

# SPISS

Naturfaglige artikler av  
elever i videregående  
opplæring

## Hvilket tak holder best på regnvannet - Grønt, grått eller en kombinasjon?

Forfattere: Jørgen Døli og Gabriel Oplenskedal Hokaasen, Øvrebyen videregående skole

*I dette forskningsprosjektet ble det undersøkt hvilke av tre tak som holdt best på regnvannet, både under og etter ekstremværet. Et tak bestod av mose, et av lecakuler og et av en kombinasjon av de to. De ble alle utsatt for et simulert ekstremt regnvær over 60 minutter. Dette ble gjennomført ni ganger, og det ble notert ned vannavrenning etter hvert femte minutt, i tillegg til en siste måling etter rundt to timer. Statistisk analyse av resultatene viser at lecataket hadde lavest avrenningshastighet i løpet de 60 minuttene med simulert regnvær, mens kombinasjonstaket holdt best på vannet i perioden etter. Konklusjonen på denne studien er derfor at kombinasjonstaket vil være den beste løsningen.*

### Innledning

Grønne tak har blitt brukt på hus i flere hundre år – og for mange er ikke en hytte en hytte, uten torv på taket. I det siste har flere land og storbyer satset på grønne tak istedenfor å utbygge overbelastede kloakksystemer, i tillegg til å gi andre klima- og helsegevinster. I denne studien ble det undersøkt hvilket tak, mose, lecakuler eller en kombinasjon, som holdt best på regnvannet. Dette fører til følgende problemstilling: Hvilket tak holder best på regnvannet, både under og etter ekstremværet? Hypotesen var det at taket med kombinasjon skulle holde best underveis, mens mosetakket skulle holde best etterpå. En annen hypotese var at kombinasjonstaket skulle være best sammenlagt.

Flomskader er et stort økonomisk problem der man bruker flere milliarder kroner i året på å reparere skader. Istedenfor å utbygge eller fornye eksisterende kloakksystemer, så kan grønne tak brukes til å regulere regnvannet. De grønne takene hjelper nemlig med å bremse avrenningsintensiteten. Avrenningsintensitet er mengden av vann per tid fra nedbøren som renner fra der nedbøren treffer bakken og til elvene. Dette vil føre til at gatene ikke vil fylles opp med så mye vann og elevene ikke får en brå økning i vannmengde. Dette har økonomiske fordeler ettersom skader på grunn av flom minskes og man kan bruke penger på andre mer lønnsomme prosjekter. Samtidig gir det andre fordeler, som å rense luften. Dette gjør de ved å filtrere bort og samle opp forurensing i lufta (Mapei, Ukjent). Plantene tar til seg karbondioksid og slipper ut oksygen, kalt fotosyntese. Dette gjelder sant nok ikke på de grå takene som ikke får den samme effekten siden det ikke er planter på disse takene. De grønne takene gir også nye estetiske trekk til byene og plass til folk med grønne fingre. De kan tilpasses etter behov, alt etter hvor mye man ønsker å betale og vedlikeholde.

Synergien mellom lecauler og planter gir god fordampningseffekt og fordøyer regnvannet enda mer. Dessuten har lecauler lav vekt og er frostbestandig, varmeisolerende og reduserer behovet for kjøling om sommeren (Leca, Ukjent). Etter tidligere studier fra høsten 2021 ble det funnet ut at lecauler og mose holdt bedre på regnvannet enn hva takene med dødt gress og løv gjorde. Planen var derfor å ta disse to takene videre i et nytt prosjekt, som fokuserte på avrenningen til mose, lecauler og en kombinasjon av de to.

I dette forskningsprosjektet ble absorpsjonsevnen til tre ulike tak testet. Et grønt tak med mose, et grått tak med lecauler og et tak med både lecauler og mose. Dette ble gjort ved å bruke modeller av de ulike typer takene og simulert regn. Formålet med prosjektet er å kunne bruke resultatene til å utvikle bedre typer tak, med gode økonomiske og miljøvennlige konsekvenser.

