



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

# Klima- og miljøkriterier i urbant landbruk

Faggrunnlag og anbefalinger for Oslo kommune

NIBIO RAPPORT | VOL. 8 | NR. 18 | 2022



Sebastian Eiter, Wendy Fjellstad, Bente Føreid, Ola Stedje Hanserud, Trond Mæhlum  
Divisjon for kart og statistikk / Divisjon for miljø og naturressurser

**TITTEL**

Klima- og miljøkriterier i urbant landbruk: Faggrunnlag og anbefalinger for Oslo kommune

**FORFATTERE**

Sebastian Eiter, Wendy Fjellstad, Bente Føreid, Ola Stedje Hanserud, Trond Mæhlum

<b>DATO:</b>	<b>RAPPORT NR.:</b>	<b>TILGJENGELIGHET:</b>	<b>PROSJEKTNR.:</b>	<b>SAKSNR.:</b>
31.01.2022	8/18/2022	Åpen	52602	21/01297
<b>ISBN:</b>	<b>ISSN:</b>	<b>ANTALL SIDER:</b>	<b>ANTALL VEDLEGG:</b>	
978-82-17-03009-6	2464-1162	37		

**OPPDRAUGSGIVER:**

Oslo kommune v/Klimaetaten

**KONTAKTPERSON:**

Linn Marie Heimberg

**STIKKORD:**

Miljømessig bærekraft, energi, jord, planter og dyr, tiltak, urban dyrking, vann

**FAGOMRÅDE:**

Geografi, industriell økologi, landskapsøkologi, naturforvaltning, plantefysiologi, økologi

**SAMMENDRAG:**

Interessen for urbant landbruk har de siste årene økt betydelig både internasjonalt, nasjonalt og lokalt i Oslo. En slik menneskelig aktivitet i sterk vekst er det selvsagt viktig å se i sammenheng med bærekraft, særlig med hensyn til miljø og klima. Denne rapporten belyser hvordan urbant landbruk kan bli påvirket av og selv påvirke miljø og klima, nærmere bestemt jord, vann, planter og dyr, og energi. Hvert tema er videre inndelt i undertemaer, og for hvert undertema er det sammenstilt et kunnskapsgrunnlag. Kapitlene viser hvorvidt urbant landbruk kan være bra for miljø og klima, men påpeker også hvordan feil praksis kan redusere effekten eller påvirke klima og miljø negativt. Kunnskapsressurser henvises til for flere temaer gjennom nettlenger. For hvert undertema er det også listet anbefalinger. Anbefalingene er delt inn etter som det dreier seg om positive tiltak for miljø og klima, tiltak som bør vurderes og avveies, og tiltak som bør unngås.

**LAND:**

Norge

**KOMMUNE:**

Oslo

**GODKJENT**

Hildegunn Norheim

NAVN

**PROSJEKTLEDER**

Sebastian Eiter

NAVN

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

# Forord

Bærekraft og urbant landbruk er temaer som står høyt på agendaen i NIBIOs daglige arbeid. Forskere i flere fagdivisjoner leder og deltar i nasjonale og internasjonale prosjekter om prosesser i jord og vann, plantefysiologi og biologi, kretsløpsteknologi og avfall, økonomi og samfunnsfag, økosystemtjenester, arealbruk og arealkapasitet, samt kartlegging og analyse av arealtyper og -bruk, resirkulering av næringsstoffer og vannhåndtering, utvikling og utprøving av indikatorer for å måle bærekraft, samt naturbaserte løsninger.

Denne rapporten er skrevet på oppdrag av Klimaetaten i Oslo kommune og er rettet mot urbane dyrkere, planleggere og utviklere, ansatte i forvaltningen og institusjoner som har behov for og ønsker denne typen kunnskap. Formålet er at de som jobber med urbant landbruk i Oslo og som ønsker å sette klima- og miljøkriteriene ut i praksis får gode tips til hvordan de kan gjøre dette, basert på en sammenstilling av eksisterende kunnskapsgrunnlag på området. Ved å ha gode anbefalinger og lage føringer for urbant landbruk vil man unngå at det gjøres unødvendige feil som har negativ påvirkning på miljø- og klima.

