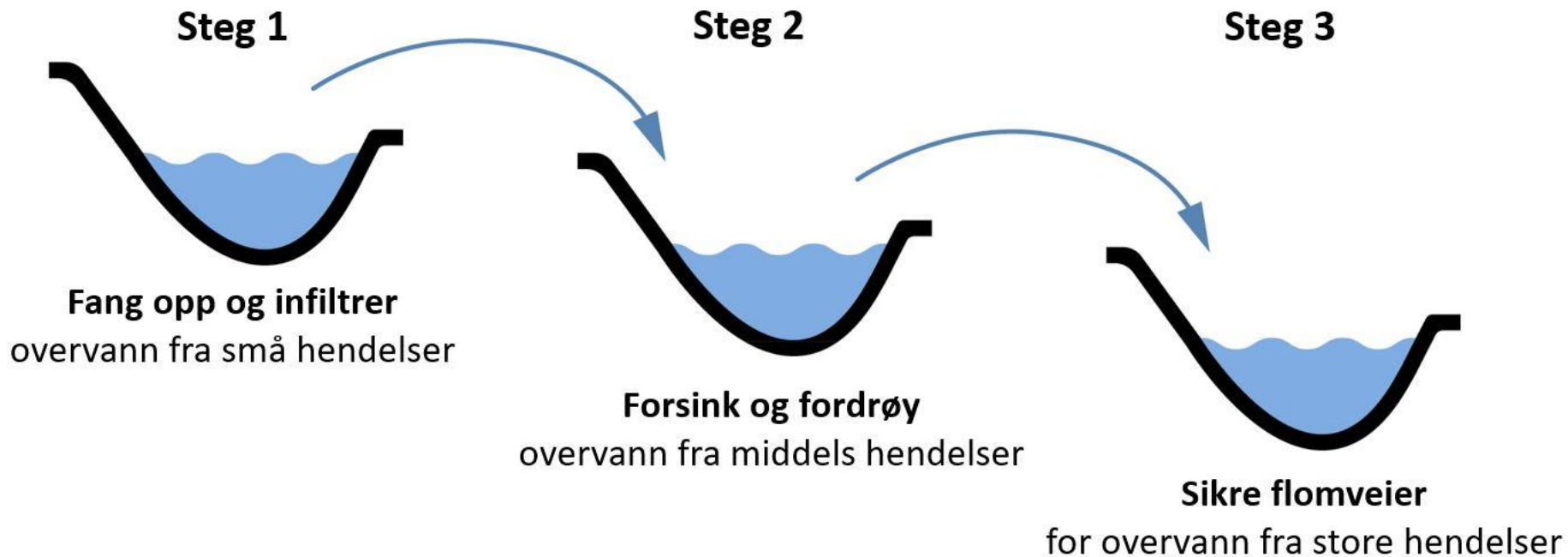
Ingmund Solem er redd han må opp med gulvet etter vannets herjinger. FOTO: MARIANN DYBDAHL

[Vi følger uværet direkte her.](#)

- **Ikke mye vi får gjort**

- Vi har vært ut og sjekket den kommunale ledningen, som tar unna vannet for fullt, men tydeligvis ikke nok, sier vaktleder hos Trondheim bydrift.

