

Gjenbruk av kunstgjødsel

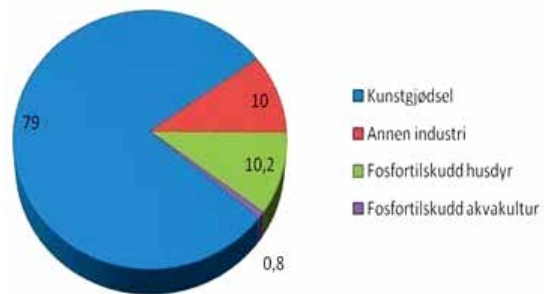
Av Kristian Nikolai Jæger Hansen

Elev ved Bodø videregående skole og vinner av Norsk Juniorvannpris 2017 med dette prosjektet.

Bakgrunn

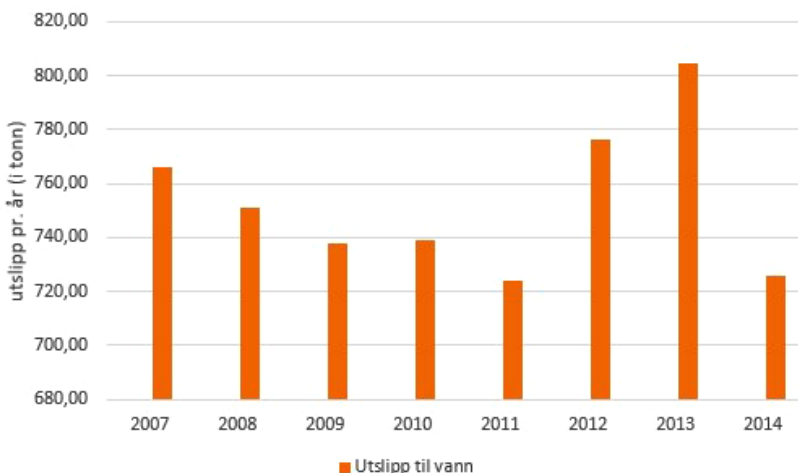
Prosjektet "gjenbruk av kunstgjødsel" bygger på frykt for at verden skal gå tom for fosfor innen kort tid. En problemstilling jeg ble oppmerksom på i 2008 gjennom en artikkel på forskning.no. I dag har jeg sett at problemstillingen er mer aktuell enn noen gang. Både på grunn av at fosforkretsløpet globalt er overbelastet, med om lag fire ganger mer fosfor enn nødvendig. Men også fordi reservoarene til bergarten fosforitt begynner å bli tømt. Fra 27. - 28. oktober i 2016 ble det holdt en internasjonal fosforkonferanse i Danmark, som

Globalt forbruk av fosfor, %



Figur 1: Verdens forbruk av fosfor.

Totale utslipp av Fosfor til akvatiskemiljøer i Norge



Figur 2: Totale utslipp av fosfor i Norge fra 2007 til 2014.

ville rette oppmerksomheten til det internasjonale samfunnet mot denne problemstillingen. Tanken med mitt prosjekt omhandler å øke bærekraften innenfor jordbruket. Grunnen til at jordbruket bør være innfallsvinkelen til å løse krisen, er at denne næringen står for 80% av det totale forbruket av fosfor (figur 1).

Hensikt

Prosjektet mitt har som mål å finne ut om man kan bruke vann fra overflateavrenning nær jordbruk som benytter kunstgjødsel på nytt, og dermed gjenbruke grunnstoffene som gjødsel til planter.

Hypotese

Vann med overflødig rester av kunstgjødsel fosfor, nitrogen, kalium og kalsium kan gjenbrukes, og bli ført inn i det aktive fosforkretsløpet, ved å tilsette det til planter. Jeg tror at ved å øke på konsentrasjonen til ett vist nivå vil man kunne få økt vekst og økt produksjon av biomasse hos plantene for at hypotesen skal bli bekreftet må

gruppene som sammenlignes med T-test ha over 95% sansynlighet for å være signifikante ulike.

