



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Miljøvennlige jordblandinger – klima, resirkulering og bruksområder

NIBIO RAPPORT | VOL. 3 | NR. 151 | M-901 | 2017



Eva Brod og Trond Knapp Haraldsen
Divisjon for miljø og naturressurser

TITTEL/TITLE

Miljøvennlige jordblandinger – klima, resirkulering og bruksområder

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Eva Brod og Trond Knapp Haraldsen

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
13.12.2017	3/151/2017 M-901/2017	Åpen	2110101.04	17/03279
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17- 01988-6	2464-1162	39		

OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:

Miljødirektoratet

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Rita Vigdis Hansen

STIKKORD/KEYWORDS:

Anleggjord, dyrkingsmedier, organisk avfall
Constructed soils, growing media, organic waste

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Klima, ressurser og miljø
Climate, resources and environment

SAMMENDRAG/SUMMARY:

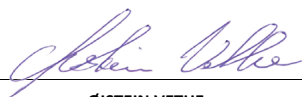
NIBIO har etter forespørsel fra Miljødirektoratet vurdert ulike materialer som brukes i torvreduserte og torvfrie blandete dyrkingsmedier og i anleggjord (strukturmaterialer og næringsrike materialer). Lite omdannet torv har unike fysiske og kjemiske egenskaper, og det finnes per i dag ingen produkter som kan erstatte torv i alle bruksområder (gartnærings, hobbyhagebruk, torvtak og anleggjord). I rapporten vurderes muligheter og utfordringer ved bruk av torverstatningsprodukter i de ulike bruksområdene, og behov for videre FoU er angitt.

The Norwegian Environment Agency has asked NIBIO to evaluate various materials used in peat-reduced or peat-free growing media and in constructed soils (structural materials and nutrient-rich materials). Peat has unique physical and chemical properties, and currently there are no products that can replace peat in all application areas (horticulture, hobby gardening, green roofs and constructed soils). In the report opportunities and challenges related to the use of peat replacement products in the various application areas are evaluated, and the need for further R&D is proposed.

LAND/COUNTRY:

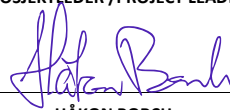
Norge

GODKJENT /APPROVED



ØISTEIN VETHE

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER



HÅKON BORCH



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Innhold

1	Innledning.....	4
2	Bruksområder til jordblandinger	5
3	Ulike produksjonsmetoder for torv til blandet dyrkingsmedium og anleggsgjord.....	7
4	Krav til jordblandinger	9
4.1	Dyrkingsmedier til gartnærneringen	9
4.2	Dyrkingsmedier til hobbyhagebrukere	9
4.3	Dyrkingsmedier til torvtak	9
4.4	Anleggsgjord	10
5	Vurdering av potensielle erstatningsmaterialer.....	11
5.1	Steinull	11
5.2	Perlite	11
5.3	Xylite	12
5.4	Rester fra kokosproduksjon	12
5.5	Trefiber og treflis	14
5.6	Barkkompost.....	16
5.7	Slam fra treforedlingsindustri.....	17
5.8	Hage/parkavfallskompost.....	18
5.9	Matavfallskompost og kompost av grønnsaksavfall.....	19
5.10	Biorest av matavfall	20
5.11	Hestegjødselkompost	21
5.12	Kugjødselkompost	23
5.13	Avløpsslam og slamkompost	23
5.14	Meitemarkkompost/vermikompost	24
5.15	Vannverkslam	24
5.16	Biokull	25
6	Torverstatning: Muligheter og utfordringer.....	26
6.1	Dyrkingsmedier til gartnærneringen	26
6.2	Dyrkingsmedier til hobbyhagebrukere	29
6.3	Dyrkingsmedier til torvtak	29
6.4	Anleggsgjord	31
7	Avsluttende vurdering	37
	Litteraturreferanser.....	38

1 Innledning

Bakgrunn for denne rapporten er vurderingen om det skal være et politisk mål at bruken av torv skal reduseres. Mange aktører med ulike interesser er aktive i samfunnsdebatten rundt utfasing av torv i dyrkingsmedier og jordforbedringsprodukter. Debatten har i stor grad dreid seg om spørsmål om utvikling av klimagasser og myrområders økologiske funksjoner. Samtidig er det økt fokus på gjenvinning av organiske avfallsressurser, og det er tenkt at noen avfallsprodukter skal kunne erstatte torv i blandete dyrkingsmedier og i anleggsgjord.

Torv er i dag hovedbestandelen i de fleste blandete dyrkingsmedier brukt i gartnernæringen, av hobbyhagebrukere og til torvtak. Torv går også inn som bestandel i anleggsgjord, hvor torvmateriale hovedsakelig stammer fra utbyggingsprosjekter.

Torv som består av lite omdannet torvmosemateriale (*Sphagnum sp.*, H 1-4), har den unike kombinasjonen av å være svært lett, ha tilstrekkelig mengde luftfylte porer og vannlagringsevne. Torv har dessuten et lavt næringsstoffinnhold og lav pH som gjør det mulig å optimalisere jordblandingen med mineralgjødsel og kalkingsmidler etter plantenes behov.

Det må være en forutsetning at erstatningsprodukter for torv ikke reduserer kvaliteten til jordblandinger. I gartnernæringen er det svært viktig at dyrkingsmedier oppfyller kvalitetskravene til fysiske og kjemiske egenskaper pga. høye økonomiske tap ved feilslått produksjon. Anleggsgjord med lav kvalitet kan medføre store kostnader for samfunnet. Selv om hobbyhagebrukere og hytteeiere ikke er like avhengige av dyrkingsmediets og torvtakets kvalitet, må også disse kunne forvente at dyrkingsmedier og torvtak oppfyller visse kvalitetsstandarder. Dessuten må bruken av torverstatningsprodukter ikke føre til nye uønskede miljøeffekter.

I den pågående revisjonen av forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav, bør en derfor sikre en helhetlig tilnærming i forhold til produktkvalitet og miljøegenskaper. Spørsmålene om alternative materialer til torv i dyrkingsmedier spenner over et vidt felt fra utslipp av klimagasser på kort og lang sikt, effektiv resirkulering av næringsstoffer, risiko for overdosering av næringsstoffer som medfører utlekking til ulike typer resipienter, muligheter for resirkulering av materialer kontra deponering, og ikke minst hvordan ulike skadelige stoffer som miljøgifter og tungmetaller opptrer og kan spres via enkelte materialer som kan inngå i dyrkingsmedier.

Denne rapporten er laget etter forespørsel fra Miljødirektoratet, som har bedt NIBIO om en vurdering av en rekke materialer som brukes i alternative produkter med lavt eller uten innhold av torv. Arbeidet ble finansiert gjennom midler for nasjonale oppgaver.

Vi har valgt å fokusere på de produktene som det er størst interesse for fra norske bedrifter eller/og som har et stort potensial for å bli behandlet og utnyttet som ressurs. Vi har ikke oversikt over hvilke volumer som er eller kan bli tilgjengelige av de ulike materialene som er omhandlet i denne rapporten.

2 Bruksområder til jordblandinger

Jordblandinger representerer en stor spennvidde av bruksområder. I vår redegjørelse forsøker vi å vurdere de alternative materialene til torv ut fra de aktuelle bruksområdene, og hvordan bruksområdene påvirker kravene til produktkvaliteten og miljøegenskaper. For flere av materialene vil det være snakk om tiltak for mengdebegrensning i forhold til produktkvalitet og miljøspørsmål.

Torv brukes i to ganske forskjellige typer jordblandinger, blandet dyrkingsmedium og anleggsjord:

Blandet dyrkingsmedium består av to eller flere råvarer, er organisk basert og er egnet til bruk i pletter og krukker. Denne typen dyrkingsmedium skal være lett, slik at pletter fylt med dyrkingsmedium har håndterbar vekt. Deklarasjonskriterier for denne typen dyrkingsmedium er angitt i NS 2890, B.2 (Standard Norge 2003). Innenfor produktgruppen blandet dyrkingsmedium kan en dele inn i tre forskjellige produktgrupper, som tilbys til ganske forskjellige kundegrupper:

- Dyrkingsmedier til gartnerier (veksthus og planteskoler)
- Dyrkingsmedier til hobbyhagebrukere (privatpersoner som kjøper dyrkingsmedier i hagesentre, planteutvalg o.l.)
- Dyrkingsmedier til torvtak (hovedsakelig til hytter i fjellområder)

Anleggsjord består av to eller flere råvarer, er mineraljordbasert og er laget for bruk i grøntanlegg utendørs. Deklarasjonskriterier for denne typen dyrkingsmedium er angitt i NS 2890, B.3 (Standard Norge 2003).

Torv brukes også i noen grad i jordforbedringsmidler. I NS 2890 punkt B.1 omtales blandet jordforbedringsmiddel, som er en blanding av to eller flere råvarer med bruksområder jordforbedringsmiddel. NS 2890 angir også deklarasjonskravene til enkeltproduktene som kan inngå i jordblandinger eller brukes hver for seg. De fleste produktene som står på listen foreslått av Miljødirektoratet som torverstatningsprodukt er angitt i NS 2890 med deklarasjonskrav. Standarden er en deklarasjonsstandard, som bare angir hvilke parametere som skal analyseres og spesifiseres for hvert enkelt produkt.

Bruken av organiske avfallsmaterialer, som ulike typer kompost, biorest, biokull og restprodukter fra treforedlingsvirksomhet, er regulert av forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav (Landbruks- og matdepartementet 2003). Samme forskrift regulerer bruken av jordforbedringsmidler, samt organiske og uorganiske dyrkingsmedier. I henhold til denne forskriften kan jordblandinger bestå av opptil 30 vol.% organisk avfall. Videre begrenser gjødselvarerforskriften bruken av organiske avfallsmaterialer gjennom grenseverdier for konsentrasjonen av tungmetaller på tørrstoffbasis. Gjeldende forskrift har derimot lite fokus på risiko for utlekking og overdosering fra andre materialer enn husdyrgjødsel og silopressaft.

Det er hensiktsmessig å rette tiltak for å redusere bruken av torv mot de bruksområdene som står for det største forbruket, og der erstatningsmaterialer ikke forringer produktkvaliteten og heller gir produktene forbedrede egenskaper. Det er ikke kjent hvilke bruksområder som står for det største torvuttaket. Det har vært fremsatt en rekke påstander vedr. omfanget av torvuttak, men det mangler per i dag pålitelig statistikk til å stadfeste eller avvise påstandene. Det er lett å få oversikt over de få bedriftene i Norge som er organisert i Norske Torv- og Jordprodusenters Bransjeforbund, men det er flere torvproduserende bedrifter som ikke er medlemmer i dette bransjeforbundet og ikke minst er det flere bedrifter som importerer dyrkingsmedier til Norge som ikke er medlemmer.

Andelen norskprodusert torv i varegruppen blandet dyrkingsmedium varierer mye fra år til år. Nedbørrike somre gir dårlige høsteforhold for torv, og medfører stort behov for import av torv for å dekke markedets behov for torv i blandet dyrkingsmedium. Den beste torv-kvaliteten blir prioritert til gartnerbransjen, men i enkelte år har vært vanskelig å få tak i nok torv av tilstrekkelig god kvalitet til

gartnerbransjen på grunn av ugunstige forhold for innhøsting av torv både i Norden og i de baltiske landene.

Hvor mye torv som inngår i produktgruppen anleggsgjord er enda mer uklart, siden volumet av anleggsgjord aldri har vært rapportert i noen form for statistikk.

3 Ulike produksjonsmetoder for torv til blandet dyrkingsmedium og anleggsjord

For å vurdere alternative materialer til torv i jordblandinger og jordforbedringsmidler, er det avgjørende å ha klart for seg at måten torv utvinnes på er vesensforskjellig om den brukes i blandet dyrkingsmedium eller anleggsjord.

Torva som brukes i blandet dyrkingsmedium består av torvmoser (*Sphagnum sp.*), som er lite omdannet (vanligvis omdanningsgrad H1-H4 etter von Posts skala). Den beste kvaliteten er stikketorv, som stikkes ut av myra som klumper med størrelse om lag 20x20x20 cm. Disse avvannes først på myra, tørkes videre under tak og rives opp til å bli langfibret torv som hovedsakelig nyttes i dyrkingsmedier i veksthusnæringen og i planteskoler. Den andre produksjonsmåten er høsting av det øverste torvlaget med vakuumbøstmaskiner (Bilde 1). Denne produksjonsmåten er svært væravhengig og krever lengre perioder med tørt vær, slik at det øverste torvlaget tørker opp og lar seg suge opp med vakuumbøsteren på lignende måte som en støvsuger. Vakuumbøstet torv inneholder noe mer finstoff enn stikketorv, og brukes i mindre grad i dyrkingsmedier i gartnernæringen, men er enerådende som torvmaterialet som inngår i posejordprodukter på hobbymarkedet. Slike produkter selges på hagesentre, byggevarerhus o.l. I dyrkingsmedier til hobbyhagebruk nyttes også ofte en andel middels omdannet torv (H5-H6), som er mer mørkfarget og finpartikulær enn lite omdannet torv.



Bilde 1. Vakuumbøstmaskin for uttak av torv

Foto: Trond Knapp Haraldsen

Torvmaterialet som brukes i anleggsjord, stammer hovedsakelig fra utbyggingsprosjekter. Når veier og jernbanestrekninger går over myrarealer, må alt torvmateriale fjernes siden slikt materiale ikke har tilstrekkelig bæreevne og må erstattes av mineralske masser med tilstrekkelig bæreevne. Noe av torva kommer også fra områder for massedeponier og utbyggingstomter, der en først tar ut torvmassen og fyller tilbake rene, mineralske undergrunnsmasser. Fjerning av torv i massedeponier er nødvendig for å minimere setningene som oppstår når en fyller tunge mineraljordmasser i et område der det tidligere var myr. Jordproduksjonsanlegg som mottar torvmasser, foretar avvanning av torva (Bilde 2), slik at den blir blandbar med mineraljord og inngår som organisk komponent i anleggsjord. I avvanningsprosessen frigjøres store mengder vann, som er bundet i torvmaterialet. Når en legger

torvmasser på underlag av sand eller steinmel, vil en oppnå en betydelig rensning av partikler fra torva i avvanningsprosessen.