## Metode

Her er materialene og utstyrene som er blitt brukt under prosjektet:

- 4 stykk 10 liters vannkanner
- Mose
- Jord
- Lecakuler
- 3 stykk takmodeller fra Mapei
- 3 stykk målebøtter



Figur 5. Grønt tak med mose og lecauler



Figur 6. Grønt tak med mose



Figur 7. Grått tak med lecauler



Figur 8. 10 liters vannkanne



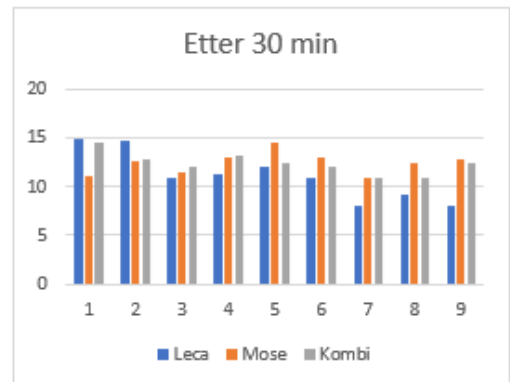
Figur 9. Målebøtte

For å teste absorpsjonsevnen til de forskjellige takene ble det brukt modeller som var kasser på en kvadratmeter i overflate, vist på figur 1, 2 og 3. Disse hadde et sluk i bunnen der vannet som rant gjennom innholdet i taket skulle renne ut og ned i en målebøtte, som vist på figur 9. Det skulle være et tak med lecauler et tak med mose og et tak med begge deler. I takene som inneholdt mose var det også jord under mosen. For å teste absorpsjonsevnene til de forskjellige takene skulle man simulere et regnvær som tilsvarer 50 millimeter. Ettersom takene hadde en overflate på en kvadratmeter, måtte dette bli 50 liter i timen. Det ble brukt vannkanner på litt over ti liter for å helle ut vannet. Her skulle man da helle ti liter hvert tolvte minutt for å helle 50 liter i en time. Som følge av at vannet renner gjennom sluket og ned i en målebøtte kunne man da ta målinger. Disse målingene ble da tatt hvert femte minutt i denne timen som det ble vannet. Det ble også tatt målinger to timer etter vanningstimen. Disse målingene ble deretter ført inn i en tabell.