Gjennomføring

Før forsøket samlet jeg inn overflatevannet på et jorde fra dyrket mark nær Bodø sentrum. Vannet ble analysert for fosfor, nitrogen, kalium og kalsium på analyselaboratoriet Labora AS i Bodø. Jeg benyttet to ulike metoder for analyse av vann-



Figur 4: Bildet viser resten av oppsett for analyseapparat for total fosfor.



Figur 3: Bildet viser oppsettet av analyseapparat for total fosfor hos analyselaboratoriet Labora AS.



Figur 5: Viser analyseapparatet «Flammen» Labora AS

prøvene. Begge metodene bygger på å lese av konsentrasjonen ved hjelp av absorpsjonsspektrum.

Forsøket ble utført på karse med ni paralleller med tolv karsefrø i hver petriskål, med fire ulike konsentrasjon av mineraler. Karseforsøket pågikk i ti dager og høyden på alle individene ble etterpå oppmålt.

Gruppene inneholdt økende mengde med fosfor, nitrogen, kalium og kalsium.

1. Steriltvann (uten mineraler, kontrollgruppe)
2. Originalvann

3. Destillasjon 1
4. Destillasjon 2

Teori

Fosfor er ett livsviktig grunnstoff for alle levende organismer, enten det er planter eller dyr. Grunnstoffet inngår i «veggene» til DNA, i celleånding og i fotosyntesen gjennom ATP -molekylet. Skulle verden på ett eller annet tidspunkt gå tom for dette grunnstoffet ville dette med andre ord bli ett stort problem (dette er heldigvis lite sannsynlig men fremdeles en tankevekker). Problemet



Figur 6: Oppsett av vekstforsøket. Dag 1.



Figur 7: Oppsett av vekstforsøk. Dag sju.

ligger nemlig ved bergarten Fosforitt som vi bruker til å utvinne fosfor fra. Det er denne vi på sikt kan gå tom for, det er en ikke fornybar ressurs. Dette vil i praksis si at vi i dag ikke har en industriell måte å framstille fosfor fra, som kan benyttes til gjødsel. Det er flere koalisjoner av forskere samt mange enkeltstående forskere som har antydnet at dette vil skje innen 30 til 100 år med dagens forbruk.

I dagens samfunn brukes det alt for mye fosfor gjennom kunstgjødsel, på internasjonalt nivå er det cirka fire ganger mer fosfor enn hva som er nødvendig i omløp. Dette går etter hvert til spille og går ikke an å utvinne på nytt på flere millioner av år, på samme måte som oljen. Hovedsynderen her er jordbruket, overbruk av kunstgjødsel fører til store utslipp internasjonalt og nasjonalt.

Rapporten utarbeidet fra Miljødirektoratet viser store mengder, utslipp av fosfor i norske akvatiske miljøer. Størstepartene av utslippene mener miljødirektoratet stammer fra kunstgjødsel. Så det vil være naturlig å tro at disse verdiene også kan være gjeldene for Kalium, Kalsium og Nitrogen. *Figur 2* viser totale utslipp av fosfor i norske akvatiske økosystemer, verdiene er i tonn per år. Statistikken er utarbeidet av miljødirektoratet. Dette viser ett hvor stort og nødvendig behovet for gjenbruk er.

Har planter generelt mangel på fosfor, nitrogen, kalium eller kalsium vil dette medføre mangelsykdommer. Dette vil fungere som en begrensende faktor for produksjon av biologisk materiale. Derfor er det essensielt at plantene får tilført disse næringsstoffene for å opprettholde produksjonen.

Resultater

Resultatene fra vannanalyser ved Labora AS

Hva?	Resultat	Enhet	Måleusikkerhet
Fosfor	240,00	µg/l	± 36
Nitrogen	1,30	mg/l	± 0,2
Kalium	3,50	mg/l	± 0,4
Kalsium	103,00	mg/l	± 5

Tabell 1: Viser en oversikt over resultater av vannanalyser gjort ved Labora AS, da jeg var på utplassering der. Vi kan se konsentrasjonen av originale vannet. Samt ser vi at det er høyest konsentrasjon av kalsium og minst fosfor i overflatevannet.