I mange områder er det svært rikelig tilgang på torv fra utbyggingsprosjekter. I nær sagt alle utbyggingsprosjekter i kystområder på Vestlandet, i Trøndelag og i Nord-Norge kommer en i befatning med torvmateriale som må tas ut for å oppnå tilstrekkelig bæreevne for vei- og banefundamentering og for å skape stabil byggegrunn (Torsteinsen, pers. medd.). Andelen av myrareal er lavere på Østlandet, men også i dette området kommer en borti torv som må tas ut i mange utbyggingsprosjekter.



Bilde 2. Avvanning av torvmasser fra jernbaneutbygging i et jordproduksjonsanlegg

Foto: Trond Knapp Haraldsen

4 Krav til jordblandinger

4.1 Dyrkingsmedier til gartnernæringen

Gartnernæringen er basert på til dels spesialiserte og avanserte produksjonssystemer med regulering av fuktighet, lys og temperatur. Gartnernæringen krever pålitelige og kvalitetssikrede dyrkingsmedier pga. høye økonomiske tap ved feilslått produksjon. Det stilles derfor store krav til slike dyrkingsmedier (Schmilewski 2008):

- **Krav til fysiske egenskaper** – Dyrkingsmediet må både ha luftfylte porer som sikrer røttene tilgang på oksygen og vannlagringsevne som sørger for at plantene ikke tørker ut. Et ideelt substrat har > 85 vol.% porevolum, 20-30 vol.% luftkapasitet og 60-70 vol.% total vannlagringsevne (Garcia-Gomez m.fl. 2002). Dessuten kreves strukturell stabilitet som sikrer god fysisk forankring for plantene i hele vekstperioden. Dyrkingsmediet må være lett å vanne opp. Av praktiske årsaker er det ønsket at tettheten ikke overstiger 300 kg m⁻³ (Carlile m.fl. 2015).
- **Krav til kjemiske og biologiske egenskaper** – Dyrkingsmediet må ha optimal pH, og ikke for høy ledningsevne som gjør det mulig å tilpasse gjødslingen etter kulturplantenes behov. Dyrkingsmediet bør ikke føre til immobilisering av nitrogen. Dyrkingsmediet må ikke være forurenset med miljøgifter, ugrasfrø, patogener mm.

Torv som består av lite omdannet torvmosemateriale (*Sphagnum sp.*, H 1-4), har den unike kombinasjonen av å være svært lett, ha tilstrekkelig mengde luftfylte porer og vannlagringsevne selv med pottehøyde på 5 cm (tilsvarende dreneringssug på 0,5 kPa). I tillegg inneholder torvmosematerialet ingen tungmetaller eller miljøgifter, men må kalkes til passende pH med dolomitt og kalksteinsmel. For gartnernæringen er det også en stor fordel at torv ikke inneholder næringsstoffer, slik at en kan nytte næringsløsninger tilpasset de plantene en skal drive fram uten å måtte ta med i betraktning at det frigjøres næring fra dyrkingsmediet. Det er vanlig å tilføre en balansert NPK-gjødsel med mikronæringsstoffer som grunnjødsel i jordblandingen. Siden det er lite biologisk aktivitet i torv, er immobilisering av nitrogen vanligvis ingen problem når torv brukes i dyrkingsmedier. Torv innenfor ulike omdanningsgrader er svært homogen når det gjelder fysiske egenskaper, men det kan være noe forskjell på norsk torv og importert vare. Det kan være forskjell i kjemiske egenskaper mellom torv tatt ut i et kystnært område (jfr. Andøytorg) i forhold til torv fra myrer i innlandsstrøk. Det har først og fremst med påvirkning av sjøsalt fra nedbør å gjøre.

4.2 Dyrkingsmedier til hobbyhagebrukere

Selv om hobbyhagebrukere ikke er like avhengige av dyrkingsmediets kvalitet, må også disse kunne forvente at dyrkingsmedier oppfyller visse kvalitetsstandarder.

Blandet dyrkingsmedium til hobbyhagebruk bør lages slik at hvem som helst skal kunne bruke produktene uten å være spesialister på plantedyrking. Slike produkter skal egne seg til bruk i potter, plantekasser, krukker o.l. både til dyrking av kjøkkenhagevekster (f.eks. i pallekasser) og til prydvekster. Bortsett fra produktene som nyttes til såjord, brukes dyrkingsmedier av hobbyhagebrukere til større potter og krukker enn i gartnerinæringen. Det medfører at kravene til fysiske egenskaper blir noe mindre, noe som gjør det mulig å benytte også en andel middels omdannet torv i slike dyrkingsmedier.

4.3 Dyrkingsmedier til torvtak

Dyrkingsmedier til torvtak er et helt annerledes bruksområde enn blandet dyrkingsmedium til gartnerinæringen og også til vanlig hobbyhagebruk. Haraldsen (2016) har vist hvordan ulik

sammensetning av dyrkingsmedier til torvtak påvirker artssammensetningen, veksten på taket og det visuelle uttrykket. De historiske torvtakene er mineraljordbasert, av jordsmonnet på setervollen, og vegetasjonen på slike tak utviklet seg på lignende måte som på terrenget rundt setrene eller eldre hytter med slike tak. Om en skal lage dyrkingsmedier som ligner oppbyggingen av tradisjonelle torvtak, vil slike dyrkingsmedier komme inn under produktgruppen anleggsgjord siden de er mineraljordbaserte.

Det som er hovedproduktet innen torvtak har lite til felles med de tradisjonelle torvtakene, siden de er organiske og hovedsakelig basert på torv. Torva er imidlertid pakket i spesielle puter eller blokker, som er lette å legge. Slike dyrkingsmedier har gode fysiske egenskaper, stor evne til å ta opp og lagre vann, og tilstrekkelig luftveksling. Torvmaterialet er næringsfattig og har ingen særlig evne til å lagre næringsstoffer. Årlig gjødsling er nødvendig for å opprettholde veksten av gras på slike tak. Uten gjødsling blir grasveksten dårligere og dårligere til det til slutt er knapt gras igjen på slike tak.

4.4 Anleggsgjord

I anleggsgjord er det teksturen til mineraljordmaterialet som i størst grad bestemmer de fysiske egenskapene til dyrkingsmediet. I grøntanlegg ønsker en å lage dyrkingsmedier som ligner på forholdene som plantene har i naturen. Naturlige jordsmonn har alltid et toppsjikt med mye organisk materiale. Toppsjiktet kan være tynt eller tykt, klart eller utydelig avgrenset nedover mot undergrunnen. I topplaget blir råtnende plantemateriale som legger seg på bakken omsatt til ulike humusformer: mold, råhumus og torv avhengig av nedbrytingsforholdene. Haraldsen & Krogstad (2017c) har gitt en oversikt over humusformene i naturen og hvordan en kan bruke ulike typer organiske avfallsmaterialer i anleggsgjord.

Topplaget i grøntanlegg skal ha tilsvarende funksjon som «matjordlaget» på dyrka jord, og de fleste grøntanleggsplanter vil trives med organisk materiale som mold i topplaget. Surjordplanter finnes ofte i jordsmonn der topplaget har råhumuskarakter, og utfordringen med surjordplanter er at de krever surt organisk materiale i topplaget. Mens torv og råhumus er sure og næringsfattige, er mold mer næringsrikt og har svakt sur, nøytral eller svakt alkalisk reaksjon. Hvor høyt moldinnhold som er vanlig i naturlige jordsmonn avhenger av biologisk produksjon og nedbrytningsforholdene. Det er høyere moldinnhold i jord i nedbørrike strøk langs kysten enn i innlanddistrikter, men også økende moldinnhold med høyde over havet opp til tregrensa. I de fleste tilfeller vil et moldholdig topplag egne seg godt i grøntanlegg (3-6 vekt % organisk materiale). Noen vekster krever mer moldrik jord, mens det i andre tilfeller er hensiktsmessig med så lavt moldinnhold som 1-2 % (moldfattig).

I grøntanlegg spiller estetiske forhold en betydelig rolle, og det er aldri det primære målet å oppnå størst mulig tilvekst. Næringsbehovet i grøntanlegg er vanligvis langt mindre enn for jordbruksvekster, men det er betydelig variasjon fra intensive grasarealer til mer ekstensive og naturlignende grøntanlegg. I de fleste naturlige økosystemer i Norge er tilgangen på nitrogen den faktoren som sterkest begrenser tilveksten. Det er derfor ikke vanlig å se kritiske mangler av andre næringsstoffer i naturen. I motsetning til i konstruerte plantesystemer som et grøntanlegg, vil det i naturen være en naturlig seleksjon av planter tilpasset de voksebetingelsene og den næringstilgangen vokseplassen har.

Når en ønsker å lage anleggsgjord med om lag 5 vekt % organisk materiale, er det for mange utfordrende å regne om fra volum til vektforhold. Blanding av ulike ingredienser skjer på volumbasis, mens deklarasjonene er på vektbasis. Det er også en utfordring at mineraljord og organisk materiale endrer volum når de blandes. En m^3 sand og en m^3 av torv vil ikke gi to m^3 ferdig jordblanding, men 1,2-1,5 m^3 anleggsgjord avhengig av omdanningsgraden av torvmaterialet. Fordi torvmaterialet er veldig mye lettere enn sanda, vil en slik blanding ha et innhold av organisk materiale rundt 5 vekt %. Mange steder er det stor tilgang på torv fra utbyggingsprosjekter i forhold til mineralsk materiale, og mengden av torv i jordblandingen blir da unødvendig stor. Det resulterer i at jordmassen i anleggsgjorda vil synke sammen over tid, bli tettere og ha dårlige infiltrasjonsegenskaper.

5 Vurdering av potensielle erstatningsmaterialer

Under vil vi vurdere de fysiske og kjemiske egenskapene til ulike materialer som potensielt kan brukes som dyrkningsmedium eller komponent i jordblandinger eller anleggsjord, og vurdere deres anvendelse i ulike bruksområder.

En må skille mellom:

- **Produksjonssystemer uten jord** – F.eks. steinull, perlite.
- **Strukturmateriale** – Næringsfattige materialer med gode fysiske egenskaper som kan direkte erstatte torv f.eks. xylite, rester fra kokosproduksjonen, trefiber og treflis, hage/parkavfallskompost.
- **Næringsrikt materiale** – Organiske gjødselprodukter som kan i blanding med torv eller annet strukturmateriale erstatte mineralgjødsel brukt i dyrkningsmediet f.eks. matavfallskompost og kompost av grønnsaksavfall, bioest av matavfall, hestegjødsel, avløpsslam og slamkompost, meitemarkskompost.

5.1 Steinull

Steinull er det materialet som brukes oftest i produksjonssystemer uten jord (f.eks. tomat, agurk og snittblomster). Dessuten brukes steinull til planteoppal. Steinull brukes utelukkende i veksthusnæringen. Det er ikke aktuelt å bruke steinull som komponent i jordblandinger. Brukt steinull kan ikke gjenbrukes eller gjenvinnes, og må leveres til godkjente mottak som avfall på grunn av innhold av plantevernmiddelrester. Brukt steinull inneholder også betydelige mengder rotmasse.

Steinull som brukes til planteproduksjon, har samme produksjonsmåte som steinull som nyttes i isolasjonsmaterialer. Utgangsproduktet til steinull er diabas, en vulkansk bergart (Lohr 2009a). Etter tilsetning av kalk og koks blir steinen smeltet ved temperaturer rundt 1200 – 1600 °C. Den smeltete steinen blir helt på sneller og tynne fiber blir dannet. De løse fiberne blir tilsatt harpiks før materialet blir presset i tette matter. Mattene blir dessuten tilsatt et befruktningmiddel da materialet ellers ikke hadde vært mulig å vanne opp.

Steinull er et standardisert industrielt produkt med forutsigbare egenskaper. Steinull har lav vannlagringsevne sammenlignet med torv, og er vanskelig å vanne opp jevnt (Lohr 2009a). Steinull må derfor mettes med vann før bruk og bør deretter ikke tørke ut. Steinull er fullstendig inert uten bufferkapasitet. Både næringsstoffinnhold og pH i steinull kan derfor styres i henhold til kulturplantenes behov. Samtidig vil doseringsfeil umiddelbart slå ut på kulturplantenes vekst. Derfor kreves en nøye oppfølging av planter dyrket i steinull med automatiske måle- og reguleringssystemer. Både pH, næringsløsning og ledningsevne må måles og justeres kontinuerlig.

5.2 Perlite

Utgangsmaterialet for perlite er bergarten perlit (uten «e») (Lohr 2009b). Perlit er fysisk og kjemisk omdannet vulkansk glass (obsidian). Over tid vil den mørk-blanke obsidianen gjennom forvitring danne den blågråe løse sekundære berggrunnen perlit. Perlit utvinnes fra gruver, f.eks. på den greske øyen Milos. Perlite er dermed en begrenset ressurs på samme måte som torv. Videre blir materialet kvernet og siktet. Malt perlit har en tetthet på ca. 1000 g/l og inneholder ca. 2-5 vol.% krystallvann. Når materialet blir varmet opp til 1000 °C utvider krystallvannet seg og materialet blåses opp til 10-20 ganger utgangsvolumet sitt. Sluttproduktet (perlite med «e») er et grått hvitt, porøst granulat med svært lav tetthet ca. 50-100 g/l. Det er et standardisert industrielt produkt med kjente, og veldokumenterte egenskaper.