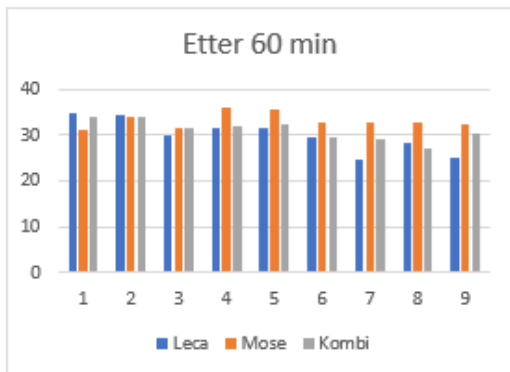
## Resultater



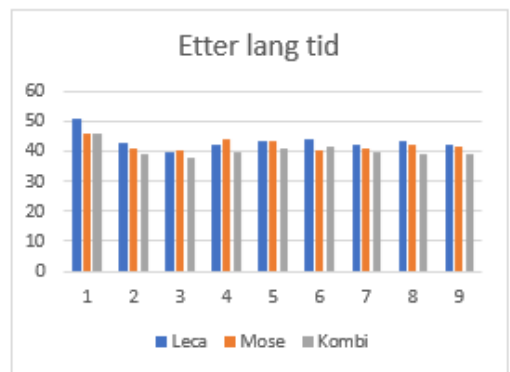
Figur 6. Avrenning etter 10 minutter



Figur 7. Avrenning etter 30 minutter



Figur 8. Avrenning etter 60 minutter



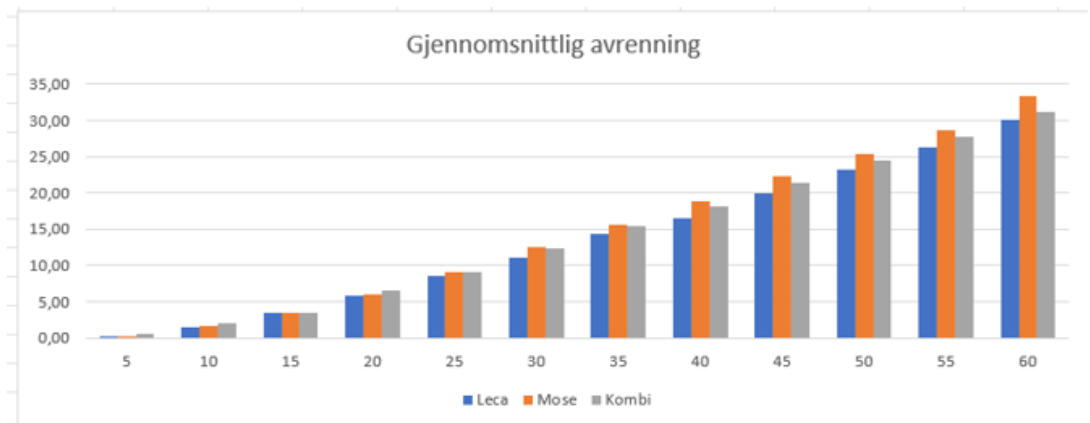
Figur 9. Avrenning etter rundt to timer

Her er det målinger i liter etter ulike tider. X-aksene viser hvilken dag målingene ble gjort og y-aksene viser hvor mange liter som hadde rent gjennom til målebøtta. Ser man på målingene etter 10 minutter, på figur 6, gjør lecaulene det best. Typetallet for taket med lecaulene har en verdi på en liter, dette er en lavere verdi enn noen av den andre takene har etter 10 minutter. Kombinasjonstaket er ganske stabil på 2 liter unntatt på dag 6. Dette kan ha hendt på grunn av litt for aggressiv vanning de første 10 minuttene. Mose-taket har en litt lavere måling enn kombinasjonstaket.

Etter 30 minutter, vist på figur 7, ser man at taket med lecakuler forbedrer seg fra dag 1 til dag 9. Mose-taket har en topp på dag 5, men har ingen tydelig utvikling. Kombinasjonstaket og mosetaket har for det meste like resultater, med unntak av de siste dagene hvor avrenningshastigheten til kombinasjonstaket var lavere.

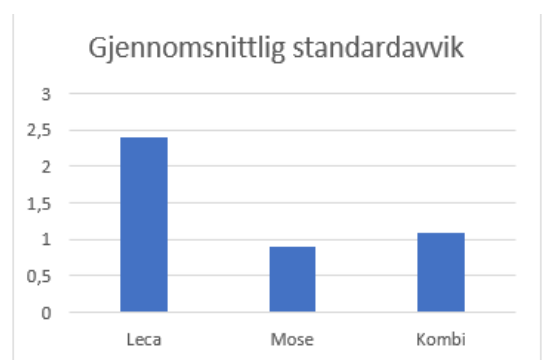
Etter 60 minutter, vist på figur 8, er det tydelig at mosetaket er mye dårligere enn de andre takene, spesielt på de senere målingene. Lecataket presterer dårlig ved dag 1 og 2, men forbedrer seg betraktelig når man ser på dag 7, 8 og 9. Kombinasjonstaket har målinger raskere avrenning enn lecataket, men saktere enn mosetaket. Forskjellene er ikke like store som etter 10 minutter og 30 minutter, spesielt mellom lecataket og kombinasjonstaket.