Tretrinnsstrategi for overvann

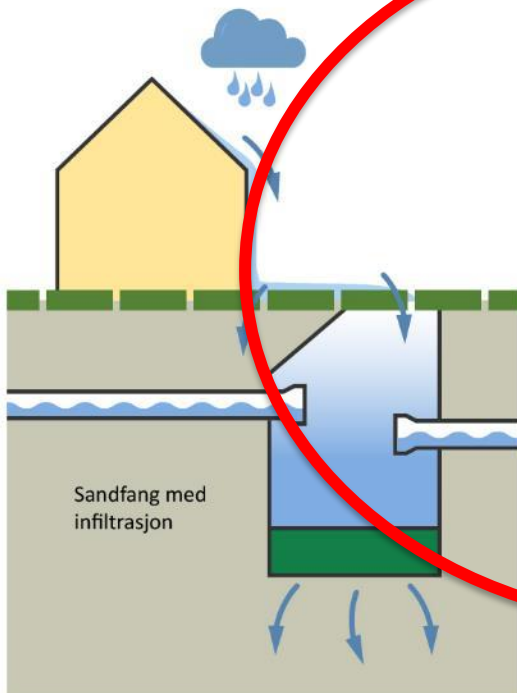


III.: Klima 2050/SINTEF Community

Tre trinn i praksis

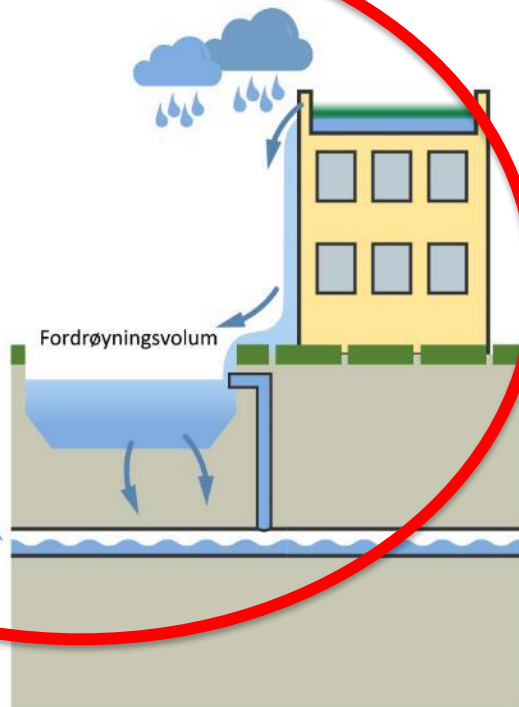
Steg 1

Fang opp og infiltrer
overvann fra små hendelser



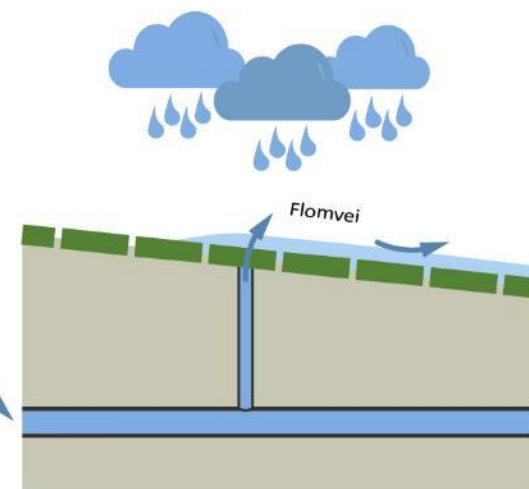
Steg 2

Forsink og fordrøy
overvann fra middels hendelser



Steg 3