Rapporten skal danne grunnlag for føringer som saksbehandlere og rådgivere i Oslo kommune kan bruke i veiledning, saksbehandling og evaluering av saker med tilknytning til urbant landbruk. Rapporten skal også kunne være et grunnlag for kommunens videre arbeid med å tilrettelegge for urbant landbruk. Også allmennheten vil kunne bruke anbefalinger i rapporten.

Innad i NIBIO har arbeidet med rapporten både dratt nytte av og vært relevant for arbeidet i to prosjekter som har fått støtte av EUs program for forskning og innovasjon Horisont 2020: SiEUGreen (prosjektnr. 774233) og EdiCitNet (prosjektnr. 776665).

Prosjektgruppen har bestått av forskerne Sebastian Eiter og Wendy Fjellstad fra Avdeling for landskapsovervåking i Divisjon for kart og statistikk, og Bente Føreid, Avdeling for grøntanlegg og vegetasjonsteknologi, Ola S. Hanserud, Avdeling for bioressurser og kretsløpsteknologi, og Trond Mæhlum, Avdeling for hydrologi og vannmiljø i Divisjon for miljø- og naturressurser. Fagansvaret for rapportens kapitler var fordelt som følger: Jord: Bente Føreid og Trond Mæhlum; Vann: Trond Mæhlum; Planter og dyr: Sebastian Eiter og Wendy Fjellstad; Energi: Ola Stedje Hanserud. Sebastian Eiter har fungert som prosjektleder og hovedredaktør for rapporten. For å sikre en god drøfting av anbefalingene, var andre aktører innen urbant landbruk invitert til å gi innspill til et utkast av rapporten. Vi takker for deres innspill!

Ås, 31.01.22

Hildegunn Norheim, divisjonsdirektør for kart og statistikk

# Innhold

1	Innledning.....	5
2	Jord.....	6
2.1	Jord og jordsmonn.....	6
2.2	Lokal resirkulering til bruk i jord og vekstmedier.....	8
2.3	Karbonopptak og -lagring.....	11
3	Vann.....	13
3.1	Vanning.....	13
3.2	Fordrøyning av regnvann.....	17
3.3	Vannforurensning.....	20
4	Planter og dyr.....	22
4.1	Naturmangfold.....	22
4.2	Invaderende arter.....	24
4.3	Birøkt og pollinerende insekter.....	26
5	Energi.....	29
5.1	Energiforbruk.....	29
5.2	Temperaturregulering.....	30
6	Konklusjoner.....	31
	Litteratur.....	32

# 1 Innledning

Interessen for urbant landbruk er økende over hele verden, også i Norge. Urbant landbruk omfatter private og offentlige, kommersielle og ikke-kommersielle aktiviteter knyttet til produksjon av mat, utvikling av grøntstruktur og sirkulær ressursbruk i byer og tettsteder. Begrepet inkluderer dyrking på tak, balkonger og terrasser, i hager og kasser, på andelsgårder og parseller, birøkt, hønsehold og også bynære landbruksarealer. Som forklart i Nasjonal strategi for urbant landbruk (Departementene 2021) kombinerer aktivitetene ofte flere formål som undervisning, hobby, næringsutvikling og entreprenørskap, sosiale møteplasser, folkehelse, integrering, matkultur, naturmangfold, samt vern av matjord og grøntområder, i tillegg til lokal matproduksjon. Samtidig kan disse arealene også utgjøre en ressurs med tanke på matsikkerhet.

Med så mange ulike formål, er det ikke alltid at miljøaspekter er i fokus. Likevel er det potensial for at urbant landbruk kan bidra til å nå både miljø- og klimamål. Mange aktører som driver med urbant landbruk er opptatt av miljø og klima, og ønsker råd og anbefalinger om hvordan de kan drive best mulig. Der hvor offentlig finansiering er involvert, eller der det er konkurranse om begrensede arealer til urbant landbruk i byer og tettsteder, kan det være hensiktsmessig å stille krav for å sikre at den miljømessige bærekraften er så god som mulig. Oslo kommune har også en egen strategi for urbant landbruk (Oslo kommune 2019), med følgende fem uttalte hovedmål: En grønnere by, Kortreist mat, Spirende møteplasser, Grønne læringsarenaer og En samarbeidende kunnskapsby.