Konsentrasjonen etter destillasjon

Hva?	Sterilt vann	Enhet	Originalvann	Enhet	Destillasjon 1	Enhet	Destillasjon 2	Enhet	måleusikkerhet
Fosfor	0	µg/l	240,00	µg/l	288,60	µg/l	637,33	µg/l	± 36
Nitrogen	0	mg/l	1,30	mg/l	1,56	mg/l	3,45	mg/l	± 0,2
Kalium	0	mg/l	3,50	mg/l	4,21	mg/l	9,29	mg/l	± 0,4
Kalsium	0	mg/l	103,00	mg/l	123,86	mg/l	273,52	mg/l	± 5

Tabell 2: Tabellen viser konsentrasjonen etter destillering av originalvannet. Vi ser at konsentrasjonen øker for alle gjeldende grunnstoff, per gruppe. Destillasjonene er utført på skolen, og beregningene av konsentrasjonen etter destillasjonene er gjort fra målingene gjort på Labora AS.

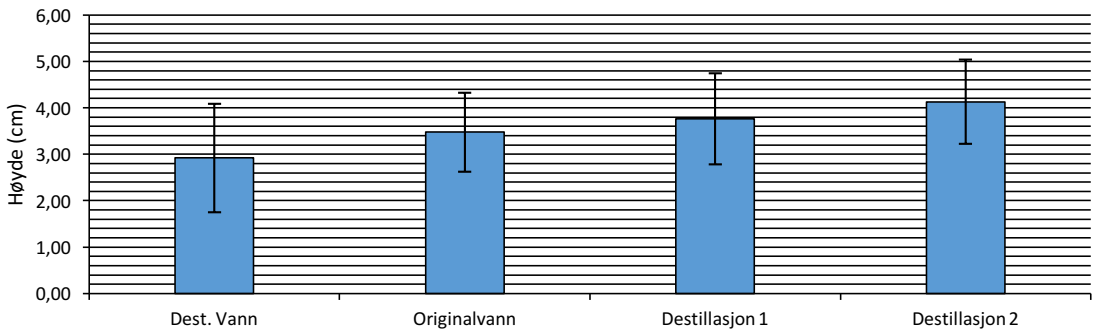
Resultater fra vekstforsøket med karse

Målingene av lengde er tatt etter en tolv dagers vekstperiode.

	Destillert vann	Originalvann	Destillasjon 1	Destillasjon 2
Gjennomsnitt	2,92 cm	3,48 cm	3,77 cm	4,13 cm
Standardavvik	1,17 cm	0,85 cm	0,98 cm	0,91 cm
Høyeste	6,5 cm	6,1 cm	6,1 cm	6 cm
Laveste	0,5 cm	1,1 cm	1 cm	1,4 cm
Variasjonsbredde	6 cm	5 cm	5,1 cm	4,6 cm
Antall	81 stykk	82 stykk	84 stykk	79 stykk

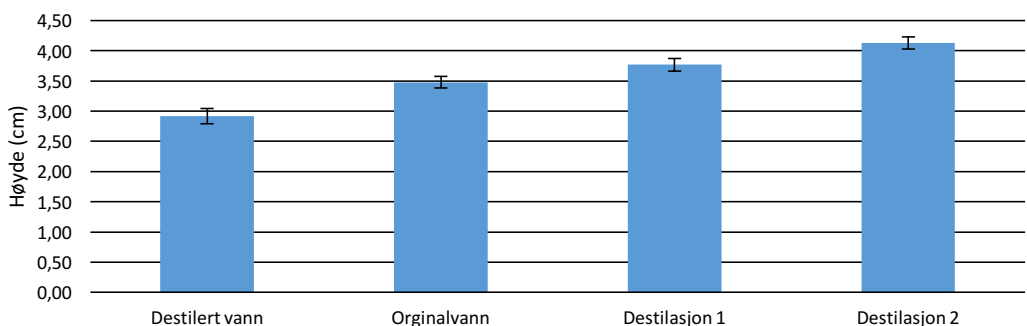
Tabell 3: Viser resultater etter vekstforsøket, med gjennomsnittsverdi, standardavvik, laveste måling høyeste måling variasjonsbredde og antall i hver gruppe. Alle målingene er i cm, med unntak av antall. Vi kan observere at gjennomsnittshøyden øker med konsentrasjonen av grunnstoffene.