Perlite er et inert materiale som påvirker hverken tilgjengelighet av plantenæringsstoffer eller pH-verdien (Lohr 2009b). pH-verdien på 7-8 er nøytral til svak alkalisk og så godt som ikke bufret. Porevolumet til perlite er så høyt som 95 vol.%, og de ytre porene kan lagre både plantetilgjengelig vann og luft. Vannlagringsevne varierer mellom 25 og 50 vol.%. Perlite blir tilsatt jordblandinger med torv for å øke luftkapasiteten, og brukes særlig til dyrkingsmedier til lave pletter der luftvekslingen er en kritisk faktor. Samtidig forbedres strukturabiliteten. Perlite blir på samme måte som steinull også brukt i produksjonssystemer uten jord. Siden perlite er et inert materiale, kan gjødslingen tilpasses nøye etter kulturplantenes behov. I motsetning til steinull er det ikke problematisk å vanne opp perlite etter uttørring.

Perlite brukes hovedsakelig i produkter til profesjonelt bruk i veksthus og planteskolenæringen. I likhet med steinull må dyrkingsmedier med perlite skiftes ut med jevne mellomrom. Brukte dyrkingsmedier med perlite kan inneholde noe torv og planterøtter, rester av plantenæringsstoffer og plantevernmidler. Det kan være mulig å gjenvinne perlite fra slike brukte dyrkingsmedier ved å behandle det i en komposteringsprosess. Ideen er da at mesteparten av plantevernmiddelestene brytes ned under komposteringen og at eventuelle skadelige organismer også blir sanert av behandlingen.

5.3 Xylite

Xylite er et biprodukt av brunkull produksjon, og dermed basert på produksjon av et materiale som representerer en fossil karbonressurs. Norge har ikke selv tilgang til xylite.

Xylite består av plantedeler som ikke har blitt fullstendig til kull, og trestrukturen kan fortsatt kjennes godt igjen i sluttproduktet. Råxylite blir delt opp mekanisk, siktet og renses for brunkull før bruk i jordblandinger. Kvaliteten til xylite er stabil med lite variasjon mellom leveranser, inneholder lite næringsstoffer og pH i produktet er lavt (Lohr 2007). Xylite kan derfor tilsettes næringsløsninger og kalk tilpasset de plantene en skal drive fram, på samme måte som når torv brukes i jordblandinger. Selv om C/N forholdet i xylite er høyt, vil ikke materialet føre til nitrogenimmobilisering i motsetning til andre torverstatningsprodukter basert på tre. Det skyldes at xylite inneholder lite lettomsattelig karbonkilder.

Xylite er strukturstabil og forbedrer luftvekslingen i jordblandinger. På den andre siden er vannlagringsevnen til xylite (40-50 vol.%) mye lavere enn vannlagringsevnen til torv, og tørket xylite er utfordrende å vanne opp igjen (Lohr 2007).

I Tyskland er xylite en vanlig komponent i torvreduserte eller torvfrie jordblandinger. Vi har ikke gjennomført egne vekstforsøk med xylite. NIBIO har ikke inntrykk av at norske jordprodusenter har vist interesse for bruk av xylite i jordblandinger, siden deres oppfatning er at dette materialet ikke har noen miljømessige fordeler i forhold til bruk av torv. De jordblandingen med xylite som er på det norske markedet er importert og deklarerert som blandet jordforbedringsmiddel fordi innholdet av organiske avfallsmaterialer er over 30 vol.%.

5.4 Rester fra kokosproduksjon

Kokosnøtten er omgitt av et tett fibervev (mesokarp/«coir»). Dette vevet er både elastisk og holdbart og har derfor i lang tid vært brukt f.eks. i produksjonen av tau. For å utvinne fiberne, blir mesokarpen i flere måneder bløtlagt i brakk- eller saltvann eller tanker, før fiberne løsnes ved manuell banking. Nye metoder gjør det mulig å utvinne fiberne maskinelt. Kokosfiberne må vaskes med ferskvann for å unngå at høye saltkonsentrasjoner i sluttproduktet har negativ effekt på plantevekst, også fordi kokospalmene tar opp natrium og kalium i sjønære strøk.

Det er forskjellige restprodukter fra kokosproduksjonen som er aktuelle å bruke i jordblandinger (Amberger-Ochsenbauer 2008a):

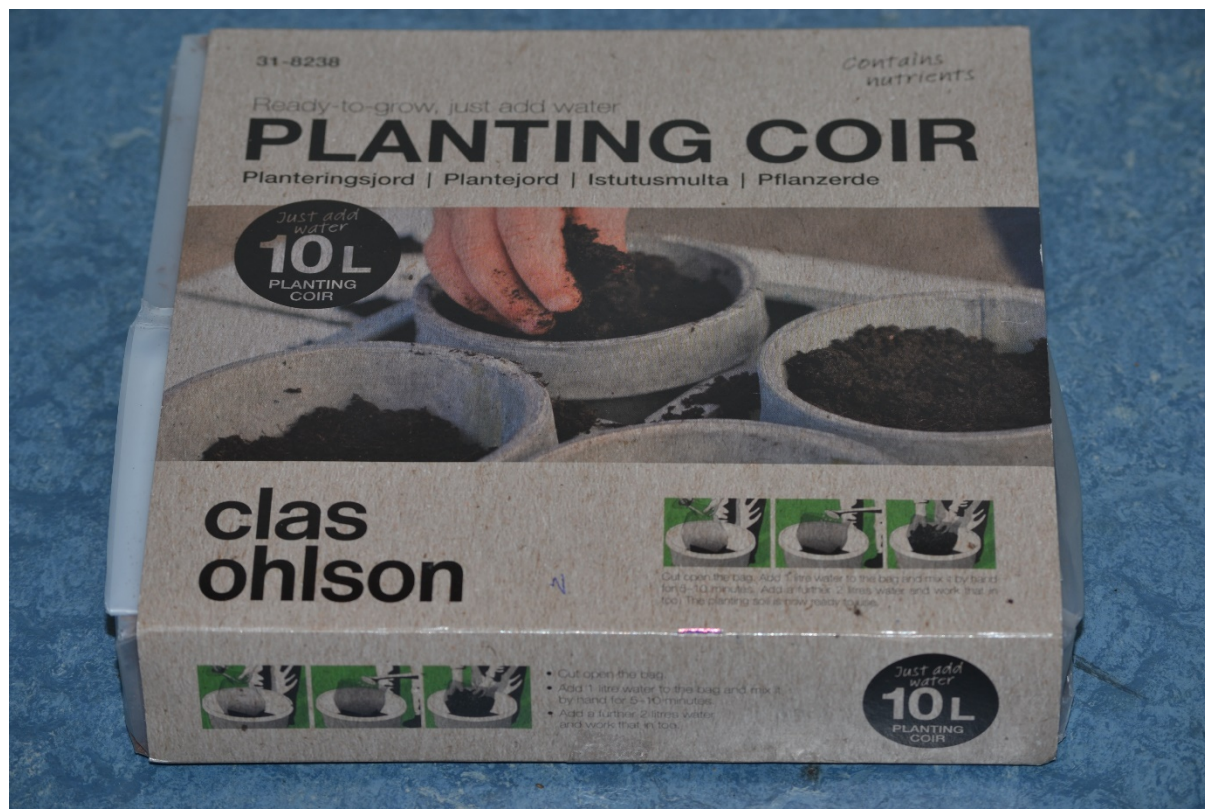
- **Kokosfiber (coir fibre)** – Etter løsnings blir fiberne kuttet i ulike lengder avhengig av hva sluttproduktet skal brukes til. Kokosfiber brukes i blanding med andre organiske substratkomponenter i mengder opp til 20 vol.%.
- **Kokosstøv** – Støv fra slipning av kokoskall som etter utvinning blir presset i blokker. Når blokkene vannes, sveller disse opp til 6-ganger egevolument.
- **Kokoschips** – Fiberhyllen blir ikke løst opp men isteden kuttet i kuber. Kokoschips kan brukes alene eller i blanding med andre substratkomponenter. Kokoschips brukes for kulturplanter som krever høy luftkapasitet.

De fysiske egenskapene til kokosfiber, kokosstøv og kokoschips varierer, men restprodukter fra kokosproduksjonen er generelt godt egnet som komponent i jordblandinger (Amberger-Ochsenbauer 2008b). I jordblandinger vil restprodukter fra kokosproduksjonen føre til god luftkapasitet samtidig som vannlagringsevnen er tilstrekkelig. Spesielt kokosstøvet mellom fiberne forbedrer vannlagringsevnen i jordblandinger, mens en stor andel lange kokosfiber i sluttproduktet kan redusere vannlagringsevnen. Rester fra kokosproduksjonen er lett å vanne opp og har en lav tetthet.

I motsetning til andre organiske restprodukter er mikrobiell nedbrytning og immobilisering av nitrogen vanligvis ikke et problem når det gjelder bruken av rester fra kokosproduksjonen i jordblandinger. Næringsstoffinnholdet og pH er vanligvis lavt, og kan justeres i henhold til plantenes behov på samme måte som torv.

Rester fra kokosproduksjonen er generelt velegnete produkter i jordblandinger. Ulemper med bruken er stort forbruk av ferskvann i produksjonen og transport. Rester fra kokosproduksjonen som brukes på det europeiske markedet kommer hovedsakelig fra Sri Lanka og India (Schmilewski 2008). Kvaliteten til restprodukter fra kokosproduksjonen kan variere noe mellom leveransere og produsenter, og det er en fordel å kjenne til produsenten før import av store kvanta. Det bør også sikres at produsentene oppfyller minstekravene til sosialstandarder (Knafla 2014).

Den norske bedriften Jiffy har i en årrekke benyttet kokosmateriale i flere av sine produkter for planteoppal, særlig i komprimerte pletter som ekspanderer til såkalt potte ved oppfuktig. Andre produsenter har lignende produkter av kokosfibermateriale (Bilde 3). Kokosfiber kan erstatte andelen av middels omdannet torv i blandet dyrkingsmedium. Fordi det er en lang frakt av kokosfibermaterialer fra produksjonslandene til Norge, egner kokosmaterialet seg best til spesialprodukter med begrenset volum. Transport av pressede plater av kokosmateriale gjør det mulig å skipe større mengder.



Bilde 3. Pakke med komprimert plantejord av kokosfiber som ved oppfukning ekspanderer til 10 l jordvolum

Foto: Trond Knapp Haraldsen

5.5 Trefiber og treflis

Det er kun aktuelt å bruke trefiber eller treflis fra ubehandlet trevirke som komponent i jordblandinger mens behandlet trevirke ikke vil kunne brukes pga. potensiell forurensning.

Trefiber produseres ved energikrevende termisk-mekanisk behandling av trevirke, enten ved termofysikalisk opplutning eller dampeksplasjon.

Porevolumet til trefiber kan sammenlignes med torv men en stor andel store porer fører til at trefiber har betydelig høyere luftkapasitet enn torv (45-65 vol.%) (Neumaier 2008a). På den andre siden har trefiber lav vannlagringsevne (30-50 vol.%); vannet inne i trefiberne er ikke plantetilgjengelig, og det er bare vannet mellom fibrene som er nyttbart. Det vil derfor lett drenere ut. Bruk av trefiber i jordblandinger krever derfor at plantene vannes hyppigere med mindre vann sammenlignet med torv. Strukturen til trefiber med gode dreneringsegenskap er ikke langvarig, og trefiber vil synke sammen over tid. Trefiber er lett å vanne opp og fri for ugrasfrø og patogener.

Trefiber har et høyt C/N-forhold og vil uten videre behandling føre til immobilisering av nitrogen i mikrobiell biomasse (opptil 400 mg N/l) (Neumaier 2008a). Impregnering av trefiber med saktevirkende nitrogenkilder kan redusere nitrogenimmobilisering og dermed redusere nitrogenmangel hos kulturplantene sammenlignet med ubehandlet materiale. Trefiber har noe høyere pH enn torv (pH 4,5-6) og pH i trefiber er lite bufret. Ved vanning med karbonatrikt vann vil derfor pH øke, noe som kan føre til mangel på mikronæringsstoffer. Konsentrasjonen av næringsstoffer i trefiber er lav og sammenlignbar med torv, med unntak av kaliuminnholdet som kan være noe høyere. Trefiber blir både brukt som torverstatningsprodukt i posejord og som organisk substratkomponent i anleggsgjord, i mengder opptil 40 vol.%.

Det foregår en betydelig innovasjonsrettet virksomhet i Norge og ellers i land med treforedlingsindustri i å lage nye produkter av trefiber. Disse FoU-satsingene går i ulike retninger, men har til felles at en ønsker større verdiskapning av den lettest nedbrytbare delen av trefiber materialet. En retning er enzymatisk prosess for å lage bioetanol, som er et produkt som brukes til drivstoff for kjøretøy. Det som blir igjen etter en slik prosess kan ha anvendelse i dyrkingsmedier. En annen retning er å lage karbohydratrikt husdyrfôr av den lettest nedbrytbare delen. Sluttproduktet etter begge typer prosesser er fiber materiale med lavt innhold av næringsstoffer og høyt C/N-forhold, som er antatt å ha tilsvarende egenskaper som xylite i jordblandinger. Denne typen materiale er det vesentlig større interesse for å ta i bruk hos norsk jordprodusenter enn det er for xylite, men det foreligger så langt ingen forskningsbaserte resultater på egnetheten (Bilde 4). Miljøprofilen til denne typen restprodukt er åpenbart vesentlig bedre enn for xylite, men det gjenstår å klarlegge hvordan slike restprodukter bør brukes i dyrkingsmedier på optimal måte.