Sikre flomveier
for overvann fra store hendelser

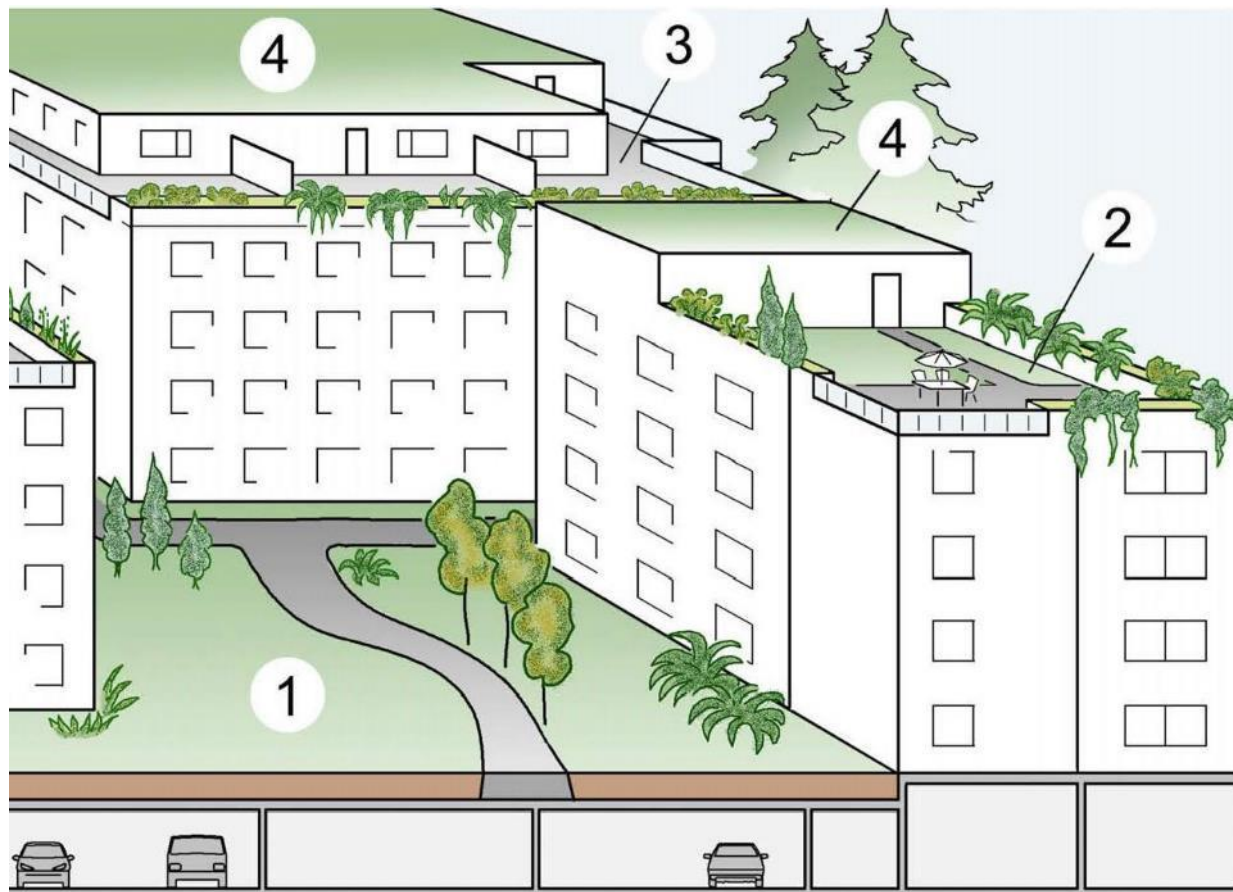


III.: Klima 2050/SINTEF Community



Bilde fra Google Earth

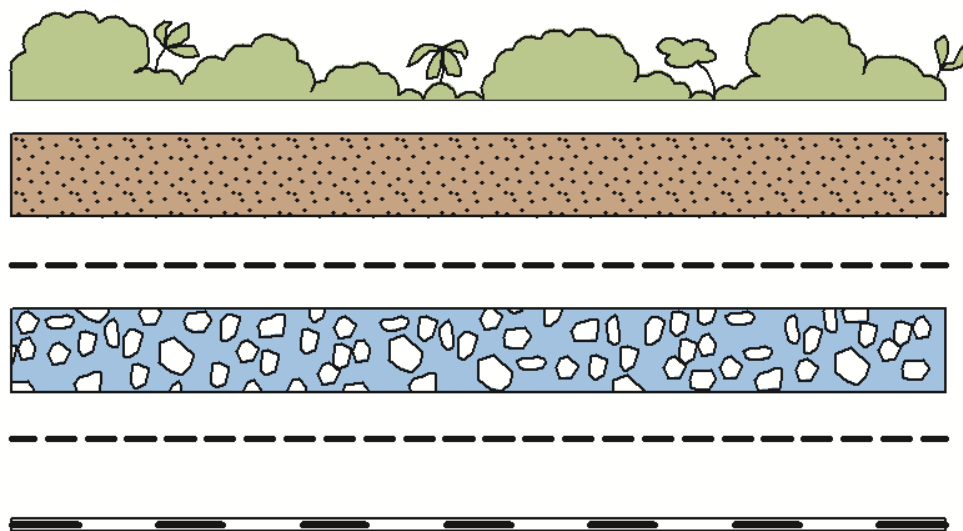
Mitt PhD-prosjekt: Risikovurdering av blågrønne/blågrå takløsninger



«Hva kan gå gærent med tak som lagrer vann, med eller uten bruk av planter?»