Ved målingen etter lengre tid ser man at lecataket presterer dårligst, som er en endring fra tidligere målinger, der lecataket har prestert best. Kombinasjonstaket er det taket som presterer best her. Det slår de andre takene i alle dagene unntatt 1 og 6 der mosetaket er like bra og bedre. Dette gjør så det går an å fastslå at kombinasjonstaket presterer best, mosetaket presterer nest best og lecataket presterer dårligst etter det har gått en lengre periode etter vanning. Det er ingen spesielle tendenser annet enn at målingene er ganske stabile ved dette tidspunktet. Dette med unntak av dag 1 der målingene er veldig høye som kan være forårsaket av for mye vann som ble vannet på takene.



Figur 10. Gjennomsnittlig avrenning til leca-, mose- og kombi-taket

Figur 10 viser den gjennomsnittlige avrenningen i mosetaket og kombinasjonstaket. X-aksen viser hvor mange minutter det har gått siden vanningen startet, og y-aksen viser hvor mye volum det var målebøtta i liter. Lecataket er ikke tatt i betraktning på grunn av at standardavviket på målingene ved lecataket var 2,4 og derfor for høyt, som vist på figur 11. Det ble derfor konkludert med at gjennomsnittet var en dårlig fremvisning av resultatene når det gjaldt dette taket. På diagrammet kan man se at mosen presterer bedre enn kombinasjonstaket før det er gått 30 minutter. Når det er gått 30 minutter blir det likt og etter dette er det kombinasjonstaket som gjør det best. Man kan også se det samme når det er gått lang tid etter vanning. Kombinasjonstaket presterte best da også.



Figur 11. Gjennomsnittlig standardavvik

## Diskusjon

På resultatene kan man se at hvis man sammenlikner de ulike takene med hverandre så har kombinasjonstaket og lecataket en god utvikling underveis i vanningen, mens mosetaket har lav avrenning i starten og øker betydelig mot slutten. Dette kan forklares med at mose ofte kan fungere som svamper, altså at de suger til seg væske (Owren, 2008). Når en svamp ikke kan ta opp mer vann, vil vannet renne rett gjennom. Dette fører til en tregere avrenning i starten, mens en raskere avrenning etter hvert som mosen fyller seg opp med vann. Grunnen til at lecataket gjør det så bra kan være at vannet ikke kan renne gjennom kulene som det renner gjennom mosen. Vannet må derfor renne rundt kulene som gjør at det blir en lengre veg ned. Det som gjør at lecataket ikke holder på vannet etter man har sluttet å vanne kan skyldes av den manglende evnen til å absorbere vann som taket med mose har.

Når det gjelder kombinasjonstaket så har det elementer av både mose og lecakuler. Derfor fungerer den godt underveis i vanningen og i tillegg så holder den best på vannet etter vanning. Dette kan være på grunn av at lecakulene sakker ned vannet under vanningen, mens etter vanningen så bidro mosen til at den holdt på vannet. Grunnen til at den holdt best på vannet etter vanning kan være på grunn av et større volum med innhold. Det er også sann at lecakulene holder på vann de også. Dette kan man se på målingene som er tatt langt etter vanningen, ettersom det ikke er målt 50 liter.

En annen bemerkning som er verdt å ta med, er forskjellen i avrenningshastighet fra dag en til dag 9. Dette gjelder særlig når man ser på målingene de første 60 minuttene. I lecataket så var det rent gjennom 35 liter den første dagen etter 60 minutter. Den femte dagen var det rent gjennom 31,5 liter og den niende dagen er det rent gjennom 25 liter. Her kan man se at avrenningshastigheten ble betydelig lavere i lengden. Man kan se en tilsvarende tendens på kombinasjonstaket. Første dag var det 34 liter som rent gjennom, mens siste dag var det 30,5 liter. Mosetaket hadde ikke samme tendens på grunn av en tendens som ikke forbedrer seg. Disse tendensene vil si at kombinasjonstaket og lecataket har bedre muligheter for å holde seg i lengre perioder. Grunnen til dette kan være at fellesfaktoren for disse takene er at begge inneholder lecakuler.