Bilde 4. Treflisbasert restprodukt etter uttak av lett nedbrytbart materiale (

Foto: Trond Knapp Haraldsen

Treflis - I produksjonen av treflis som komponent i jordblandinger blir fine partikler frasiktet. Det er størrelsesfraksjonen 2-15 mm som enten blir brukt direkte i jordblandinger, som strukturmateriale i kompostering eller som jorddekkemateriale (Neumaier 2008b). Treflis ligner på trefiber når det gjelder næringsstoffinnhold og pH. Treflis har grovere struktur enn trefiber, enda bedre dreneringsevne, koster lite og er mindre utsatt for strukturtap. Lav vannlagringsevne (25-30 vol.%; til sammenligning trefiber: 30-50 vol.%, torv 50-70 vol.%) krever svært hyppig vanning med lite vann når treflis brukes i jordblandinger. Treflis er noe mindre utsatt for nitrogenimmobilisering enn trefiber pga. mindre overflate. Dermed er også pH mindre utsatt for svingninger gjennom alkaliske nedbrytningsprodukter. Bufferevnen til pH og næringsstoffinnhold i treflis er lav. Treflis er i første rekke et utmerket jorddekkemateriale, som er svært effektivt mot oppslag av frøugras (Bilde 5).



Bilde 5. Treflis brukt som jorddekkemateriale på plantefelt på Fornebu med meget god virkning mot spiring av frøbank i jorda

Foto: Trond Knapp Haraldsen

5.6 Barkkompost

Barkkompost er et restprodukt fra treforedlingsindustrien, gran eller furubark, som er omsatt ved aerob nedbrytning.

Et høyt C/N-forhold (60-100/1) og mikrobiell aktivitet kan føre til betydelig immobilisering av nitrogen når bark brukes i jordblandinger (Anneser 2008). Hvis bark tilsettes nitrogen f.eks. som urea og holdes fuktig vil materialet under aerobe forhold varmes opp og bli brutt ned (fermentering). Samtidig vil patogener og ugrasfrø dø. Vellykket kompostering med nitrogentilskudd vil føre til at barkkompost ikke fører til nevneverdig immobilisering av nitrogen i jordblandinger. Solbraa (1979a) angir behov for tilsetning av mineralsk N og P, samt mikronæringsstoffer for å oppnå god kompost.

Vannlagringsevnen til barkkompost (40-55 vol.%) er lavere enn vannlagringsevnen til torv, mens luftkapasiteten er høyere (35-55 vol.%) (Anneser 2008). Dette krever at vanningsregimet tilpasses med hyppige små vanddoser. Barkkompost er strukturstabil og er lite utsatt for å synke sammen. Det foreligger mye eldre norsk forskningsbasert kunnskap om bark og barkkompost som dyrkingsmedium, som er oppsummert av Solbraa (1986).

Barkkompost kan inneholde høye kaliumkonsentrasjoner som må tas i betraktning under gjødsling. Også fosforkonsentrasjoner og innhold av mikronæringsstoffer kan være betydelig. Disse stoffene tilsettes for å oppnå god komposteringsprosess (jfr. Solbraa 1979a). Spesielt mangankonsentrasjonen i barkkompost kan være høy (Solbraa 1979b). Plantene tar opp mangan som toverdig ion (Mn^{2+}) som

dannes spesielt under anaerobe forhold og ved lav pH. Det er vel kjent at manganforgiftning kan forekomme ved bruk av barkkompost som ikke er tilstrekkelig aerobt behandlet. Det er derfor angitt at løselig mangan skal deklarerer i slike produkter i henhold til pkt. C.8 i NS 2890 (Standard Norge 2003). Også vannmetning i jordblandinger med bark grunnet mistilpasset vanningsregime kan føre til manganforgiftning hos kulturplantene. Solbraa (1979b) angir at manganforgiftning også kan forekomme i aerob barkkompost ved lav pH, og poengterer at umoden barkkompost kan inneholde fenoler og fenollignende forbindelser som påvirker plantevekst negativt.

Det er store forskjeller i innhold av tungmetaller i bark, og det gir seg også utslag i ferdig barkkompost. Det er spesielt kadmium og sink som det kan være forhøyede nivå av. Det er flere eksempler på at det er tungmetallinnholdet i barken som nyttes i komposteringsprosesser som fører til at ferdig kompost får høyere kvalitetsklasse (altså dårligere kvalitet) enn forventet ut fra egenskapene til f.eks. samkompostert matavfall.

God bufferevne reduserer saltskader når barkkompost brukes i jordblandinger, og pH (5-7) til barkkompost er lite utsatt for endringer. Det er betydelige forskjeller i pH mellom ulike typer barkkompost og om det er furubark eller granbark som er kompostert.

Barkkompost egner seg spesielt godt som materiale til jordblandinger til surjordsplanter i blanding med torv eller materiale med tilsvarende egenskaper som torv. Det er svært viktig at slike jordblandinger har tilstrekkelig god luftveksling, slik at problemer med manganforgiftning unngås.

5.7 Slam fra treforedlingsindustri

Selv om det er blitt færre treforedlingsbedrifter i de senere år i Norge, produseres det fremdeles betydelige mengder papir- og kartongprodukter i norske bedrifter. Disse bedriftene har strenge rensekraav på sitt utslipp, og må fange opp fiberrester og annet organisk materiale før vannet er rent nok til å kunne slippes ut i resipient. De fleste anleggene har en kombinasjon av flere rensetrinn, der første rensetrinn er å skille ut fibermassen (fiberslam), og det siste rensetrinnet er et biologisk rensetrinn (bioslam). Disse to slamtypene har svært forskjellige egenskaper. Fiberslammet er næringsfattig og består av korte trefibre, mens bioslammet består av mikrobebiomasse og er næringsrikt med et betydelig nitrogen- og fosforinnhold. Det tilsettes betydelige mengder nitrogen og fosfor i dette rensetrinnet for å få nedbrutt det organiske materialet som ikke er tatt ut med fiberslammet.

I årenes løp har det vært gjennomført omfattende forskning på utnyttelse av slam fra treforedlingsindustrien (Vagstad m.fl. 2001), men en har i liten grad funnet behandlingsmåter som har gitt produkter med betydelig verdiskapning. Mange anlegg har derfor endt opp med å behandle slammet ved forbrenning.

Fiberslammet har høyt C/N forhold, mens bioslammet har lavt C/N-forhold, og sammen med egnet strukturmateriale er det mulig å lage et brukbart kompostprodukt. Det gjøres i betydelig omfang i Sverige, og kompostproduktet har vært benyttet som ingrediens i blandet dyrkingsmedium som en torverstatning. Slik jordblanding har vært omsatt også i Norge, men ble ingen suksess i markedet på tross av lav pris.

Et gjennomgående trekk er at fiberslammet som oftest har lavt innhold av tungmetaller, mens bioslammet har anrikning av kadmium. Anrikningen av kadmium har vært påvist i flere anlegg, og har vært innenfor kvalitetsklasse III. Ut fra dagens gjødselvereforskrift kan produkter som inneholder materiale i kvalitetsklasse III bare klassifiseres som klasse III. Siden bioslammet har en svært vanskelig konsistens, som en pasta, har det vært nødvendig med sambehandling av fiberslam og bioslam for å få et håndterbart produkt. Et slikt behandlet produkt kommer som regel i kvalitetsklasse I fordi det er fiberslammet som dominerer i blandingen. Siden § 10.8 i gjeldende gjødselvereforskrift angir maksimalt 30 vol. % organisk avfall i en jordblanding, har norske jordprodusenter valgt å nytte andre kompostprodukter i den lovlige andelen og supplert med torv for å oppnå ønsket innhold av

organisk materiale. Slamprodukter fra treforedlingsbedrifter inneholder mer karbon i forhold til næringsstoffer enn de fleste andre komposttyper, og vil kunne dekke opp behovet for organisk materiale i jordblandinger uten å øke innholdet av næringsstoffer i vesentlig grad.

5.8 Hage/parkavfallskompost

Hage/parkavfallskompost består av oppkuttete kvister, plenklipp, potteplanter og lignende som er omsatt ved aerob nedbrytning. Kompost er det organiske torverstatningsproduktet som varierer mest mellom leveranser og anlegg (f.eks. tetthet, luftkapasitet, vannholdningsevne, pH, næringsstoffinnhold, tungmetallinnhold og biologisk stabilitet), og variabiliteten vil kunne påvirke kvaliteten til jordblandingen.

Hage/parkavfallskompost har generelt relativt lavt innhold av organisk materiale, da silt- og sandpartikler følger planterøtter til kompostertingsanlegget og hage/parkavfallskompost kan derfor som oftest karakteriseres som mineralblandet mold. Et annet forhold som bidrar til lavt innhold av organisk materiale er at hage/parkavfall utvikler varme over lang tid, og det tar lang tid før komposten er ferdig og temperaturen synker. Strukturen til hage/parkavfallskompost er ofte relativt tett, og tung. Den høye mineralfraksjonandelen er positiv ved bruk av hage/parkavfallskompost i anleggsgjord, mens jordblandinger der hage/parkavfallskompost erstatter torv vil være tette og tunge, f.eks. vil en jordblending med 30 vol.% kompost være dobbelt så tung som en jordblending med torv. Den høye tettheten øker transportkostnader og kan føre til problemer i håndteringen av produktet. Under komposteringen kan den tette strukturen føre til dannelsen av anaerobe soner, som vil føre til utvikling av klimagassen metan og H₂S.

Hage/parkavfallskompost vil redusere luftkapasitet (35-40 vol.%) og øke vannlagringsevnen i jordblandingen (45-55 vol.%). Vanningsregimet må derfor tilpasses med hyppige vanninger med lite vann. Hage/parkavfallskompost er relativt strukturstabil, men volumet vil reduseres noe under videre nedbrytning av organiske komponenter. Det er vanligvis lite fremmedlegemer i hage/parkkompost: det kan være noen glassbiter mens plast forekommer sjeldent. Forurensing med ugrassfrø kan derimot være en betydelig utfordring i kompost når ugras spirer på komposteringsranken og setter nye frø.

Hage/parkavfallskompost inneholder de plantenæringsstoffene som plantematerialet som ble kompostert inneholdt, men mesteparten av nitrogenet går tapt som ammoniakk og andre gasser under behandlingen. Selv om C/N forholdet i hage/parkavfallskompost er lavt, vil lite nitrogen mineralisere fra sluttproduktet fordi lett nedbrytbare karbonforbindelser har allerede blitt omdannet under komposteringsprosessen. pH-verdien er vanligvis relativt høy (7-8) med betydelig bufferevne. Slik kompost inneholder alltid noe fritt CaCO₃, som kan føre til at store andeler kompost i jordblandingen kan øke pH utover ønsket nivå.

De anlegg som produserer hage/parkavfallskompost har produkt i klasse 0 eller klasse I. I områder med mye alunskifer i jordsmonnet er opptaket av tungmetaller i hage/parkvekster såpass stort at kompost av hage/parkavfall blir i kvalitetsklasse II og i noen tilfeller også i klasse III.

Det er stor etterspørsel etter hage/parkavfallskompost, og det er lite hage/parkavfallskompost som ikke er disponert i markedet. Ut fra våre opplysninger er det tilgangen på råstoff som begrenser ytterligere bruk av denne komposttypen. Stor etterspørsel har ført til umoden og ustabil hage/parkavfallskompost på markedet. I umoden kompost vil mikrobielle nedbrytningsprosesser fortsette. Nedbrytningen kan føre til anaerobe forhold, sur lukt og dannelse av toksiske forbindelser.

Hage/parkavfallskompost brukes enten som produkt i seg selv, eller hage/parkavfall nyttes som strukturmateriale for å kompostere matavfallskompost. Det er vanlig å bruke hage/parkavfallskompost som jordforbedringsmiddel i grønnsaksdyrking, og i en rekke forskjellige grøntanleggsanvendelser. Grove typer av hage/parkavfallskompost har vist seg velegnet til jorddekke, der det dannes røtter i kompostmaterialet eller i sonen mellom kompostlaget og underliggende

mineraljord (Bilde 6). Hage/parkavfallskompost brukes i torvreduserte dyrkingsmedier, både blandet dyrkingsmedium og i anleggsjord.



Bilde 6. Røtter av av bjørk i jorddekkelag av hage/parkkompost

Foto: Trond Knapp Haraldsen

5.9 Matavfallskompost og kompost av grønnsaksavfall

Matavfallskompost er sortert husholdningsavfall, som er kompostert sammen med strukturmateriale (bark eller hage/parkavfall).

Denne komposttypen er ofte ganske næringsrik og preget av matvarene som er kompostert. Noen avfallsanlegg tilsetter lesket kalk under komposteringsprosessen, og den ferdige komposten blir derfor kalkrik med høy pH. Denne typen kompost bør doseres i forhold til virkningen av nitrogen og fosfor, slik at en oppnår passende mengder av disse næringsstoffene i jordblandingen. Matavfallskompost har som regel svært lavt innhold av tungmetaller, men kan inneholde betydelige mengder salt (NaCl). Saltinnholdet vil påvirke elektrisk ledningsevne når slik kompost blandes inn i jordblandinger og dermed redusere muligheter for å gjødsle dyrkingsmediet etter plantenes behov.

Kompost av grønnsaksavfall – Pakkerier av grønnsaker får mye avfall av plantemateriale som kan komposteres med grovt hage/parkavfall eller bark som strukturmateriale. Kompost av grønnsaksavfall har oftest lavt innhold av tungmetaller og god balanse av næringsstoffer, omtrent tilsvarende som er i plantematerialet. Utfordringen med denne typen kompost er at materialet som komposteres kan inneholde sykdomssmitte og farlige planteskadegjørere, og krever en prosess som sanerer smitte av planteskadegjørere (jfr. Forskrift om planter og tiltak mot planteskadegjørere, Landbruks- og matdepartementet 2000). Ved god kompostering på tilstrekkelig høy temperatur, som sikrer at alt materiale i komposten blir varmebehandlet, kan slik kompost egne seg godt til bruk i jordblandinger eller grøntanlegg.

