



SPISS

Naturfaglige artikler av
elever i videregående
opplæring

Avrenningsvann fra grønne tak som alternativ vannkilde

Forfattere: Anna Elisabeth Falnes-Dalheim og Nergs Mohammad Goli,
Øvrebyen videre-gående skole

Dette prosjektet har gått ut på å måle og undersøke vannkvaliteten til ulike tak for å avgjøre om avrenningsvannet kan være til nyttig bruk som en alternativ vannkilde. Tre ulike tak med mose, lecakuler og en kombinasjon av disse fikk resultatene sine sammenlignet for å undersøke om et kombinasjonstak vil legge til en ny fordel ved de mange gode sidene ved et grønt tak. Derfor ble pH, absorpsjons og partikkeltetthet, konsentrasjonen av nitrat og bakteriekultur testet. Målingene hadde ikke god nok dekningsgrad for å gi et godt svar på om det kan brukes ytterligere i en husholdning. Derimot viser resultatene at lecataket og kombinasjonstaket kom best ut, og at det definitivt er rom for videre forskning, som kan bidra til en mer bærekraftig utnyttelse av regnvann i fremtiden.

Problemstilling og hypotese

I dette prosjektet ble følgende problemstillinger undersøkt: «Vil et kombinasjonstak ha en bedre effekt på rensing av avløpsvannet enn separate tak? Er vannkvaliteten god nok til at vannet kan benyttes i husholdningene?»

Hypotesen er at kombinasjonstaket vil gi det beste resultatet.

Innledning

Grønne tak har lenge vært en tradisjon i Norge og andre steder i Skandinavia. Definisjonen er kort sagt tak som er delvis eller helt tildekket av vegetasjon. Vegetasjon er en samlebetegnelse på alle plantesamfunn i et gitt område¹. Den mest kjente formen for grønne tak i Norge er torvtak som fremdeles tas i bruk, spesielt på hytter². I dette prosjektet ble ni skoletimer brukt til å vanne takene med en vannmengde tilnærmet en form for ekstremnedbør som kan forekomme i fremtiden. I tillegg ble det gjort diverse analyser og målinger.

¹ Grønne tak- https://no.wikipedia.org/w/index.php?title=Gr%C3%B8nne_tak&oldid=19687814

² Dette må du vite om torvtak - <https://www.mataki.no/aktuelt/dette-m%C3%A5-du-vite-om-torvtak>

Grønne tak har mange fordeler både for mennesker og for det biologiske mangfoldet. For det første hjelper grønne tak med overvannshåndtering. Trenden med å flytte til byer har økt de siste årene, derfor vil disse områdene som tidligere kunne absorbere vann i jorda, bli omgjort til veier og andre bebyggelser. I tillegg er kloakksystemene infrastrukturer som har i oppgave å håndtere avløp og overflateavrenningen, men som på grunn av lang levealder ikke har kapasitet til å ta seg av spesielt kraftig nedbør. Nedbøren som inntreffer, vil da legge seg som et lag på asfalten fordi det ikke kan trenge gjennom det faste materialet. Grønne tak vil gjøre at sjansen for flom blir mindre fordi de vil kunne absorbere og forbruke mellom 50-80 % av nedbøren som faller på takene³.

Selv om flom kun utgjorde rundt 15,9 % av naturskadene mellom 2011-2020, gikk likevel over 30 % av erstatningsbudsjettet til reparasjoner. Sammenlignet med stormskader, som utgjorde over 70 % av naturskadene i Norge i denne perioden. Kilden viser at flomskadene var dyrere enn stormskadene per snittskade⁴. Å bygge grønne tak for å minske sjansene for at flom forekommer vil i tillegg være økonomisk tilfredsstillende. Samfunnsmessig bidrar de også til bedre luftkvalitet. Plantene har evnen til å ta opp CO₂ og gi fra seg O₂, når de får tilstrekkelig med vann, de har derfor fått navnet «byens lunger». Det binder også svevestøv⁵.

I et tidligere prosjekt (se vedlegg A), ble gjennomrenningshastigheten og kvaliteten på avrenningsvannet til ulike tak testet. De takene som kom best ut, var taket med lecakuler og det grønne taket med mose. De hadde den tregeste gjennomrenningshastigheten og lecataket hadde det reneste avrenningsvannet. En idé var da å teste ut om en kombinasjon av mose og lecakuler ville forbedre resultatene og samtidig holde på fordelene de to ulike takene hadde separat.