Vekst av karse. Gjennomsnittshøyde med standardavvik



Figur 8: Grafisk framstilling av gjennomsnittsverdier fra vekstforsøket med karse. Gjennomsnittshøyden er oppgitt i cm. Hvert Gjennomsnittshøyde med standardavvik. Karsen med destillert vann har størst variasjon i lengde, og gruppen med originalvann hadde minst variasjon.

Vekst av karse. Gjennomsnittshøyde og standard error (SE)



Figur 9: Grafisk framstilling av gjennomsnittshøyde med standard error (SE). Vi ser standard error i forhold til gjennomsnittshøyde for hver gruppe. Vi ser at SE er liten innenfor hver av gruppene. Dette betyr at feilmarginen for hver gruppe er liten.

Usikkerhet

Det ble vektlagt at alle tallene som ble registrerte skulle være med, slik at den relative og absolutt usikkerheten er stor. Noe som også gjelder standardavviket for de ulike gruppene. Dette kunne vært endret på om man trakk fra den høyeste og laveste målingen i hver gruppe. Imidlertid var dette noe jeg valgte å ikke gjøre for å få autentiske resultater. På tross av dette er tallene statistiske signifikante og innenfor verdien som er satt som nullhypotese sammenlignet med kontrollgruppen.

Plantevekst

Ut fra teorien om at alle planter trenger tilførsel av næringsstoffer, for å unngå mangelsykdommer og fall i biomasseproduksjon, stemmer resultatene fra vekstforsøket med karse. Vi kan observere at gjennomsnittshøyden øker med konsentrasjonen av grunnstoffene, dette ser vi på *tabell 3, figur 8 og 9*. Videre ser vi at konsentrasjonen av rester fra kunstgjødsel, er relativ stor i området rundt den dyrkede marken. Dette bidrar til at et eventuelt industrielt gjenbruk vil være gjennomførbart. De samlede resultatene i dette forsøket kan medføre at jordbruket potensielt har mulighet til å drive på en mer bærekraftig måte. Ved å gjenbruke overskuddet fra grunnstoffer som man finner i vann fra overflateavrenninger nært dyrket mark, kan man redusere utslippene av fosfor og dermed kan man forhindre eller utsette en eventuell fosforkrise.

Konklusjon

Resultatet gitt med gjennomsnittshøyde hos kar-seplantene, viser at veksten øker med konsentrasjonen av fosfor, nitrogen, kalium og kalsium. Gjennomsnittshøyden fra sterilt vann med null konsentrasjon av grunnstoffer er 2,92 cm. Gjennomsnitt veksten fra Originalvann var 3,48 cm, 3,77 for destillasjon 1 og 4,13 for destillasjon 2. Vi kan med stor sannsynlighet si at tallene fra vekstforsøket er signifikant forskjellige i forhold til kontrollgruppen destillert vann. Dette gjør at kravene som er satt for at hypotesen skal kunne bekrefte er oppfylt. I tillegg til en helhetlig objektiv refleksjon rundt resultatene kan vi si at hypotesen om at økt mengde gjenvunnet kunstgjødsel øker produksjonen av planter er bekreftet

Etterord

Under forsøket har jeg fått hjelp av ett knippe enkeltpersoner og medelever. Disse har i all hovedsak bidratt til manuelle arbeidsoppgaver under forsøksperioden. Følgende personell fortjener en takk:

Kjemikere ved analyselaboratoriet Labora AS Bodø, gjennom Lektor 2 programmet.

Lektorene Åse Alvestad, Kenneth Mjelle, Ole Einar Bakøy og Isabell Olaisen, ved Bodø videregående skole for veiledning og tilrettelegging av ressurser.

Lokale bønder som har hjulpet til.