Kombinasjonstaket hadde nest lavest avrenning under vanningsperioden, i tillegg til å holde best på vannet i tiden etter vanningen. I motsetning til lecataket, har kombinasjonstaket lav gjennomsnittlig standardavvik, noe som betyr at resultatene har lite avvik fra snittet. Dette gir stabile resultater som endres lite fra måling til måling. Grønne tak burde både kunne holde på vannet under nedbørsperioden og i tiden etterpå. Kombinasjonstaket kan derfor tenkes å være en bedre helhetlig løsning enn de andre takene.

## Feilkilder

En mulig feilkilde som kan ha vært med på å gi usikkerhet i dataene til vannavrenningen er at takene ble vannet av forskjellige folk. Taket med lecakuler ble vekslet med å bli vannet av to personer, som muligens hadde forskjellige vanningsteknikker. I tillegg grunnet fravær ble hvert av de to andre takene vannet av noen andre én gang hver. For mest mulig nøyaktighet i resultatene burde tre personer ha rullert på hvilke tak de selv vannet, i løpet av de ni ukene. Dette ville gitt et likt utgangspunkt for de tre takene, og fjernet den mulige usikkerheten til resultatene.

Utstyret kan også ha medført til usikkerhet i dataene. Det ble benyttet fire 10 liters vanningskanner, hvorav bare tre var like, og det var vanskelig å se hvor man skulle stoppe for få akkurat 10 liter. Noen målinger kan derfor ha blitt målt med for eksempel 9,8 liter eller 10,1 istedenfor med nøyaktig 10 liter. Det ble også observert litt lekkasje fra en av kannene, noe som kan ha gitt feilmålinger. I tillegg til dette var det vanskelig å notere ned eksakte tall for hvert femte minutt. Målebøttene gjorde det vanskelig å tyde hvor mye vann som lå i bøtta, noe som kan ha ført til unøyaktige avrundinger.

Konsekvensen av at det ble gjort få målinger i tiden etter vanningen er at resultatene ikke viser hvordan takene holder på vannet i lengre perioder. Det ble kun gjort én måling etter rundt to timer av vanningen. Optimalt burde det ha blitt målt mye hyppigere og i en mye lengre periode for å vise mer av potensialet til

takene. I tillegg tar prosjektet kun for seg vannavrenningen til de tre takene. Andre faktorer som kostnader, estetikk og vedlikehold blir ikke tatt i betraktning.

## Konklusjon

Hypotesen for under vanningen var det at kombinasjonstaket skulle holde best på vannet. Det som skulle vise seg var at under vanningen, altså de første 60 minuttene, var det lecataket som hadde lavest hastighet. Mosetaket var bedre enn kombinasjonstaket de første 30 minuttene, men det var fortsatt dårligst når man så på det over hele 60-minutteren. Derfor kan man konkludere med at lecataket hadde lavest avrenningshastighet under vanningsperioden. Problemet med lecataket var at det ikke holdt på så mye vann som de andre takene etter vanningsperioden. Her var det kombinasjonstaket som holdt på mest vann. Hypotesen etter vanning stemte derfor heller ikke. Siden kombinasjonstaket hadde nest tregest avrenningshastighet under vanningsperioden og var best til å holde på vannet etterpå kan man konkludere at kombinasjonstaket er det som fungerer best i lengden. Dette styrket hypotesen, og gjør kombinasjonstaket til en solid variant når man skal installere grønne tak i fremtiden.

## Referanser

Leca. (Ukjent). Grønne tak. Hentet januar 14, 2022 fra <https://www.leca.no/losninger/overvannshandtering/gronne-tak>

Mapei. (Ukjent). Grønne tak. Hentet januar 26, 2022 fra <https://www.mapei.com/no/no/bearekraftige-systemlosninger/overflatevann-gronne-tak>

Owren, B. (2008). *Mose på taket*. Hentet februar 03, 2022 fra <https://www.aftenposten.no/norge/i/pp48W/mose-paa-taket>