Ifølge selskapet Leca, vil en blanding av lecakuler og planter, i dette tilfelle mose, gi god fordampningseffekt og fordøye det resterende vannet som eventuelt vil renne ut i avløpet. Samtidig er leca kjent for å ha en relativ lav vekt som derfor gjør det enkelt å tilpasses både nye og gamle tak⁶. Hypotesen er derfor bygd på disse kvalitetene hos de ulike taktypene som etter teorien ikke skal påvirke hverandre på en negativ måte, men kun styrke hverandres effekt.

Metode og materiale

I bunnen av oppsetningen finnes det en dremsmatte som leder vannet ned mot et sluk i midten av taket. Sluket leder til en bøtte som er brukt for bevaring av avløpsvannet, som senere ble brukt til målinger. Oppå dremsmatta ligger det jord med mose, og lecakulene ligger rett på matta uten jord. Det ble ikke brukt noe filter.



Bilde 1: Lecatak



Bilde 2: Mosetak



Bilde 3: Kombinasjonstak

³ Grønne tak gir mange fordeler - <http://www.blomstertak.no/gronne-tak-fordeler/>

⁴ <https://www.finansnorge.no/statistikk/livsforsikringg/skadeforsikring/klimarelaterte-skader/naturskade2/>

⁵ Fordeler - <https://www.bergknapp.no/produkter/gr%c3%b8nne-tak/fordeler->

⁶ Grønne tak - <https://www.leca.no/losninger/overvannshandtering/gronne-tak>

I løpet av ni økter ble de tre takene vannet med en mengde på 50 liter per økt. Vanningen hadde et system der det hvert 12. minutt skulle vannes med 10 liter. Det ble samlet inn tre flasker, et fra hvert tak etter hver økt. For å få det mest realistiske resultatet, ble halvparten av vannet samlet etter de første rundene med vanning, og resten ble tatt etter den siste. Tanken bak denne metoden med innsamling av vannet, var at dersom kun første del av vanningen ble samlet inn ville vannet være mest grumsete, fordi det ikke hadde fått tid til å renses ordentlig. På den andre siden ville siste runde med vanning gi det reneste vannet, fordi det tenkes at alt grumset allerede har gått gjennom de første rundene.

Absorbans og partikkeltetthet

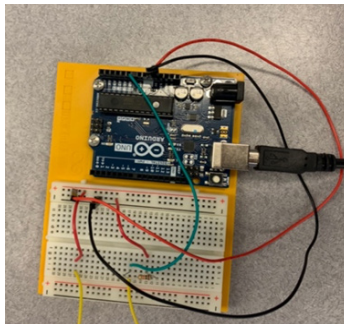
For å måle absorbans og partikkeltettheten til avrenningsvannet ble mengden lys som kom gjennom de ulike prøvene sammenlignet med mengden lys som kom gjennom springvannet. Dette ble gjort ved hjelp av et Arduino UNO-sett, en kode (vedlegg B) og et eget designet kyvettehus i svart plastikk.

Kyvettehuset er designet med to ulike innganger som er ment for en LED fra arduinosettet. En er plassert rett ovenfor lyssensorens inngang for å måle absorbansen, også kalt et kolorimeter. Og en LED-inngang på en av veggene som står vinkelrett på veggen med lyssensorinngangen, for å måle partikkeltettheten, kalt turbidimeter.

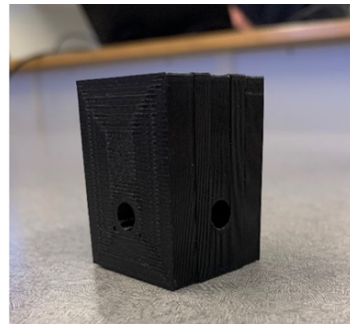
Arduino-kolorimeteret måler hvor mye av det utsendte lyset som kommer gjennom væsken, altså hvor mye av lyset som absorberes i væsken. Arduino-turbidimeteret målte spredningen av partiklene i avrenningsvannet ved å måle det reflekterte lyset som kom fra suspensjon, det vil si faste partikler i væsken. Graden av spredning avhenger av størrelsen og konsentrasjonen av partiklene.⁷ Jo flere og større partikler, jo mer lys vil reflekteres. Avrenningsvannet ble sammenlignet med verdien lyssensoren målte for springvannet. Det ble benyttet lommelykt på mobilen til kolorimeteret, og en halogenlampe på 150 watt til turbidimeteret.