Matavfallskompost og kompost av grønnsaksavfall vil øke vannlagringsevnen til jordblandingen men redusere luftkapasiteten. Vanningsregimet må derfor tilpasses med hyppige vanninger med lite vann.

Både matavfallskompost og kompost av grønnsakavfall er næringsrike kompostprodukter, som egner seg godt til jordforbedring på jordbruksarealer. Ved slik bruk bidrar disse produktene til god resirkulering av plantenæringsstoffer og bidrar til å opprettholde moldinnholdet i jorda. Etter at en økende andel av kildesortert matavfall blir behandlet i biogassanlegg i stedet for å bli kompostert, er mengden av matavfallskompost avtagende.

5.10 Biorest av matavfall

Biorest er det materiale som er igjen etter biogassproduksjon, som ofte splittet i flytende og fast fase ved sentrifugering eller ved bruk av mekaniske filtre. Flytende biorest er organisk gjødsel med tilsvarende egenskaper som tyntflytende blautgjødsel. Matavfall inneholder en god del salt (NaCl) som i stor grad følger den flytende fasen av bioresten.

Fast biorest har lignende fysiske egenskaper som avvannet avløpsslam. Den faste bioresten er anrikt på fosfor, som er svært løselig dersom utgangsmaterialet er matavfall. Derfor er egentlig bruksområdet for fast biorest som fosforgjødsel. Den faste bioresten er ofte anrikt av fremmedlegemer som plastbiter, glassbiter o.l. Ved siden av avløpsslam er det denne fraksjonen som trolig har det største innholdet av mikroplast av de vanlige typene organiske avfallsmaterialer (Lindum og HRA, pers. medd.).

Fordi mange anlegg sliter med konsistensen av fast biorest, kladdete og vanskelig blandbar med jord, har en ofte brukt dette materialet i samkompostering med hage/parkavfall og andre har brukt meitemark. Ved kompostering av fast biorest med hage/parkavfall som strukturmateriale, har det vært målt betydelige metankonsentrasjoner. Bioresten har vært gjennom en anaerob nedbrytningsprosess, og det er mye som tyder på at denne forsetter i noen tid også etter at en starter en aerob behandling.

Uansett er dette et næringsrikt materiale som har betydelig virkning som nitrogen og fosforgjødsel. Samkompostert fast biorest av matavfall og grovt hage/parkavfall gir et kompostprodukt med mye høyere nitrogen og fosforinnhold enn tradisjonell matavfallskompost. Når jordproduksjonsanlegg bruker samme oppskrift for jordblandinger med dette materialet som de tidligere benyttet for matavfallskompost, blir det en betydelig overdosering av fosfor i jordblandingen. Det har vært rapportert betydelige problemer med misvekst ved bruk av slik anleggsgjord.

Ved overdosering av fast biorest av matavfall har vi dokumentert sterk misvekst på grunn av sinkmangel (Bilde 7). Årsaken er det høye fosforinnholdet i bioresten som binder sink i en form som ikke er tilgjengelig for plantene, trolig som sinkfosfat, når den er brukt i et dyrkingsmedium med høy pH. Meitemarkkompostert biorest av matavfall (vermikompost) har vist sterk tilvekst i forsøk med raigras (Bilde 7), noe som indikerer at slikt materiale mer må betraktes som et gjødselprodukt med nitrogen- og fosforvirkning enn som et materiale som kan nyttes som erstatning for torv i jordblandinger.



Bilde 7. Vekstforsøk med organiske avfallsmaterialer til raigras. Pottene med fast biorest og misvekst på grunn av sinkmangel er midt i bildet og til venstre for disse er vermikompost av samme opphavsmateriale med voldsom tilvekst. Pottene til høyre for misvekstpottene er tilført hestegjødselkompost

Foto: Trond Knapp Haraldsen

5.11 Hestegjødselkompost

Hestegjødselkompost er hestegjødsel og flis som er kompostert. Hestegjødsel kan også være kompostert sammen med andre materialer som halm, hage/parkavfall og andre typer planterester. Kvaliteten til hestegjødselkompost vil variere med materialet som den er samkompostert med (Keskinen m.fl. 2017).

Når denne komposten er moden, har den vanligvis større innhold av næringsstoffer og organisk materiale enn hage/parkavfallskompost. C/N-forholdet bør være under 30 og helst lavere enn 20 for at virkningen skal være god (Keskinen m.fl. 2017). Hestegjødselkompost egner seg minst like godt i grøntanlegg som hage/parkavfallskompost. Mattilsynet kan kreve at det kan dokumenteres at hestegjødselkomposten er tilstrekkelig varmebehandlet og at det ikke inngår materiale som kan representere smitte av floghavre (jfr. floghavreforskriften og gjødselvereforskriften, Landbruks- og matdepartementet 2003, 2015).

NIBIO har gjennomført forsøk med hestegjødselkompost både i blandet dyrkingsmedium og i anleggsgjord. Så lenge hestegjødselen er godt kompostert, har en oppnådd veldig gode resultater med slik kompost. Hestegjødselkomposten er vanligvis mer næringsrik enn hage/parkavfallskompost, og har et vesentlig større innhold av organisk materiale. Den er derfor vanligvis mye lettere enn hage/parkavfallskompost og bedre egnet til bruk i blandet dyrkingsmedium.

Det er store kvanta av ubehandlet hestegjødsel, som ligger i store hauger rundt staller til ridesentre og annen hestesport (Bilde 8). I gjeldende gjødselvereforskrift er det angitt at en voksen hest tilsvarer to gjødseldyreenheter (GDE), men det synes ikke å være noen sammenheng mellom antall hester i staller

og spredeareal for hestegjødselen. Det er en betydelig utfordring at hestegjødselen ikke kan brukes direkte fra stallen og rett ut på jordet, men må komposteres for å oppnå en gjødseleffekt. Det er målt betydelig dannelse av metan i slike langtidslagrer av hestegjødsel, der kjernen av haugen er anaerob.

Det er også vel kjent at det forekommer avrenning fra slike langtidslagrer av hestegjødsel, både næringsstoffer og tarmbakterier. NIBIO har påvist tarmbakterier fra hest i mange bekker der det er betydelig grad av hestehold i nedslagsfeltet.

Det er begrenset lønnsomhet i kompostering av hestegjødsel fordi ferdig kompost konkurrerer i et marked der andre komposttyper med behandlingsavgift for mottak av avfall dominerer. Siden ubehandlet hestegjødsel betraktes som organisk avfall, møter mange gårdbrukere problemer når de tar imot hestegjødsel som kommer utenfra for kompostering innenfor gårdseiendommen. Flere har blitt anmeldt fordi slik kompostering ikke er i samsvar med reguleringsbestemmelsene for LNF-areal, og hestegjødselhaugene kreves fjernet. Det synes å være mange lover og forskrifter som må oppfylles før behandling av hestegjødsel kan gjøres på en godkjent måte, og det er vanskelig å få veiledning i hvordan en skal gå fram for å lykkes i å få godkjent et anlegg siden få har full oversikt over alt som kreves.

Det bør derfor tas i bruk ulike virkemidler for å få laget kompostprodukter av langtidslagret hestegjødsel, slik at hestegjødselen kan bli en ressurs og ikke et betydelig problem i forhold til utslipp av klimagassen metan, utlekking av næringsstoffer og forurensing av vassdrag med tarmbakterier fra hest. Aller først bør myndighetene ta tak i denne utfordringen, og bidra til at de blir utarbeidet veiledningsmateriale for hvordan en skal gå fram for å få godkjent behandlingsanlegg. En bør også utarbeide krav til håndtering av hestegjødsel, som sikrer at en oppnår reell behandling og nyttbare sluttprodukter. Deretter vil det være naturlig å involvere hesteorganisasjoner som Det norske travselskap og Norges rytterforbund.



Bilde 8. Passivt lagret hestegjødsel, som har vært oppfylt over mange år

Foto: Trond Knapp Haraldsen

5.12 Kugjødsekompost

Kugjødsekompost er et jordforbedringsmiddel, som hovedsakelig selges som posejord i hagesentre. Tradisjonelt har dette vært laget som et langstidkompostert produkt av kugjødse og torv. Husdyrgjødse er imidlertid omfattet av animaliebiproduktforskriften (Landbruks- og matdepartementet 2016), som stiller krav til hygienisering før slikt materiale kan nyttes i dyrkingsmedier og jordforbedringsmidler. Det har ført til at en har måtte endre behandlingsmåten for slik gjødse. Det har vært interesse for bruk av fast biorest fra biogassanlegg som behandler blautgjødse som råstoff til et nytt kugjødsekompostprodukt, men talle vil være et materiale som er lettere å få til å kompostere. Uansett bør det være mulig å finne et næringsfattig organisk avfallmateriale som kan brukes som strukturmateriale i en slik kompostering, slik at produktet kugjødsekompost kan markedsføres som et torvfritt produkt.

5.13 Avløpsslam og slamkompost

Avløpsslam er det materiale som skilles ut ved rensing av avløpsvann før avvanning og hygienisering. Avløpsslam har generelt svært god nitrogenvirkning, og i en jordblanding eller anleggsgjord bør andelen avløpsslam ikke overstige 10 vol.%, og 5 vol.% vil ofte gi tilstrekkelig tilvekst (Haraldsen m.fl. 2014). Avløpsslam inneholder også mye fosfor, men tilgjengeligheten av dette varierer i forhold til hvilke type og mengder av fellingskjemikalier som er benyttet i vannrensingen. Kalkbehandlet avløpsslam har høy pH og vil også fungere som et kalkingsmiddel. Ved bruk av slikt slam må en være påpasselig å ikke bruke for mye slik at pH i dyrkingsmediet blir for høy, noe som kan forårsake mangel på enkelte mikronæringsstoffer. Det foreligger mange undersøkelser av innhold av tungmetaller, organiske miljøgifter, legemiddelrester og fremmedlegemer i avløpsslam.

Mens komposter vanligvis har relativt høyt tørrstoffinnhold og er enkle å blande med andre jordmaterialer, inneholder ulike typer slam og biorester relativt mye vann. Det høye vanninnholdet gjør disse materialene mindre enkle å blande med jord, både i jordproduksjonsanlegg og på bruksstedet. Ved å benytte forblandinger av slammaterialer og sand eller steinmel, kan en oppnå bedre egenskaper i forhold til å oppnå jevne jordblandinger.

Slamkompost er sluttproduktet til aerob nedbrytning av avløpsslam blandet med strukturmateriale (bark eller hage/parkavfall). Egenskapene til slamkompost varierer mye, og har sammenheng med egenskapene til avløpsslammet (fellingskjemikalier og evt. tilsetning av kalk) og hvilket strukturmateriale som er benyttet. Noen typer slamkompost har høyt C/N-forhold og medfører immobilisering av nitrogen og at det blir svært begrenset tilvekst. Andre typer har lavt C/N-forhold og inneholder betydelige mengder løselig fosfor. Siden spennvidden i egenskaper mellom ulike typer slamkompost er så stor, er det viktig å skaffe seg oversikt over egenskapene til den typen en planlegger å bruke eller som er iblandet anleggsgjorda en planlegger å kjøpe.

Slamkompost egner seg godt til innblanding i anleggsgjord, og vil ha positiv virkning dersom en doserer i forhold til innholdet av næringsstoffer i slamproduktene. Det har imidlertid vist seg at ved bruk av maksimal tillatt mengde slam eller slamkompost etter dagens regelverk (30 vol.%) tilføres altfor mye næringsstoffer i forhold til plantenes behov. Haraldsen m.fl. (2014) fant at jordblandinger med 30 vol.% avløpsslam tilsvarte en nitrogentilførsel på 280 kg nitrogen per dekar. Til sammenligning er det anbefalt å gjødsle eng med 17 kg N per dekar. Overgjødslingen resulterte i uønsket sterk vekst. Det har også vært rapportert om betydelige problemer med misvekst i slike jordblandinger i praksis. Alle problemene med misvekst har hatt sin årsak i overdosering av næringsstoffer, og ubalanser i tilgang av makro- og mikronæringsstoffer. Et fellestrekk har vært høye konsentrasjoner av P-AL i anleggsgjorda (>50 mg/100 g). Noen ganger har årsaken til misveksten vært sinkmangel, slik som vist i Bilde 7. I andre tilfeller har det vist seg å være problemer med at dyrkingsmediet er blitt anaerobt og bruk av et kompostprodukt av avløpsslam og bark har gitt manganforgiftning. Det har ikke vært rapportert om problemer så lenge nivået av P-AL i jorda har vært lavere enn 30 mg/100 g.