III.: SINTEF Community

Lagene i et blågrønt tak

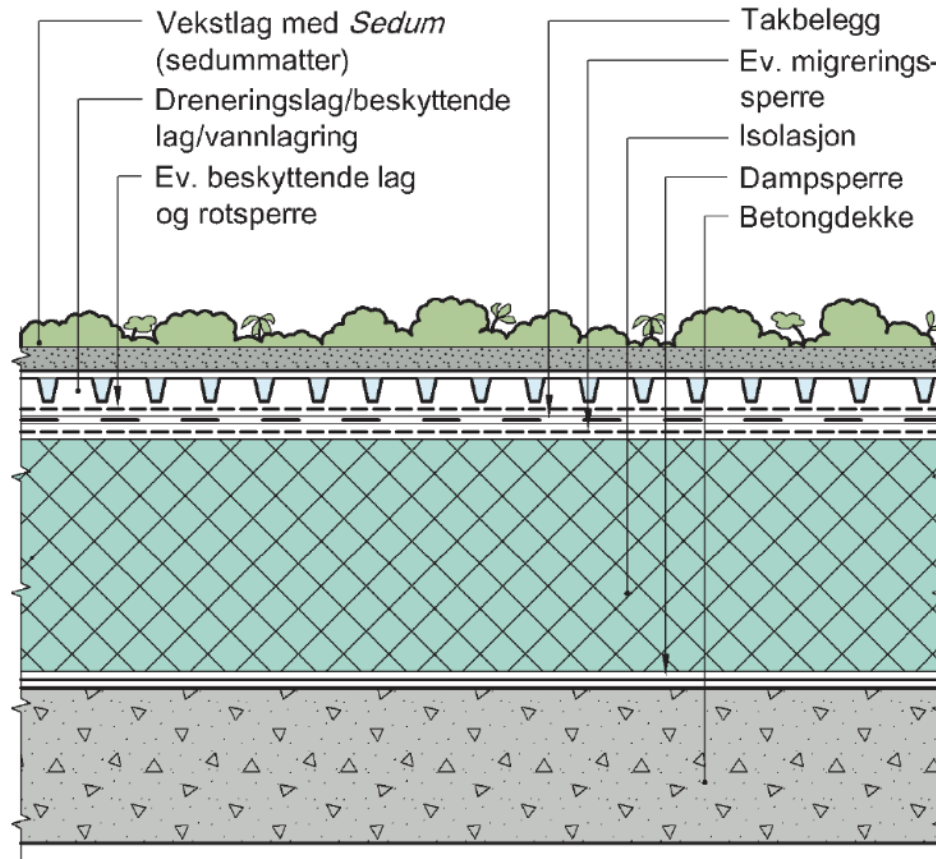


Vegetasjon
Vekstmedium
Separasjonssjikt
Drenslag
Rotsperre
Taktekning

Mange mulige løsninger, men som regel alltid denne konfigurasjonen

III.: SINTEF Community

Oppbygning - sedumtak

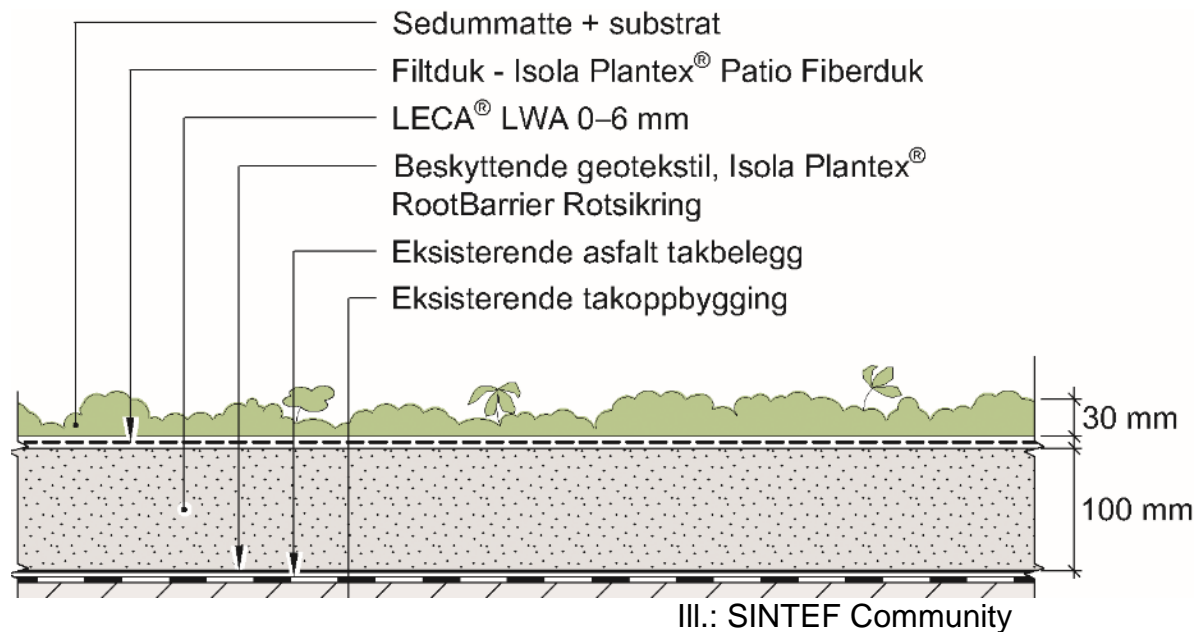


III.: SINTEF Community

Kompakte tak «med noko attåt»

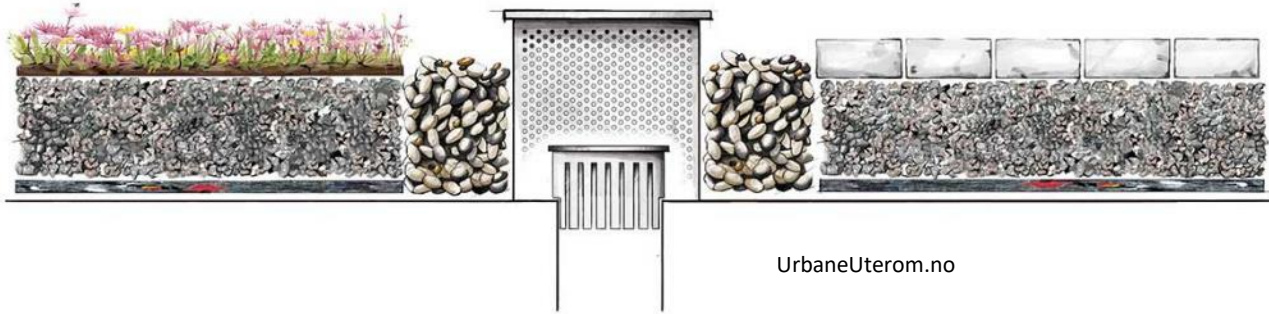
Blågrønt tak

Bruker knust Leca (filtermasse) til vannlagring



75-150 kg/m²

Blågrå tak



Samme prinsipp som blågrønne tak, men med belegningsstein i stedet for planter.

Takskader: vanlige og dyre

Hjem / Campus

Realfagbygget ved NTNU:

17 år etter at bygget var ferdig må det rehabiliteres for 100 millioner

Realfagbygget er innhyllet i blå stillasduk. I tillegg til generelt vedlikehold skal skader på fasader utbedres, takteking og isolasjon skiftes ut, og persienner byttes.



Rehabilitering pågår. Byggearbeidene i Realfagbygget startet i sommer, og vil pågå fram til og med år 2020.