Bilde 4: Arduino oppsett med lyskilde og kyvettehus



Bilde 5: Arduino oppsett



Bilde 6: Kyvettehus uten tak

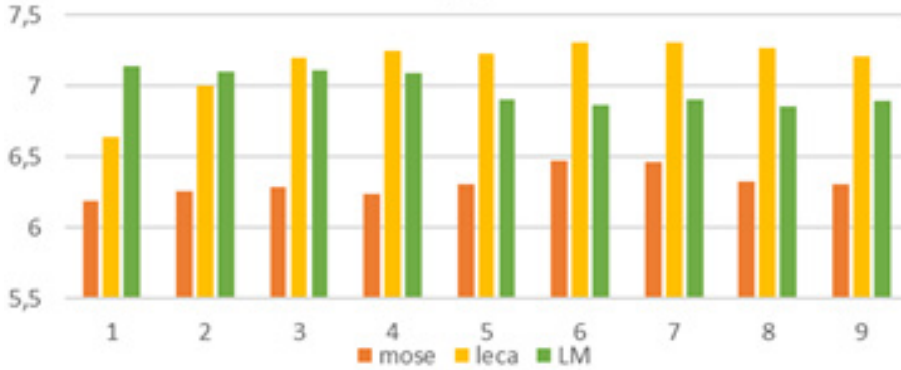
pH

Ved hjelp av datalogger (vernier 2) ble pH målt, med en tilhørende elektrode. Et lite begerglass ble fylt med væske fra hver vannprøve, der elektroden ble plassert ned i helt til grensen ble nådd. For å sikre minst mulig feilkilder ble elektroden skylt med destillert vann mellom hvert delforsøk. Destillert vann inneholder ikke mineraler som kan påvirke resultatene.

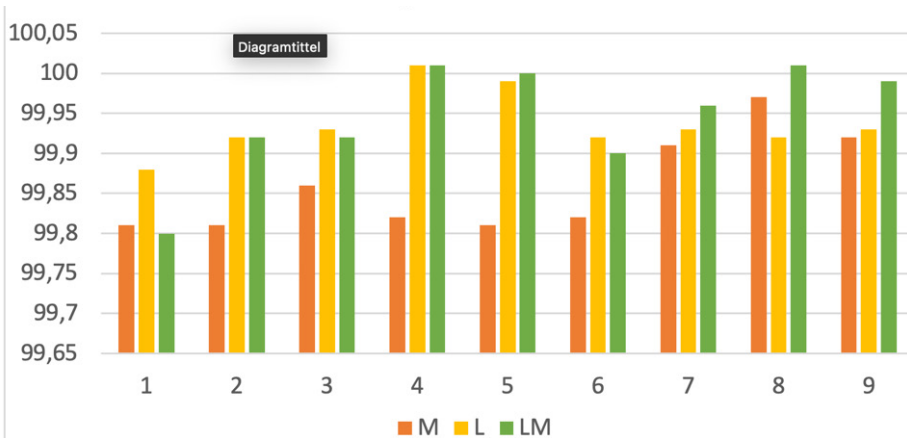
⁷ Rossing & Løkketangen 2019: 11

Resultater
pH

Tabell 1 viser resultatene for hver test av pH-verdien til de ulike vannflaskene. En realistisk drikkevanns-verdi vil være mest mulig nøytral, og ut ifra tabellen er det tydelig at mose er for surt, men de to andre takene har holdt seg innenfor grenseverdien.



Absorbans

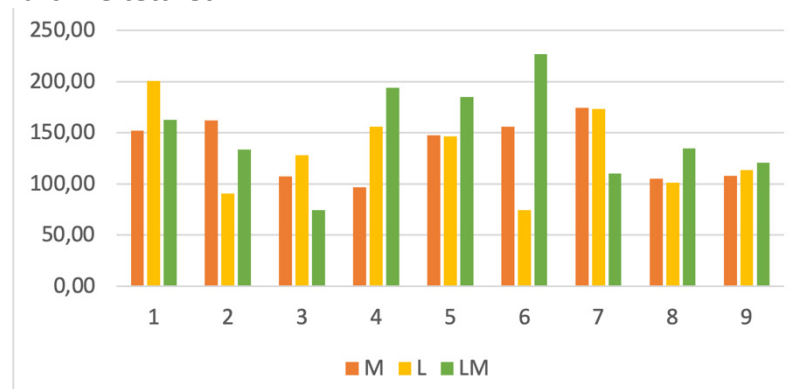


Tabell 2: Absorbans

absorbans(%):	M	L	LM
Gjennomsnitt:	99,86	99,94	99,95

For fargeforskjellen mellom vannet før og etter det rant gjennom takene viser tabell 2 at forskjellene mellom kassene var veldig minimale, dette kan sees på y-aksen som viser at det kun er snakk om desimaler i forskjellene. På grunn av den nesten ubetydelige differansen ble det funnet en gjennomsnittlig verdi for å avgjøre hvilken av takene som var best tilnærmet springvannet i farge. Tabell 2 viser at kombinasjonstaket var nærmest springvannet, selv om de separerte takene relativt hadde en lav prosent.