Dette kunnskapsgrunnlaget er utarbeidet på grunnlag av NIBIOs egne prosjekter og annen tilgjengelig litteratur. Utredningen berører innsatsfaktorer som har betydning for urbant landbruk sitt miljø- og klimafotavtrykk. For hvert tema redegjør vi for hovedtrekk i kunnskapen som finnes, henviser til kilder og eksempler, og avslutter med anbefalinger for urbant landbruk under norske forhold, spesielt i Oslo kommune.

Vi peker på de tiltakene som kan ha mest å si for økt bærekraft i henhold til miljø- og klimamål. I henhold til avtale med oppdragsgiver konsentrerer vi oss om urbane landbruksaktiviteter i en målestokk «uten traktor». Vi omtaler også lover, reguleringer og anbefalinger som er viktige å ta hensyn til ved gjennomføring av bærekraftige løsninger, f.eks. kvalitetskrav til vann for vanning og hygienekrav knyttet til kompostering.

Våre anbefalinger er rettet til dels direkte mot urbane dyrkere, og til dels mot offentlig forvaltning eller kunnskapsmiljøer som ønsker å fremme eller tilrettelegge for urban dyrking. Anbefalingene er merket i henhold til en trafikklysmoell, med positive tiltak underlagt i grønn farge, tiltak som krever vurdering i gul farge og tiltak som bør unngås i rød farge.

## 2 Jord

### 2.1 Jord og jordsmonn

#### Urban påvirkning

Byjord er jordsmonn som er mye påvirket av menneskelige aktiviteter (Lehmann & Stahr 2007; Wortman & Lovell 2014). Dette inkluderer:

- (1) jordsmonn som er sammensatt av en blanding av materialer som er forskjellig fra de i omliggende landbruks- eller skogområder, og som kan ha et topplag påvirket av menneskelig aktivitet gjennom blanding, import og eksport av materiale og ved forurensning;
- (2) jord i parker og hager som ligner landbruksjord, men som kan ha en annen sammensetning, bruk og forvaltning enn landbruksjord; og
- (3) jordsmonn som er et resultat av ulike byggeaktiviteter og som ofte er dekket av bygninger, betong og asfalt.

Jorda i urbane områder er derfor sterkt påvirket, noe som kan ha en effekt på menneskers helse, plantehelse, jordorganismer og på vanninfiltrasjon. Det har i de siste årene vært økende interesse for økosystemtjenester fra urban jord (O’Riordan m.fl. 2021).

Jordprofilstrukturen i byjord er ofte funnet å være enklere enn i andre områder (Herrmann m.fl. 2018) og mye rester av byggematerialer og forhøyet pH og innhold av tungmetaller (Greinert 2015) og jord i urbane strøk kan ha likhetstrekk med jord i elvedaler som også er utsatt for forstyrrelser (Amosse m.fl. 2015). Jord som har hatt trafikk av store maskiner kan ha blitt mer kompakt. Bortsett fra innhold av miljøskadelige forbindelser og kompaktering, er ikke byjord nødvendigvis dårlig egnet for urbant landbruk, hverken når det gjelder dyrkningspotensial eller andre økosystemtjenester, og det gir derfor ikke grunnlag for spesielle anbefalinger for hva man bør eller ikke bør gjøre.

Når nye veier eller bygninger skal oppføres på steder som tidligere har vært relativt uberørte, er jorda ren og bør tas vare på for å brukes andre steder. Det er mulig å etablere attraktive grønne områder i urbane områder med slik jord (Haraldsen & Pedersen 2001; 2003; 2007). Man må behandle jorda forsiktig for å ta vare på jordstrukturen, bl.a. med å ikke arbeide med den når den er våt (Harris m.fl. 1996) og ikke blande ulike sjikt (Arnoldussen & Olsen 2016).