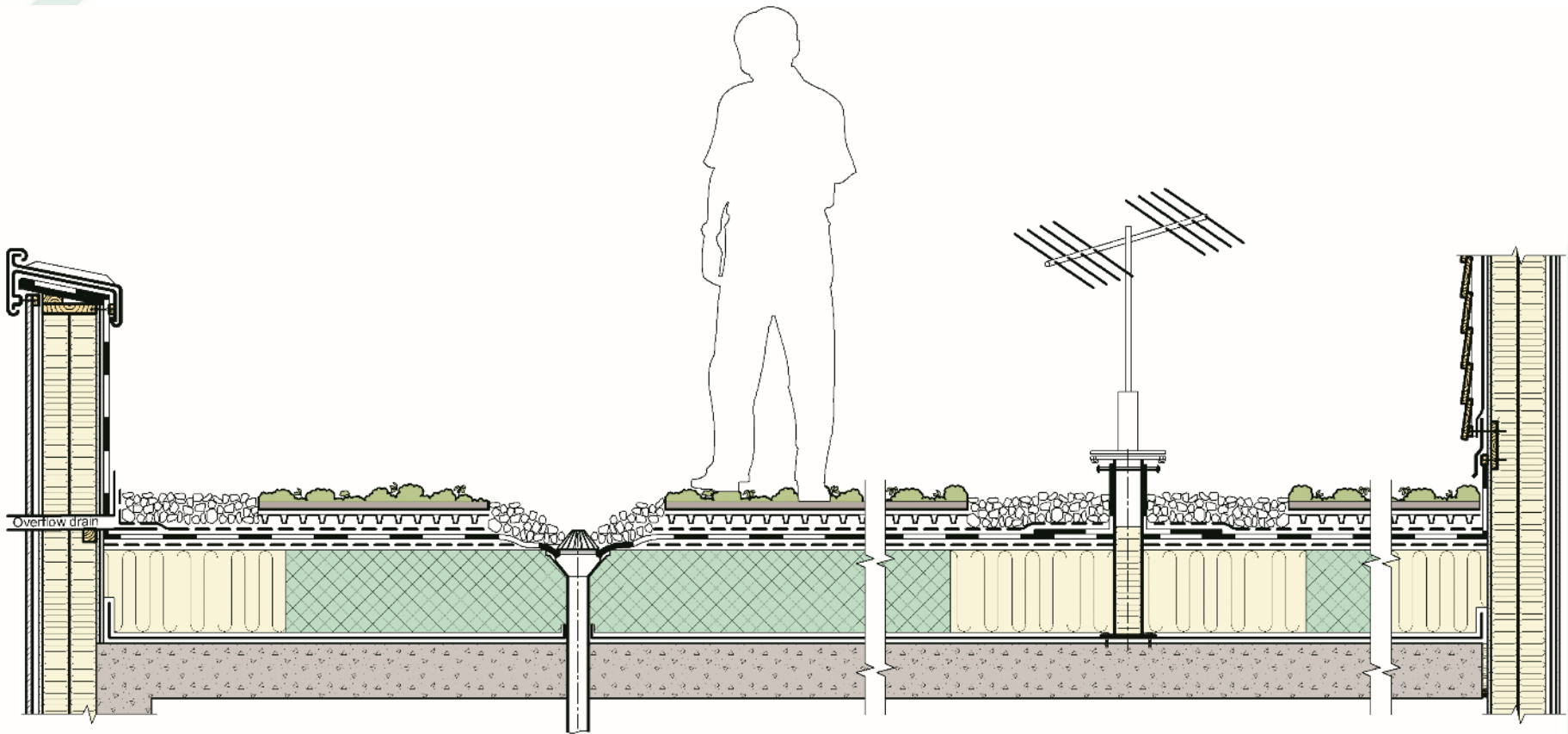
FOTO: SØLVI W. NORMANNSEN



100 millioner

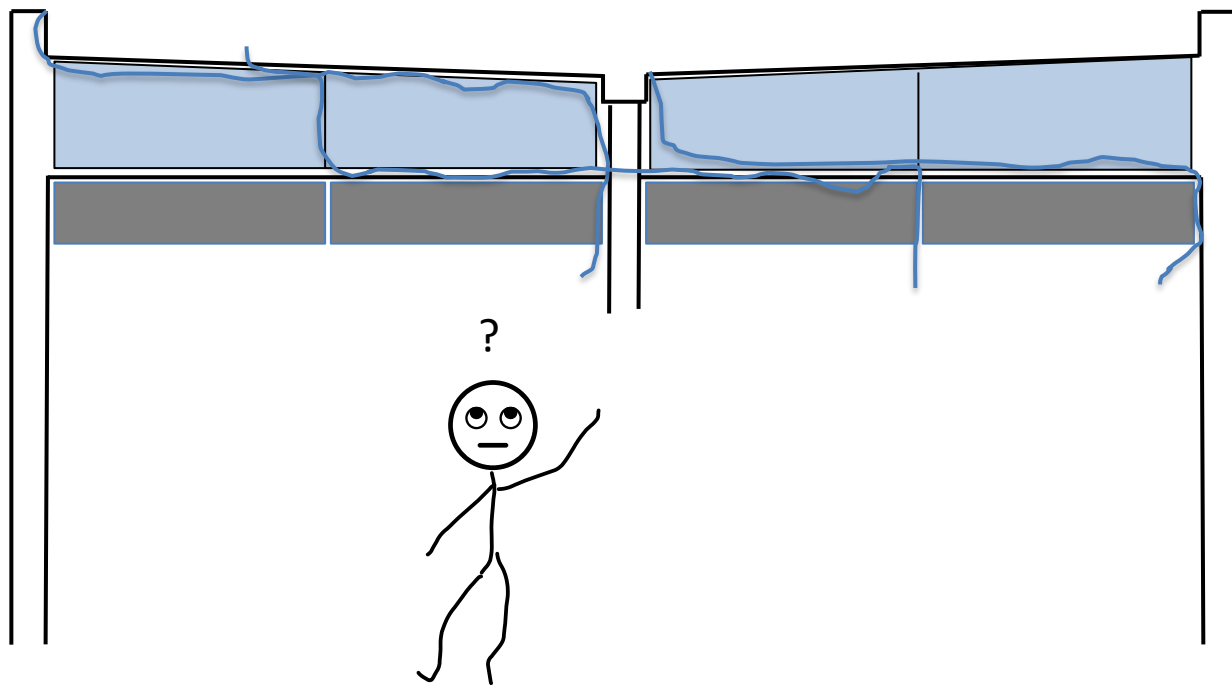
Faksimile: Universitetsavisa.no, 11/9 2017

Blågrønt tak: kompliserte greier



Mange komplekse elementer – mye å ta stilling til. Mange involverte fag.