Partikkeltetthet



partikkeltetthet(%):	M	L	LM
Gjennomsnitt:	134,42	131,68	149,29

Tabell 3: Partikkeltetthet

Høy partikkeltetthet tilsier at det finnes flere partikler. Verdiene lyssensoren målte for avrenningsvannet er sammenlignet med verdien for springvannet. 227% ble målt som høyeste verdi, som tilsier at det ble målt litt over dobbelt så stor verdi for avrenningsvannet som for springvannet. Springvannets partikkeltetthet skal i utgangspunktet ikke være så stor, og da vil det dobbelte heller ikke være altfor mye. Derfor er gjennomsnittsverdien presentert. Den viser at det er et likt nivå av partikkeltetthet for alle takene. Taket med lecaculer har den laveste gjennomsnittsverdien som vist i tabell 3 som betyr at den har færrest partikler som kan påvirke vannets renslighet.

Diskusjon

Partiklene i avrenningsvannet trenger nødvendigvis ikke være dårlige for vannet. Det finnes bakterier overalt, selv i springvann som vil si at det mest sannsynlig vil utvikle seg en bakteriekultur ved testing av det drikkelige vannet, uten at det er en negativ faktor. Dette viser at partiklene i avrenningsvannet kan være en naturlig del av vannet som ikke sikkert påvirker renheten negativt. Det at kombinasjonstaket har den høyeste konsentrasjonen av partikler vil derfor ikke bety at den har det mest urene vannet. Dette kan forsvares med resultatene fra absorbanen der kombinasjonstaket hadde en verdi nærmest springvannet som vil si at vannets farge på mikronivå er tilnærmet lik det testede drikkevannet.

pH til rent vann skal ha en verdi på rundt 7, som er nøytralt, men fordi vannet som renner gjennom ikke er helt rent vil verdien variere med å bli svakt basisk eller surt. Springvann i Norge har en tiltaksgrense for pH-verdi på mellom 6.5 og 9.5.⁸ En sur pH-verdi kan virke tærende på rørene om det renner over lang tid. Taket med mose hadde alle sine pH-verdier under grensa som vil si at det var for surt. Dette kommer av at mose generelt trives best i sure miljøer og vokser der det blant annet ikke vokser gress. Verdiene for de to andre takene holdt seg innenfor grensa og er relativt nøytrale. Kombinasjonstaket er både lavere enn lecataket, og høyere enn mosetaket, det virker derfor som om lecaculene har hatt en nøytraliserende effekt på mosen der pH-verdien i de fleste målingene har vært nesten helt nøytrale.

Den lille forskjellen i vannets evne til å absorbere lys mellom springvann og avrenningsvann viser hvor klart vannet er. Jo flere partikler og grums avrenningsvannet inneholder, jo mer lys absorberes det som vil gi en lavere prosentverdi. Det ideale drikkevannet vil da være det vannet som etter testing er nærmest 100 % lik springvannet. I dette prosjektet var resultatene ekstremt like og det er mulig å påstå at alle tre takene nesten er identiske til springvannet ved hjelp av fargeforskjellen. Dersom det ønskes et spesifikt vinnertak, så hadde kombinasjonstaket det reneste vannet.

⁸ Kjemiske og fysiske stoffer I drikkevann. FHI.no

Konklusjon

Lecataket og kombinasjonstaket kom best ut av alle testene. Mosetaket hadde for sur pH-verdi og kunne ikke plasseres innenfor grensa for drikkevann, og hadde i tillegg det minst klare vannet. Det er ingen betydelige forskjeller i resultatene av testene mellom lecataket og kombinasjonstaket. Derfor spiller de positive sidene ved grønne tak inn og gjør kombinasjonstaket til det mest bærekraftige med tanke på at mosen har kvaliteter som lecaculene ikke kan utnytte alene. Det kan likevel konkluderes med at begge takenes avrenningsvann består av testene som er utført i dette prosjektet. Det kan dessverre ikke konkluderes med at avrenningsvannet kan brukes som en alternativ vannkilde enda, fordi den mislykkede målingen av konsentrasjonen av nitrat er avgjørende for vannkvaliteten og om det kan brukes videre. Selv om det ikke ble fullført i dette prosjektet, er muligheten for videre forskning definitivt åpen.