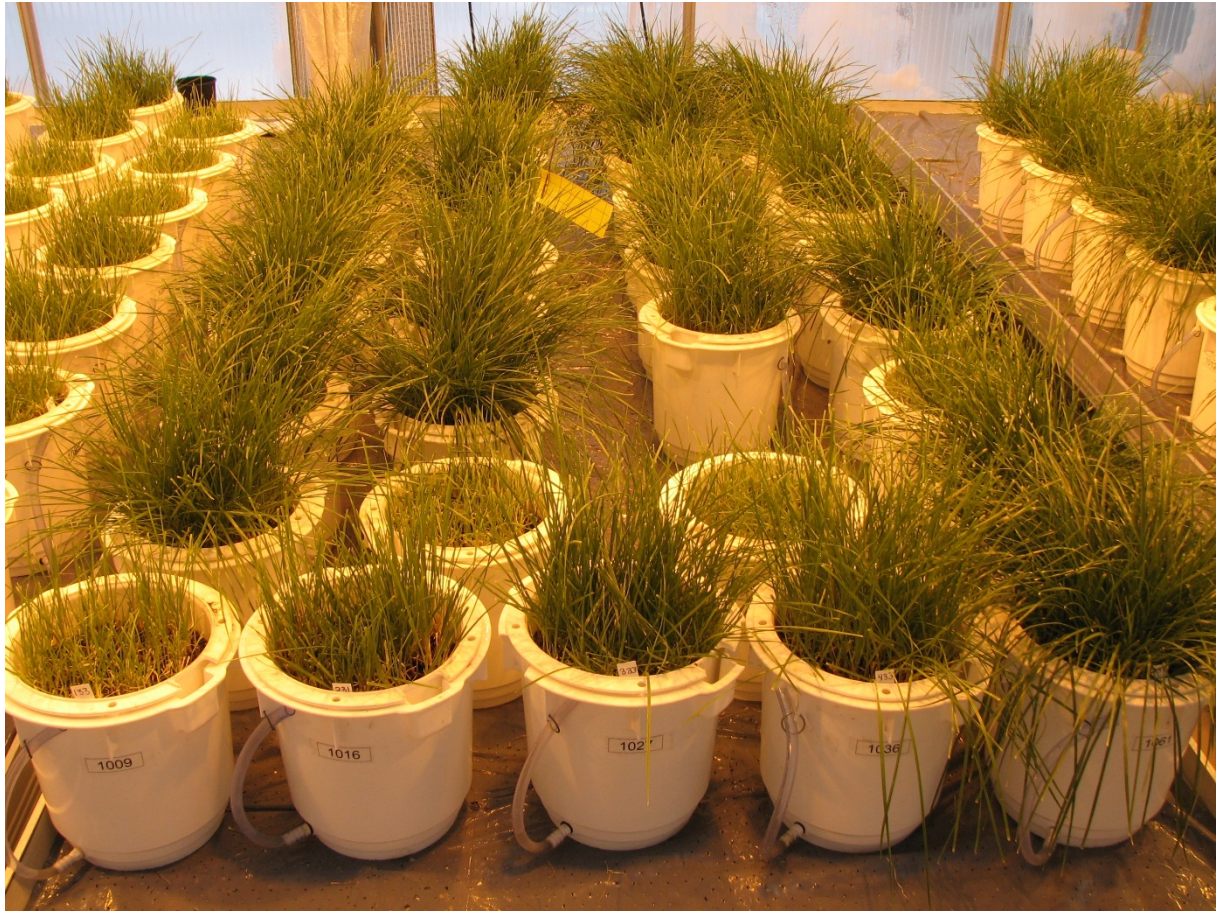
5.14 Meitemarkkompost/vermikompost

Meitemarkkompost/vermikompost er et organisk avfallsmateriale der meitemark er benyttet for å øke nedbrytningsgraden og lage et materiale med grynet struktur. Kompostering med meitemark brukes i Norge som etterbehandling av organiske avfallsmaterialer siden meitemarkbehandling alene ikke gir tilfredsstillende hygienisering. De fleste typer meitemarkkompost er svært næringsrike og bør doseres i forhold til innholdet av næringsstoffer i mengder tilpasset plantenes behov.

Meitemarkkompost er å regne som et spesialprodukt, som ikke kan produseres i veldig store kvanta. Meitemark kan brukes i kompostering av en rekke ulike organiske avfallsmaterialer, og gi kompostprodukter med høyere nytteverdi enn ved tradisjonell kompostering. Fordi mengdene som kan produseres er forholdvis begrenset, er det først og fremst i spesialprodukter av blandet dyrkingsmedium at denne typen kompost har sin berettigelse og må da doseres i forhold til evnen til å frigjøre næringsstoffer. Meitemarkkompostering kan være nyttig for behandling av oljeholdig avfall, som borekaks (Sørheim m.fl. 2007).

5.15 Vannverkslam

Vannverkslam er det finpartikulærte organiske materiale som er skilt ut ved rensing av drikkevann før avvanning. Den fysiske konsistensen til vannverkslam ligner sterkt omdannet torv (H 9-10 etter von Posts skala). Vannverkslam er sammenlignbart med torv når det gjelder innhold av plantenæringsstoffer, men det inneholder fellingskjemikalier (aluminiumsalter) og andre tilsetningsstoffer som benyttes under rensingen av drikkevann. Vannverkslam vil binde noe fosfor fra andre kilder, men noen typer vannverkslam er tilsatt finmalt kalkingsmiddel som bidrar til å oppheve den sterke bindingen av fosfat til aluminium. Vannverkslam egner seg derfor til bruk i anleggsgjord til grøntanlegg der en doserer vannverkslammet til ønsket nivå av organisk materiale og tilsetter i tillegg et mer næringsrikt organisk avfallsmateriale (Bilde 9). Det utfordrende er da å behandle vannverkslammet slik at det blir blandbart med andre jordmaterialer.



Bilde 9. Forsøk med vannverksslam og avløpsslam i ulike blandingsforhold

Foto: Trond Knapp Haraldsen

5.16 Biokull

Biokull er materiale som ligner trekull, og som er produsert ved anaerob forbrenning av biomasse (pyrolyse). Under pyrolyse gjennomgår karbonet i biomassen endringer på molekylært nivå, som fører til at biokull blir svært motstandsdyktig mot biologisk nedbrytning.

Biokull kan lages av forskjellige organiske utgangsmaterialer, f.eks. hage/parkavfall, trevirke, halm, slam. Kvaliteten til biokull vil derfor variere med utgangsmaterialet og med prosessparametere (temperatur, trykk, pyrolysetid). Det er kun biokull av næringsfattige utgangsmaterialer som er aktuelt å bruke som torverstatningsprodukter i jordblandinger, f.eks. trevirke, for å unngå for høy elektrisk konduktivitet i sluttproduktet. Gjennom pyrolyseprosessen er biokull fri for patogener og ugrasfrø, og strukturstabil. Høy pH i biokull (pH 9) krever blanding med torv for å danne egnete jordblandinger.

Biokull er et forholdsvis nytt produkt og det har blitt gjort lite forskning på bruken av biokull som erstatning for torv i jordblandinger. I et vekstforsøk med basilikum ble bruken av to typer biokull basert på hage/parkavfall eller gras testet i jordblandinger med torv, kokosstøv, barkkompost og/eller hage/parkavfallskompost (Lohr m.fl. 2014). Allerede ved innblanding av 30 vol.% biokull var avlingen til basilikum betraktelig redusert. Avlingsreduksjonen ble forklart ved sterk immobilisering av nitrogen, men fytotokiske effekter kunne heller ikke bli utelukket. I et annet forsøk med solsikke og biokull basert på treflis resulterte blandinger med torv og opp til 75 vol.% biokull i noe mindre planter enn torv kontrollen (Steiner & Harttung 2014).

6 Torverstatning: Muligheter og utfordringer

Det finnes per i dag ingen produkter som kan erstatte torv i alle bruksområder. En må derfor se på de ulike bruksområdene, og vurdere hvordan aktuelle erstatningsmaterialer kan nyttes for å redusere bruken av torv. En livsyklusanalyse har vist at alle de testete substratene hadde negative effekter på enten klima, ressursutnyttelse, helse og/eller økosystemer (EPAGMA 2012).

6.1 Dyrkingsmedier til gartnerier

Det har vært gjort mange studier på mulige alternative materialer til torv til gartnerproduksjon. Likevel har en så langt ikke funnet noe materiale med tilsvarende fysiske og kjemiske egenskaper som lite omdannet torv av torvmoser (H1-4) (f.eks. Schmilewski 2008; Michel 2010). Gartnerier krever at dyrkingsmedier har stabil kvalitet som fører til jevn vekst. For gartnerier vil det være utfordrende å jobbe med fullstendig torvfrie jordblandinger av ulike årsaker:

- Dyrkingsmedier må ha evne til å holde på vann og i tillegg kunne drenere bort vannoverskudd. Mange strukturmaterialer som f.eks. trefiber eller –flis og barkkompost har høy luftkapasitet og lite vannlagringsevne (Carlile m.fl. 2015). Andre torverstatningsprodukter har lite luftfylt porevolum og lite drenerbart porevolum sammenlignet med lite omdannet torv (H1-4). Dette gjelder f.eks. finpartikulær kompost. Begge tilfellene krever et tilpasset vanningsregimet med hyppige små vanddoser for å unngå tørkestress eller vannmetning. I gartnerier vil endrete vanningsregimer bety større arbeidsmengde og dermed økte kostnader. Dessuten kreves det at dyrkingsmedier er porøst for å sikre nok luft til rotmassen, noe som kan være en utfordring med kompost.
- Alle organiske torverstatningsprodukter vil kunne være utsatt for mikrobiell nedbrytning som kan føre til volumreduksjon eller –økning (Michel 2010) med uheldige effekter på strukturabilitet (Carlile m.fl. 2015), f.eks. endring i fordeling av porestørrelsen, total porøsitet og partikkelstørrelse. Disse endringene kan føre til både vann- og/eller luftmangel og næringsstoffmangel (Kerloch & Michel 2015).
- Organiske torverstatningsprodukter med høyt C/N-forhold som er utsatt for mikrobiell nedbrytning kan også føre til betydelig immobilisering av nitrogen, og dermed til nitrogenmangel for kulturplanten. Dette gjelder f.eks. trefiber og barkkompost.
- De fleste torverstatningsproduktene har betydelig høyere pH enn torv. Tilgjengeligheten av mange plantenæringsstoffer avtar med økende pH. Allerede i dyrkingsmedier med pH > 6,5 kan opptak av mikronæringsstoffer som jern og bor være begrenset. Torverstatningsprodukter med svært høy pH som f.eks. hage/parkavfallskompost (pH 7-9, Carlile m.fl. 2015) vil derfor utelukkende kunne brukes i blandinger med sure produkter som torv eller barkkompost for å oppnå egnet pH i jordblandingen.
- Høye saltkonsentrasjoner (elektrisk ledningsevne) kan være en utfordring i næringsrike materialer som matavfallskompost eller -biorest og restprodukter fra kokosproduksjonen. Høye saltkonsentrasjoner kan føre til sviskader på plantene og utfordringer med å tilpasse gjødslingen etter kulturplantenes behov.
- Ubalanserte næringsstoffinnhold kan føre til avrenning og dermed skape nye, utilsiktede miljøutfordringer når torv erstattes med næringsrike torverstatningsprodukter. Typisk inneholder organiske næringsrike produkter for mye fosfor sammenlignet med nitrogen og plantenes behov.
- Umoden kompost kan by på utfordringer med videre nedbrytning under anaerobe forhold, sur lukt og dannelse av toksiske forbindelser, og forurensning med ugrasfrø.

- Noen torverstatningsprodukter inneholder forurensninger som høye konsentrasjoner av tungmetaller, f.eks. noe avløpsslam, eller metall, plast og glassbiter.
- Siden konsumenten ikke vil velge planter i dyrkingsmedier med sterk lukt, er det dessuten svært viktig for gartnernæringen at dyrkingsmedier ikke er preget av lukten til organiske avfallsprodukter brukt i produksjonen.

Vekstforsøk bekrefter utfordringer med bruken av torvfrie dyrkingsmedier i gartnernæringen.

I vårt eget forsøk med innblanding av stigende mengder vermikompostert grønnsakavfall og hestegjødsel, ble det signifikant dårligere tilvekst selv ved innblanding av minste mengde (10 vol.%) både til vårløk og til salat (Bilde 10) og dårligere tilvekst ved økende mengde kompost. Kontrolljorda som var et spesialprodukt for oppal av pluggplanter, var klart bedre enn alle forsøksblandingene med varierende innhold av kompost.



Bilde 10. Forsøk med stigende innblanding av vermikompost av grønnsakavfall og hestegjødsel i dyrkingsmedium for oppal av pluggplanter av vårløk

Foto: Trond Knapp Haraldsen

I en masteroppgave ved NMBU ble 8 ulike torvfrie jordblandinger vurdert opp mot torv som kontroll (Nesse 2017). Ingen av de torvfrie blandingene fungerte like bra som torv i vekstforsøk med tomat og salat, og årsaken var sannsynligvis høyt planteopptak av natrium og aluminium, manglende biologisk stabilitet og/eller høy ammoniumkonsentrasjon. Jordblandingene var ulike blandinger av to komposter basert på storfe gjødsel, to biorester basert på matavfall, papirslam og kokosfiber. De fire førstnevnte ble brukt som næringskilde, mens de to sistnevnte ble brukt som strukturmateriale. Siden dyrkingsmediene holdt seg stabile gjennom forsøksperioden og luftvekslingen var gjennomgående god, ble fysiske begrensinger utelukket som årsak for begrenset vekst i torvfrie jordblandinger.

Torvreduserte jordblandinger har i gartnerier vist større potensiale enn torvfrie produkter. Bruken av torvreduserte dyrkingsmedier er en mulighet for å redusere bruken av torv i gartnerier, og samtidig unngå høye økonomiske tap pga. feilslått produksjon. I et forsøk med tomat viste Herrera m.fl. (2008) at en jordblanding med opptil 30 vol.% matavfallskompost og lite omdannet torv (65 vol.%) resulterte i sammenlignbare planter som en jordblanding med lite og sterkt omdannet torv. Forfatterne konkluderte med at matavfallskomposten tilførte plantene næringsstoffer i balanserte forhold mens torven sikret porøsitet og lufttilgang.

I egne forsøk har blandete dyrkingsmedier med compost (30 vol. %) fungert godt til oppal av jordbærplanter og sommerblomster (Bilde 11), men slike produksjoner krever at kompostmaterialet er fullstendig fritt for spirende ugrasfrø. Erfaringsmessig må en benytte flere typer kompost i slike blandinger for å oppnå bra balanse av næringsstoffer, og det vil oftest være nødvendig med mineralisk gjødsel i tillegg.