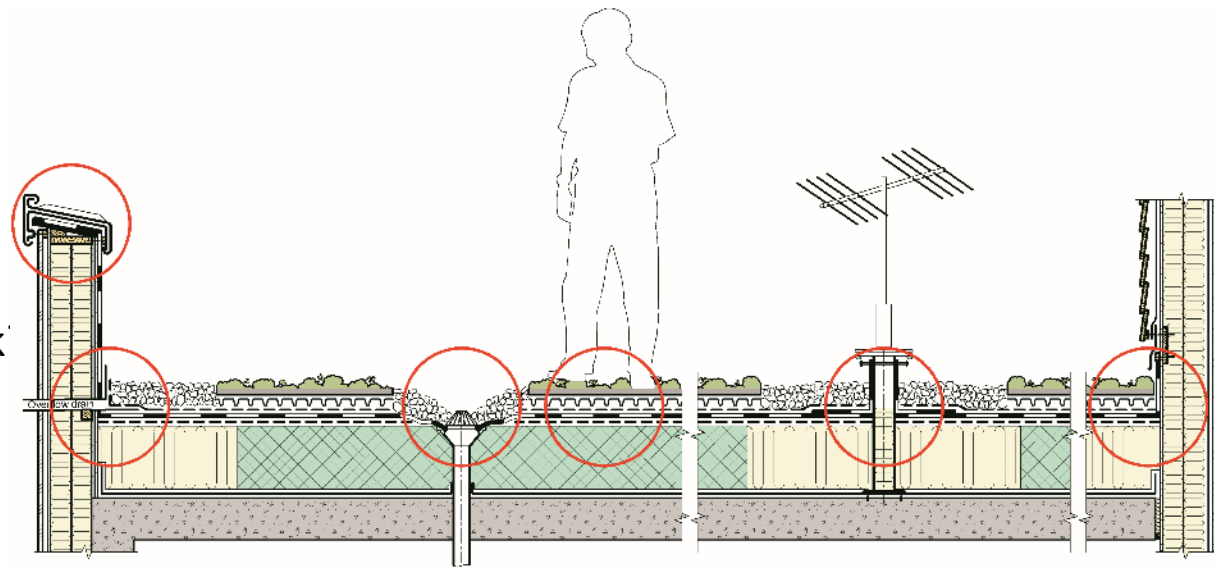
Lekkasjer i kompakte tak



Vi ser hvor vann drypper ut av taket, men hvor kommer det inn?
Vann kan bruke årevis før det trenger helt gjennom taket

Hvor oppstår utettheter?

- Overganger i konstruksjoner
 - Mot parapet
 - Mot vegg
 - Mot terreng?
- Gjennomføringer
 - Sluk
 - Festepunkter
- Fall mot sluk
- Tilrettelegge for trafikk
 - Slitasje
 - Dører



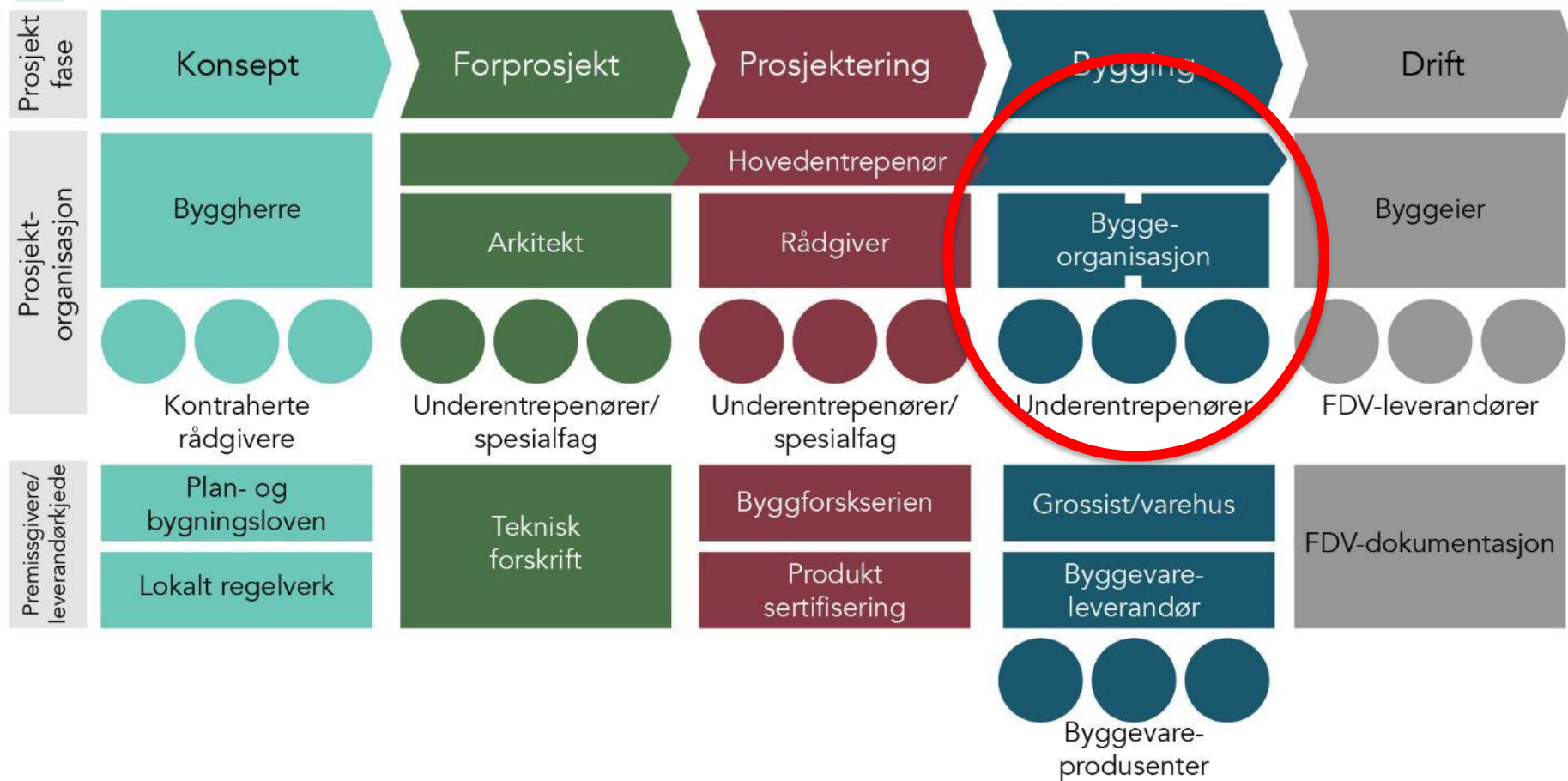
Jo mer komplisert taket er, jo mer kan gå galt.