Referanseliste

- Rossing, Kr. Nils. Løkketangen, Erik. (2019). Måling av partikkeltetthet i væske med Arduino – Lærerveiledning. *NTNU Trondheim, institutt for fysikk, Skolelaboratoriet for matematikk, naturfag og teknologi*. <https://www.ntnu.no/documents/2004699/12108297/Måling+av+partikkeltetthet+i+væske+med+Arduino.pdf/2b60dea3-dde3-7ab0-d635-a81d97f93db8?t=1574244235236>
- Grønne tak. (15. august 2019). *Wikipedia*. fra https://no.wikipedia.org/w/index.php?title=Gr%C3%B8nne_tak&oldid=19687814.
- Mikalsen, Roger (2017). *Dette må du vite om torvtak*. Link: <https://www.mataki.no/aktuelt/dette-m%C3%A5-du-vite-om-torvtak>.
- Westgaard, Line (2018). *Grønne tak gir mange fordeler*. Link: <http://www.blomstertak.no/grønne-tak-fordeler/>.
- Braskerud, Bent C. (2016). *Grønne tak for flomdemping*. Link: <https://www.nve.no/Media/5036/overvann-gr%C3%B8nne-tak-for-flomdemping.pdf>.
- Bergknapp. *Fordeler*. Link: <https://www.bergknapp.no/produkter/gr%C3%B8nne-tak/fordeler->
- Fagbladet. (2016). *Grønne tak er framtida*. Link: https://fagbladet.no/faglig-fokus/grønne-tak-er-framtida-6.115.425726.doca01ef77_
- Leca. *Grønne tak*. Link: https://www.leca.no/losninger/overvannshandtering/grønne-tak_
- Folkehelseinstituttet. (19.03.2021) Kjemiske og fysiske stoffer I drikkevann. <https://www.fhi.no/nettpub/stoffer-i-drikkevann/kjemiske-og-fysiske-stoffer-i-drikkevann/kjemiske-og-fysiske-stoffer-i-drikkevann/#ph-surhetsgrad>
- Nrv/nra. *I mikrobiologiske parametere* - <http://www.nrva.no/index.php/laboratoriet/vannanalyser-og-grenseverdier>

Vedlegg

Vedlegg A - Tidligere prosjekt «Ekstremnedbør og alternative tak»

Vedlegg B - Arduino kode

```
#include <SPI.h>

// Programmet gjør 500 målinger av spredt lys, midler og skriver til monitor

// Inkludering av biblioteker
#include <SPI.h> // Bibliotek for seriekommunikasjon
#include <Wire.h> // Bibliotek for I2C kommunikasjon

// Deklarasjon av globale variable
int avlestIntensitet = 0; // Variabel som holder lysintensiteten avlest av LDR
float sumIntensitet = 0; // Variabel som holder akkumulert lysintensitet
float midletIntensitet = 0; // Variabel som holder midlet lysintensitet
int i = 0; // Tellevariabel ved midling

int pinColor = 10; // Utgang koblet til LED Colorimeter, kan byttes
int pinTurbi = 11; // Utgang koblet til LED Turbidimeter

void setup()
{
  Serial.begin(9600); // Initier skriving til monitor

  pinMode(pinColor, OUTPUT); // Port pinColor defineres som en utgang
  pinMode(pinTurbi, OUTPUT); // Port pinTurbi defineres som en utgang
  Serial.println("Turbidi 1.0");
}

void loop()
{
  delay(1000); // Vent litt før måling starter

  // Gjør en midlet måling
  for (i = 0; i < 500; i++) // Gjør 500 målinger
  {
    avlestIntensitet = analogRead(A0); // Les av analoginnang 0 (LED)
    sumIntensitet = sumIntensitet + avlestIntensitet; // Summer alle 500 målinger
  }

  midletIntensitet = sumIntensitet/i; // Beregn middelverdien av måleserien
  Serial.println(midletIntensitet);
  sumIntensitet = 0; // Nullstill summevariabel
  delay(1000);
}
```