Bilde 11. Petunia i forsøk med blandet dyrkingsmedier med innblanding av ulike komposttyper (

Foto: Trond Knapp Haraldsen

Gartnernæringen har betydelig diversitet i produksjoner fra korte kulturer av bladgrønnsaker som salat og spinat til planteskole drift med oppal av busker og trær som tar flere år. Nytteverdien av organiske avfallsmaterialer med høyt næringsinnhold vil være størst i produksjoner med lang veksttid.

Dessuten er det i gartnernæringen vanlig å bruke torvfrie dyrkingssystemer med steinull og perlite, men i produksjonen av disse materialene utvikles mye CO₂ og brukte dyrkingsmedier bidrar til å fylle opp deponier. Behandlet trefiber materiale (Bilde 4) har vært foreslått som et alternativ til bruk av mineralske dyrkingsmedier som steinull og perlite i veksthusproduksjon. Det kreves omfattende testing og forsøksvirksomhet for å klarlegge om og hvordan et slikt materiale bør brukes i denne sammenheng.

6.2 Dyrkingsmedier til hobbyhagebrukere

Hobbyhagebrukere er i mindre grad avhengige av dyrkingsmediets kvalitet enn gartnernæringen, og det brukes til dels større pottter og krukker. Det reduserer kravene til dyrkingsmediets jordfysiske egenskaper og gjør det mulig å erstatte torv i større grad enn i gartnernæringen.

På grunn av reduserte krav til dyrkingsmediets jordfysiske egenskaper, brukes det en del middels omdannet torv i dyrkingsmedier til hobbyhagebrukere. Middels omdannet torv har fysiske egenskaper som ligger ganske nær mange komposttyper, og ved å erstatte andelen av middels omdannet torv med kompost blir ikke de fysiske egenskapene til dyrkingsmediet forringet i vesentlig grad. Kompostmaterialer inneholder i motsetning til torv som oftest mer næringsstoffer og har høyere pH. Det medfører mindre kalkingsbehov og mindre behov for tilsetning av mineralsk NPK-gjødsel. Forutsetningen for å oppnå nyttig effekt av kompostproduktene er gjerne at en bruker lite omdannet torv som hovedingrediens.

Det er på markedet i dag flere produkter med om lag 30 vol.% kompost som fungerer godt. Som vist av Nesse (2017), er det likevel ikke lett å oppnå gode fysiske-, kjemiske- og biologiske egenskaper til dyrkingsmediene uten å bruke torv som basismateriale ved å sette sammen organiske avfallsmaterialer i dyrkingsmedier. Det samsvarer med tilbakemeldinger fra kunder som har benyttet seg av torvfrie dyrkingsmedier fra hagesentre, som har rapportert at det er vanskelig å oppnå så god vekst som de ønsker.

Hvis en skal redusere bruken av torv i hobbyhagebruk, kan det være nyttig å se på om det er enkelte markedsførte produkter som bør reformuleres eller gis anbefaling om bruk av andre produkter som bedre alternativ. Et jordprodukt som knapt kan sies å ha nytteverdi, er det torvbaserte produktet Hagejord, som består av svært finfordelt torv som er kalket og tilsatt mineralgjødsel. Dette er et produkt med angitt bruksområde til jordforbedring, og der kompostbaserte produkter vil være langt mer egnet. Dersom en fikk i gang storstilt behandling av hestegjødsel, ville hestegjødselkompost kunne dekke dette bruksområdet på en bedre måte og med en langt bedre miljøprofil. Som foreslått i kap. 5.12 bør en legge opp til at produktet kugjødselkompost produseres med et næringsfattig strukturmateriale av organisk avfall, slik at produktet kan markedsføres som torvfritt med omtrent tilsvarende bruksegenskaper som i dag.

6.3 Dyrkingsmedier til torvtak

Torvtak er blitt svært populært på hytter i fjellområdene. De fleste kommuner med fjellhytter har angitt spesifikke krav til hvilke materialer som er tillatt på hyttetak. Torvtak står da alltid på listen, og noen kommuner har gått så langt som å angi torvtak som det eneste tillatte. Hva slags vegetasjon som etableres på taket synes det ikke å være stilt krav om.

Ingen av produksjonsmetodene for dyrkingsmedier til torvtak er uproblematisk. Ved produksjon av torvtak som ligner på historiske mineraljordbaserte tak, tas ut mineraljord fra dyrka eller dyrkbar jord, som krever omdisponering av areal etter jordloven. Dyrkingsmedier til torvtak basert på

torvmosemateriale har de samme utfordringene i forhold til torvuttak som andre varianter av blandet dyrkingsmedium. En viktig forskjell er at et torvbasert dyrkingsmedium på tak blir værende på taket til det enten er blitt så næringsfattig at det knapt er grasvekst igjen eller blitt så tynt at det skiftes ut.

Det er en del ulike varianter av torvtak med resirkulerte produkter på markedet. Et vanlig problem med disse er at de inneholder store mengder næringsstoffer, som stammer fra kompostprodukter blandet inn i dyrkingsmediet. Slike tak kan få stor tilvekst av gras i det første året, som i mange tilfeller ikke klarer å overvintre den første vinteren. Etter at graset har gått ut etableres geitrams og andre nitrogenkrevende arter på taket (Bilde 12). Mengden av mineralsk nitrogen i slike blandinger kan være veldig høyt. De høyeste verdiene vi har sett deklarerert er 610 mg ammonium-N /l og 85 mg nitrat-N /l, totalt 695 mg mineralsk N/l. I et 15 cm tykt lag utgjør det 104 kg mineralsk N/daa. For å oppnå jevn og god etablering på et torvtak trengs normalt 10-15 kg N/daa, og risikoen for utvasking av store mengder nitrat-N som ikke tas opp av plantene er overhengende.



Bilde 12. Geitrams som dominerende art på torvtak basert på næringsrik kompost

Foto: Trond Knapp Haraldsen

Vi har også sett eksempler på dyrkingsmedier til torvtak med enorme mengder løselig fosfor, som skyldes overdosering av næringsrik kompost. Det mest ekstreme eksempelet hadde 190 mg/l CAT løselig fosfor, og det var faktisk større enn mengden nitrat-N på 150 mg/l. I et 15 cm tykt lag tilsvarer det 22,5 kg nitrat-N pr. dekar og hele 28,5 kg løselig fosfor per dekar. Det ble også målt P-AL i dette dyrkingsmediet, som viste en verdi på 190 mg/100 g, tilsvarende 76 mg/100 cm³. Doseringen av fosfor i dette dyrkingsmediet var mer enn fem ganger høyere enn det som trengs for å forsyne plantene med fosfor.

Det er krevende overvintringsforhold for gras i fjellregionen der torvtak er mest benyttet som takmateriale, og det stilles store krav til dyrkingsmediet for å oppnå god og stabil vegetasjon på taket som passer i forhold til omgivelsene.

Vår vurdering er at en bør nøye vurdere i hvilken grad torvtak er bærekraftig som takmateriale. I slike vurderinger må en se på torvtak i forhold til andre takmaterialer i forhold til klimagassutslipp, jordvernproblematikk og uttak av torv, og effektiv utnyttelse av organiske avfallsmaterialer.

Vi ser for oss to aktuelle utviklingslinjer for dyrkingsmedier til torvtak:

- En løsning er å lage anleggsjordblandinger basert på gravemasser fra tomtegraving i hytteområder. Poenget er da å skille ut stein og blokk fra morenematerialet, og blande inn passende mengde organisk avfallsmateriale i forhold til behovet for næringstilførsel til gras. Dette vil gi torvtak som ligger nær egenskapene til historiske torvtak og tradisjonell byggeskikk. På denne måten anvendes en jordressurs som ellers tar plass i deponier, og en får utnyttet organisk avfallsmateriale på en god måte. Ved å satse på denne produksjonsmåten, vil behovet for å bruke dyrka eller dyrkbar jord til produksjon av dyrkingsmedier til torvtak falle bort.
- Den andre retningen er å lage blandet dyrkingsmedium til torvtak med optimalisert bruk av organiske avfallsmaterialer der en kombinerer næringsfattige og mer næringsrike materialer, evt. med noe torv for å oppnå tilfredsstillende fysiske egenskaper.

Begge disse retningene for forbedrede dyrkingsmedier av torvtak vil øke bærekraften i forhold til de dyrkingsmediene som er på markedet i dag. Det vil kreve forskningsinnsats og testing i praktisk skala over flere år for å vurdere om egenskapene til de utviklede produktene står seg over tid.

6.4 Anleggsjord

Det er stor variasjon i materialer som inngår i anleggsjord, og ulike bedrifter benytter seg av ulike produksjonsprinsipper. Noen produsenter har gravemasser som hovedmateriale, og disse kan være både mineralske og organiske (torv). Andre benytter sand og torv, som er homogene produkter og gjør det mulig å levere jord med like egenskaper år etter år. Det finnes også produsenter som utelukkende bruker biprodukter og avfallsmaterialer i jordblandinger, steinmel fra pukkproduksjon og ulike kompostvarianter. Den store diversiteten i produksjonsmåter og materialer som inngår i anleggsjord gjør at det blir store forskjeller mellom produktene både når det gjelder fysiske og kjemiske egenskaper.

Torvmaterialet som brukes i anleggsjord, stammer hovedsakelig fra utbyggingsprosjekter, og som altså ikke utvinnes fra myr til formålet men som uansett er tilgjengelig. Torv er et problematisk materiale i forhold til deponering, siden det både har et høyt innhold av organisk materiale, avgir surt sigevann med finfordelt organisk materiale, og gjør deponier ustabile. Det er viktig å kunne utnytte torv som uansett tas opp i forbindelse med samferdselsprosjekter og næringsutbygging.

Oppfatningen av hva som er en god anleggsjord varierer, men gjennom forskning og praktisk utprøving har en kommet fram til kravspesifikasjoner som nyttes av Statens vegvesen (2015). Grøntanlegg som er etablert i jordblandinger basert på kravene til Statens vegvesen (2015), har etablert seg godt (Bilde 13).



Bilde 13. Grøntanlegget i Dronning Eufemias gate i Oslo er etablert i anleggsjord i henhold til Statens vegvesen (2015)

Foto: Trond Knapp Haraldsen

Det er en utfordring at hovedtyngden av anleggsjord på markedet i mange tilfeller har egenskaper som er langt unna kravspesifikasjonene til Statens vegvesen (2015). Vi har mottatt en rekke henvendelser om grønntanlegg som ikke har slått til, og årsakene til misvekst og problemer har som regel nær sammenheng med kvaliteten av anleggsjorda som er benyttet. Haraldsen & Krogstad (2017a) viste eksempler på jordegenskaper til anleggsjord, som viste et enormt spenn i kjemiske egenskaper fra svært næringsfattig (med stort gjødslingsbehov) til jord som var så overdosert av næringsrikt organisk avfall at det ikke var noen vekster som spirte. Bruk av uvasket skjellsand som jordmateriale ble også funnet å ha spire- og veksthemmende virkning (Bilde 14).



Bilde 14. Ingen spiring i jord med innblanding av uwasket skjellsand på flyplass

Foto: Trond Knapp Haraldsen

Ulike organiske avfallsmaterialer har høyere densitet og næringsinnhold enn torv. Ved valg av egnet organisk avfallsmateriale, må en kjenne til egenskapene til de forskjellige materialene for å velge riktig mengde og type til formålet. En god anleggsjord skal ha fysiske egenskaper tilpasset vekstene som skal etableres, passende pH og innhold av næringsstoffer, og god biologisk funksjon som sikrer at organisk materiale nedbrytes aerobt. Selv når torverstatningsprodukter doseres etter forskrift med 30 vol.% i anleggsjord kan tilvekst variere fra misvekst til overvekst avhengig av hva slags organisk avfallsprodukt som er benyttet. I anleggsjord vil sterkt overskudd av næringsstoffer dessuten være en fare for utvasking til vassdrag.

Det har vist seg mye vanskeligere å oppnå god vekst i grøntanlegg når det er overdosert med organiske avfallsmaterialer i grøntanlegg enn når dyrkingsmediene er mer næringsfattige. Det kan være vanskelig å fastslå om en har forgiftning eller mangel av næringsstoffer, eller kombinasjoner. Når en observerer unormal vekstform og klorotiske planter (Bilde 15), kreves kombinasjon av visuelle symptomer, jord- og planteanalyser for å avdekke årsakene (Krogstad & Haraldsen 2017). Høye konsentrasjoner av kobber og sink i dyrkingsmediet kan medføre at røttene ikke utvikler seg normalt, og dermed blir også opptaket av andre næringsstoffer påvirket som en konsekvens. Nivået av kobber og sink i jorda der Bilde 15 er tatt var innenfor tilstandsklasse 2 (Hansen & Danielsberg 2009), men kombinert med en kraftig overdosering av fosfor og kalium, oppsto en rekke ubalanser i næringsstofftilførselen til plantene (Krogstad & Haraldsen 2017).



Bilde 15. Unormal vekstform og klorotiske planter som følge av kombinasjon av forgiftning og mangler av næringsstoffer forårsaket av overdosering av kompostmateriale med høy konsentrasjon av tungmetaller

Foto: Trond Knapp Haraldsen

Flere leverandører av kompostbaserte dyrkingsmedier hevder at kompostjord er synonymt med en god jordkvalitet. Tilbakemeldinger fra brukere av slike dyrkingsmedier indikerer at denne påståtte sammenhengen ikke er åpenbar. Det har ofte vist seg vanskelig å oppnå forventet god vekst i slike dyrkingsmedier. Et fellestrekk for disse jordblandningene er svært høyt innhold av fosfor (P-AL), mens det kan være lite av andre næringsstoffer som magnesium og svovel. Svovelmangel har vært hyppig observert i grøntanlegg der det har vært brukt organiske avfallsmaterialer. Symptomene som oppstår vises som klorose på de yngste bladene, mens eldre blad kan ha normal grønn farge (Bilde 16). Utfordringen er da at innholdet av andre næringsstoffer som P, K, Mg og Ca er høyt, slik at gjødseltilførsel av disse stoffene ikke er nødvendig, mens de næringsstoffene som plantene responderer på er svovel og nitrogen (Haraldsen & Krogstad 2017b). Profesjonelle anleggsgartnere vil kunne skaffe seg riktig type gjødsel med basert på ammoniumsulfat eller andre kombinasjoner av nitrogen og svovel, mens privatkunder vil være henvist til å måtte bruke mineralske NPK-produkter med høyt svovelinnhold.