Ekstra utfordringer med brukstak

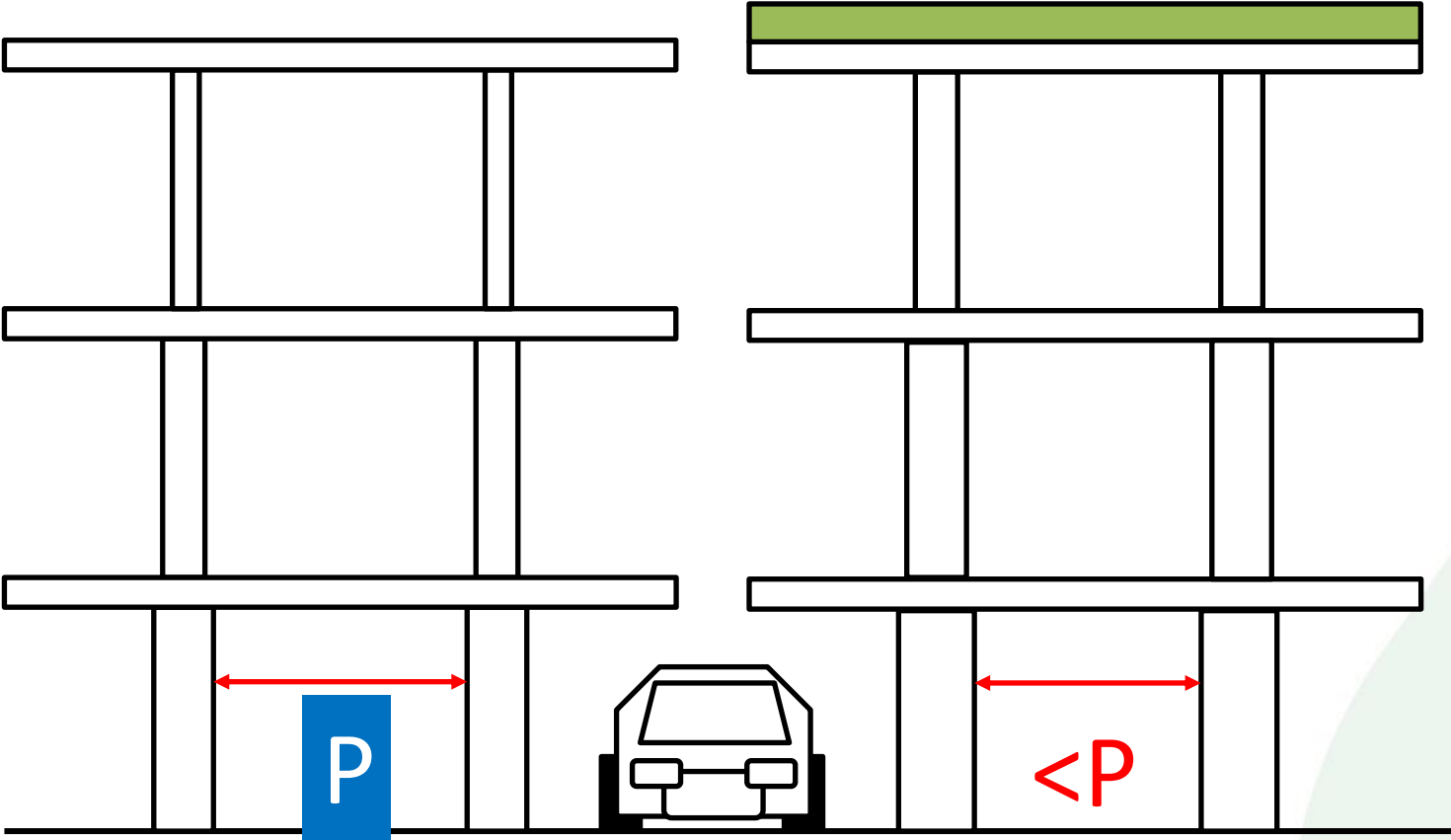
- Takmembranen er skjult
 - Vanskeligere å oppdage defekter
 - Større kostnader ved å utbedre defekter
- Fuktforhold?
- Planterøtter?
- Laster
- Byggeprosess