Bilde 16. Svovelmangel i buskfelt med tydelig klorose på yngste blad og normal grønn farge på eldre blad

Foto: Trond Knapp Haraldsen

Bare ved å dosere organiske avfallsmaterialer for å oppnå passende innhold av plantenæringsstoffer i anleggsjord, fremmes en god resirkulering av næringsstoffer. I kravspesifikasjonene til Statens vegvesen (2015) er det lagt vekt på å dosere organiske avfallsmaterialer slik at plantenes behov for næringsstoffer i stor grad dekkes ved frigjøring fra slike materialer over tid. Torv kan benyttes dersom en ved bruk av organiske avfallsmaterialer ikke oppnår tilstrekkelig høyt moldinnhold når en har dekt plantenes behov for næringsstoffer.

Tilgjengeligheten av næringsstoffene er i stor grad påvirket av pH i dyrkingsmediene, og for høy pH kan føre til at viktige mikronæringsstoffer ikke blir tilgjengelige. Siden mange kompostprodukter har høy pH, vil en trenge sure organiske materialer i tillegg for å oppnå ønsket pH. Til dette formålet er torv som tas opp i forbindelse med samferdselsprosjekter utmerket, og materialer som kan erstatte torv til dette må både ha lav pH og lavt innhold av næringsstoffer.

Det medfører store kostnader for samfunnet når en ikke oppnår forventet tilslag i grøntanlegg, og det går ikke bare på kostnader til utskifting av jord og plantemateriale ved misvekst. I veianlegg kan erosjon i veiskråninger føre til at sedimenter fyller stikkrenner og veigrøfter, og føre til at vannet graver vei gjennom selve veilegemet, slik at veier må stenges etter intens nedbør. I andre tilfeller har vinderosjon på flyplasser også medført store driftsmessige problemer når en ikke lyktes i å få etablert grasvegetasjon langs rullebaner og taksebaner. Når sand og jord virvles opp i lufta som støv, vil slikt materiale kunne legge seg ut over rullebaner og taksebaner. Stenging av flyplassen for rydding av jord har da blitt nødvendig, noe som har forårsaket forsinkelser og kanselleringer av flyavganger.

Det er mange tilbydere av anleggsjord, og bare et fåtall av disse har registrerte produkter hos Mattilsynet. En registrering av alle virksomheter som omsetter jordblandinger og jordforbedringsmaterialer, vil gjøre det mulig å identifisere alle aktører og gjøre det mulig å foreta kontrolltiltak. Når en har bedre oversikt over produsentene, vil en i neste omgang kunne innhente

opplysninger om årlig produksjon av jordblandinger, og hvilke materialer som inngår i disse. Det er først da en har et grunnlag for å estimere mengden torv som inngår i ulike typer jordblandinger, og hvor store mengder av ulike typer organiske avfallsmaterialer som nyttes.

Når det gjelder kvaliteten av anleggsjord, mener vi det er påkrevd med en begrensning av tungmetallinnholdet i alle typer dyrkingsmedier slik at det ikke omsettes dyrkingsmedier som i neste runde vil kunne klassifiseres som forurenset jord (jfr. Bilde 15). Det er videre behov for å regulere innholdet av fosfor (P-AL), slik det allerede er angitt i kravspesifikasjonene til Statens vegvesen (2015). Siden en har funnet at dagens regel om maks. 30 vol. % organisk avfall i jordblandinger kan føre til ekstrem overdosering av nitrogen dersom en nytter avløpsslam eller biorest, må en også innføre en maksimal tillatt mengde av mineralisk N i anleggsjord.

Hovedhensikten med anleggsjord er å legge til rette for utvikling av ulike typer vegetasjonssamfunn. Sammensetningen og oppbygningen av anleggsjorda er selve nøkkelen til å oppnå stor diversitet. Det kreves helt andre jordegenskaper om en skal etablere vegetasjonssamfunnet tørrbakkeeng i forhold til å etablere vegetasjonssystemer som bidrar til fordrøyning av overskuddsvann ved intens nedbør. På dette området er det behov for en omfattende forskningsinnsats.

7 Avsluttende vurdering

Den store samfunnsdebatten om torv i jordblandinger kom i etterkant av publiseringen av rapporten «Fossil jord – Kartlegging av torvinnholdet i jordprodukter på det norske markedet» (Lindahl 2015). Hovedbudskapet i denne rapporten er at de fleste jordprodukter som selges gjennom hagesentre og byggevarekjeder består hovedsakelig av torv, og bruken av torv i jordprodukter fører til betydelige klimagassutslipp. Rapporten tar ikke opp spørsmål knyttet til kvaliteten til torvreduserte og torvfrie jordblandinger, og nye utilsiktede miljøeffekter knyttet til bruken av torverstatningsprodukter i jordblandinger er overhodet ikke nevnt (Lindahl 2015).

Det finnes både torvfrie eller torvreduserte jordblandinger på markedet, men eksemplene som er omtalt i denne rapporten viser at kvaliteten til disse varierer mye. Med optimalisert bruk av organiske avfallsmaterialer har det kommet på markedet flere produkter med bedre egenskaper enn jordblandinger der torv utgjør det eneste organiske materialet. Omfanget av jordblandinger med for høy andel av næringsrikt organisk avfallsmateriale er likevel stort. Det er mange eksempler på at slike dyrkingsmedier bidrar til dårlig tilslag av de vekstene som ønskes etablert. I tillegg bidrar slike dyrkingsmedier til dårlig ressursutnyttelser siden bare en liten del av næringsstoffene tas opp av plantene, mens størstedelen av næringsstoffene er utsatt for utvaskingsrisiko.

Det er heller ikke åpenbart at torvfrie alternativer nødvendigvis er bedre ut fra et helhetlig miljøperspektiv. Mineralske dyrkingsmedier som steinull og perlite er basert på uttak av spesielle bergarter, har en energikrevende produksjon, betydelig transport og genererer ikke minst betydelige mengder avfall, som må deponeres.

Når en utvikler nye jordblandinger, må en vurdere fysiske-, kjemiske- og biologiske egenskaper i en sammenheng med planlagt bruksområde. Det er behov for en rekke forskjellige jordblandinger, både av blandet dyrkingsmedium (organisk basert) og anleggsgjord (mineraljordbasert). Rapporten viser at det i dag ikke finnes produkter som kan erstatte torv i alle bruksområder (gartnernæringen, hobbyhagebruk, torvtak og anleggsgjord). Det må derfor forskes på de ulike bruksområdene for å utvikle produkter som har minst like gode egenskaper som ved bruk av torv. Det påhviler bedrifter som foredler organisk avfall, et stort ansvar i å bidra til at organiske avfallsmaterialer blir utnyttet på en måte som medfører reell resirkulering av næringsstoffer. Trolig vil bruk av torv være en viktig faktor også i fremtiden for å oppnå dette.

Litteraturreferanser

- Amberger-Ochsenbauer S (2008a) Substratkomponenten – Kokosmaterialien. Informationsdienst Weihenstephan. 2 s.
- Amberger-Ochsenbauer S (2008b) Substratkomponenten – Kokosmaterialien. Informationsdienst Weihenstephan. 4 s.
- Anneser K (2008) Substratkomponenten – Rindenumus. Informationsdienst Weihenstephan. 4 s.
- Carlile WR, Cattivello C, Zaccheo P (2015) Organic growing media: Constituents and properties. *Vadose Zone Journal* doi: 10.2136/vzj2014.09.0125
- EPAGMA/European Peat and Growing Media Association (2012) Comparative life cycle assessment of horticultural growing media based on peat and other growing media constituents – Final Report. 156 s. Quantis, Lausanne, Switzerland.
- Garcia-Gomez A, Bernal MP, Roig A (2002) Growth of ornamental plants in two composts prepared from agroindustrial wastes. *Bioresource Technology* 83: 81-87
- Hansen & Danielsberg (2009) Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn. SFT TA 2553/2009. 27. s.
- Haraldsen TK, Brod E, Krogstad T (2014) Optimising the organic components of topsoil mixtures for urban grasslands. *Urban Forestry & Urban Greening* 13: 821-830
- Haraldsen TK (2016) Dyrkingsmediet avgjør artssammensetning og vekst på torvtak. *Park & Anlegg* 15(10): 12-15
- Haraldsen TK & Krogstad T (2017a) Jordanalyser – et viktig hjelpemiddel for å sikre god plantevekst. *Park & anlegg* 16(5): 46-49
- Haraldsen TK & Krogstad T (2017b) Svovel – det glemte makronæringsstoff. *Park & anlegg* 16(6): 44-47
- Haraldsen TK & Krogstad T (2017c) Organiske avfallsmaterialer i grøntanlegg og anleggsgjord. *Park & Anlegg* 16 (9): 54-58
- Herrera F, Castillo JE, Chica AF, López Bellido L (2007) Use of municipal solid waste compost (MSWC) as a growing medium in the nursery production of tomato plants. *Bioresource Technology* 99: 287-296
- Knafla H (2014) Torfalternativet Kokos – Fasern, Mark und Chips. *Dega* 2, 3 s.
- Kerloch & Michel (2015) Pore tortuosity and wettability as main characteristics of the evolution of hydraulic properties of organic growing media during cultivation. *Vadose Zone Journal* 14 doi:10.2136/vzj2014.11.0162
- Keskinen R, Saastamoinen M, Nikama J, Särkijärvi S, Myllymäki M, Salo T, Uusi-Kämppe J (2017) Recycling nutrients from horse manure: effects of bedding type and its compostability. *Agricultural and Food Science* 26: 68-79
- Krogstad T & Haraldsen TK (2017) Mangelsykdommer – hvordan kan de se ut? *Park & anlegg* 16(7): 42-46
- Landbruks- og matdepartementet (2000) Forskrift om planter og tiltak mot planteskadegjørere. FOR-2000-12-01-1333
- Landbruks- og Matdepartementet (2003) Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav. FOR 2003-07-04 nr. 951
- Landbruks- og matdepartementet (2015) Forskrift om floghavre. FOR-2015-06-22-752.
<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2015-06-22-752>

- Landbruks- og matdepartementet (2016) Forskrift om animalske biprodukter som ikke er beregnet på konsum (animaliebiproduktforskriften). FOR-2016-09-14-1064.
<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2016-09-14-1064>
- Lindahl H (2015) Fossil jord – Kartlegging av torvinnholdet i jordprodukter på det norske markedet. Avfall Norge/Framtiden i våre hender. <https://www.framtiden.no/dokarkiv/rapporter/rapporter-2015/752-fossil-jord/file.html>
- Lohr D (2007) Neue Serie: Substratkomponenten – Xylite. Informationsdienst Weihenstephan. 2 s.
- Lohr D (2009a) Mineralische Substrate und Substratzuschlagstoffe – Steinwolle. Informationsdienst Weihenstephan. 4 s.
- Lohr D (2009b) Mineralische Substrate und Substratzuschlagstoffe – Perlite als Substratzuschlagstoff. Informationsdienst Weihenstephan. 3 s.
- Lohr D, Vosseler R, Girmann S, Meinken E (2014) Biokohle als Torfersatz in Kultursubstraten für den Topfkräuteranbau. <https://www.hortigate.de/bericht?nr=63293>
- Michel JC (2010) The physical properties of peat: a key factor for modern growing media. Mires and peat, vol. 6, article 02: 1-6
- Nesse AS (2017) Organisk avfall som erstatning for torv i vekstjord. Masteroppgave. Ås: Norges miljø- og biovitenskapelige universitet. 65 s.
- Neumaier D (2008a) Substratkomponenten – Holzfasern. Informationsdienst Weihenstephan. 4 s.
- Neumaier D (2008b) Substratkomponenten – Holzhäckselsel. Informationsdienst Weihenstephan. 3 s.
- Schmilewski G (2008) The role of peat in assuring the quality of growing media. Mires and peat, vol. 3, article 02: 1-8
- Solbraa, K (1979a) Composting of bark. III. Results on a semi-practical scale. Medd. fra Norsk institutt for skogforskning 34: 387-439
- Solbraa, K (1979b) Composting of bark. IV. Potential growth reducing compounds and elements in bark. Medd. fra Norsk institutt for skogforskning 34: 443-508
- Solbraa, K (1986) Bark as a growth medium. Acta Horticulturae 178: 129-136
- Standard Norge (2003) Dyrkingsmedier, jordforbedringsmidler og jorddekkingsmidler. Varedekarasjon, pakking og merking. Norsk Standard NS 2890. 2. utgave juni 2003
- Statens Veivesen (2015) Prosesskode 1. Standard beskrivelsestekster for vegkontrakter. Hovedprosess 1 – 7. Håndbok R761. <https://www.vegvesen.no/attachment/61418/binary/1077236>
- Steiner C & Harttung T (2014) Biochar as a growing media additive and peat substitute. Solid Earth 6: 995-999
- Sørheim R, Paulsen JE, Saasen A, Leleux L, Albouy A, Haraldsen TK, Pedersen PA, Hartnik T, Linjordet R (2007) Experimental study of composting oil wet drill cuttings as a drilling waste disposal option. Journal of Energy Resources Technology 129: 307-313
- Vagstad N, Broch-Due A & Lyngstad I (2001) Direct and residual effects of pulp and paper mill sludge on crop yield and soil mineral N. Soil Use and Management 17: 173-178

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.