Mange involverte aktører



Bæresystem – kommunikasjon



Mange fag på taket

- Grensesnittproblemer?
 - Hvilken entreprenør gjør hva?
 - Hvem rydder?
- Trafikk (med vernesko)
 - Hva skjer med det som trækkes på?
 - Hva om noen skal gå på taket etter at det er lagt?
- Lagring av materialer?
- Taket skal begraves. Hva ligger under «torva»?
- Vær?



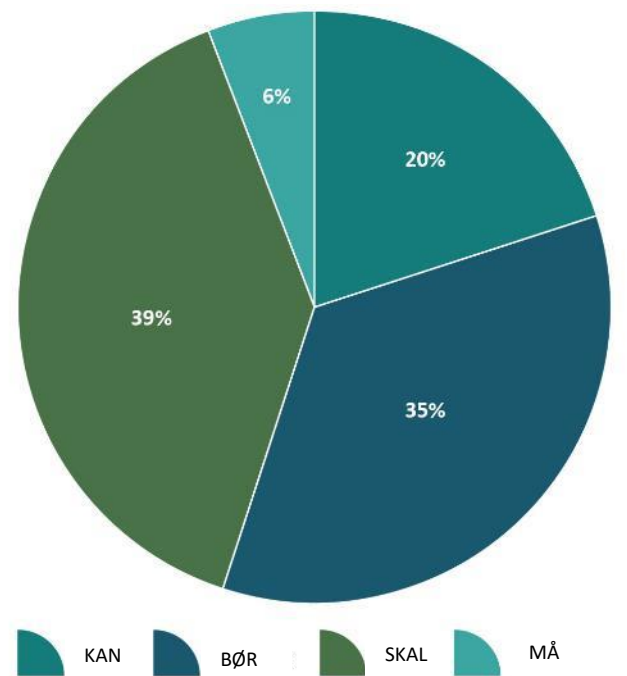
Foto: Tore Kvande



Foto: Tore Kvande

Retningslinjer: mange anbefalinger

- 9 byggforskanvisninger om grønne/kompakte tak
- 324 avsnitt tekst
- 977 anbefalinger
- Alt er sikkert riktig, men ikke lett å holde styr på





Risikorammeverk

- Gjennomgang av Byggforskseriens anbefalinger for kompakte tak og grønne tak
- Sortere anbefalinger etter kategorier (tema)
- Sortere anbefalinger etter prosjektfase (byggeprosessen)

	Fase 1	Fase 2	Fase 3
Kategori 1	Punkt		
Kategori 2		Punkter	
...	Punkter		Punkter
Kategori <i>n</i>		Punkter	Osv.

Kategorier	Prosjekt fase	Konsept	Forprosjekt	Prosjektering	Bygging	Bruk
Blågrønn funksjonalitet		<ul style="list-style-type: none"> • Bestemme ... • Osv. • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Bestemme ... • Osv. • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Velge ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Planlegge ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Etablere ...
Organisering		<ul style="list-style-type: none"> • Vurdere ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Involvere ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Kontrollere ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Koordinere ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Utarbeide ...
Materialers integritet		<ul style="list-style-type: none"> • Vurdere ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Velge ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Velge ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Prøve ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Vurdere ...
Fuktsikkert design		<ul style="list-style-type: none"> • Vurdere ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Identifisere ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Gjennomgå ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Kontrollere ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspisere ...
Drenering og sluk		<ul style="list-style-type: none"> • Estimere ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Bestemme ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Utarbeide ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Kontrollere ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspisere ...
Laster og vind		<ul style="list-style-type: none"> • Estimere ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Identifisere ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Spesifisere ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Vurdere ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Begrense ...
Brannsikkerhet		<ul style="list-style-type: none"> • Kartlegge ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Planlegge ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Definere ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Vurdere ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Fjerne ...
Vedlikehold		<ul style="list-style-type: none"> • Vurdere ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Bestemme ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Utarbeide ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Sikre ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Følge opp ...
Miljø		<ul style="list-style-type: none"> • Definere ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Sette krav ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Vurdere ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Håndtere ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Unngå ...

Rammeverket

- Supplerer Byggforskserien, erstatter ikke
- Påpeke momenter som krever ekstra oppmerksomhet
- Synliggjøre hovedutfordringer
- Være lett å forstå
- Lister opp spørsmål som bør besvares, men ikke svarene
 - (de finnes andre steder)
- Kan implementeres på mange måter
 - Nevnes i ambisjonsnotat?
 - Brukes på workshop?
 - Nedfelles i kontrakter?



Oppsummering

- Blågrønne tak er fine greier, men de må bygges riktig
- Mange utfordringer til felles med konvensjonelle flate tak
- Bygningsfysikk og prosjektstyring
- Legge til rette for kommunikasjon





© SINTEF Byggforsk