#### Forurenset byjord

Byjord kan inneholde tungmetaller og organiske miljøgifter som kan tas opp av matvekster (Rai m.fl. 2019). Tungmetaller kan komme fra urban avrenning som sedimenterer eller filtreres i jorda. Bly er det stoffet som oftest finnes i høyere konsentrasjoner i byjord da det tidligere ble benyttet som tilsetning i bensin og maling og det finnes fortsatt i miljøet (Wortman & Lovell 2014). Miljøgiften PCB ble brukt i malingsprodukter, blant annet murmaling til bygårder. Tjærestoffer som PAH-forbindelser kan stamme fra veitrafikk og treimpregnering (Abdel-Shafy & Mansour 2016). I tillegg påvises andre metaller som kobber, sink, krom og arsen. Kvikksølv og dioksiner kan stamme fra forbrenningsovner. Miljøgifter kan også stamme fra oljesøl, gammelt industriavfall og deponering. For at forurensningen skal være et problem, må de uønskede stoffene tas opp i planter og komme over i den spiselige delen. Oftest tas både metaller og PAH bare opp i begrenset grad, og høyt innhold av organisk stoff i jorda kan redusere opptak ytterligere (Wortman & Lovell 2014; Abdel-Shafy & Mansour 2016). Det kan derfor være et godt tiltak å tilføre organisk materiale, f.eks. kompost, til jord som er lettere forurenset. Biokull har også vist god effekt for å redusere effekter av forurensning (Perdigão & da Silva Pereira 2021). Noen typer forurensning, f.eks. PAH, avsettes også fra lufta, så det er lurt å vaske de spiselige produktene før bruk.

Biltrafikk avgir tungmetaller til miljøet, særlig fra bremsebelegg og dekk (Hjortenkrans 2008). Det meste av metallforurensning finnes innenfor en avstand av 10 meter fra veien og i de øverste 10 cm av jorda (Säumel m.fl. 2012). Metallene vil imidlertid lett kunne mobiliseres og transporteres til andre områder hvis jorda forstyrres. Man bør derfor vanligvis ikke dyrke nærmere enn 10 meter fra sterkt trafikkerte veier med mye svevestøv, og ha et stabilt plantedekke i området mellom, med f.eks. flerårige pryddplanter. Dersom man bruker trær eller høye busker, kan det også ta ut luftbåret støv fra veitrafikken (Workman & Lovell 2014). Barrierer som begrenser spredning av støv og salt som trær, busker og fysiske støyskjærmer vil gjøre avstanden kortere. Dersom jord som har ligget nærmere enn 10 meter fra en vei skal brukes til dyrking, bør helst de øverste 10 cm tas bort og ikke brukes til matproduksjon.

Bruk av veisalt har økt betydelig som følge av endret klima og økt krav til sikkerhet. Veisaltet som i hovedsak består av natriumklorid spres også på jorda langs veiene og til overvann og vassdrag. Høyt saltnivå kan være skadelig for plantevekst, men ulike planteslag har ulik toleranse (Meyer Spasche 1999). Veisalt kan også påvirke frigjøring av metaller fra veiavrenning i form av ionebytte. En del salt vil vaskes ut av jorda før planteveksten starter om våren.

Muligheten for at jord i og rundt byer er forurenset, har ført til en viss skepsis blant folk til å dyrke matplanter direkte i byjord. Vår anbefaling er å vurdere i hvilken grad den aktuelle jorda kan være påvirket av omgivelsene, som nærhet til trafikkerte veier, tidligere industrivirksomhet, utfylling etc. Så langt det er praktisk og økonomisk mulig kan kjemisk analyse av jordprøver og sammenlikning av normverdier for forurenset grunn (Miljødirektoratet 2010) benyttes til å vurdere forureningsgrad. Slike analyser kan foretas av analyselaboratorier som Eurofins Environment Testing Norway AS, ALS Laboratory Group Norway AS og Sintef Norlab AS. Miljødirektoratet har laget veiledere for å prøveta jorda og tolke resultatene. Det finnes også kart som viser områder som er kartlagt eller mistenkt for å ha forurenset jord fra tidligere virksomhet (<https://grunnforurensning.miljodirektoratet.no/>). Store deler av Oslo kommune er inkludert i aktsomhetskartet.

### **Smitterisiko**

Smittestoffer er risikofaktorer relevante for urbant landbruk. Det kan være sykdomsfremkallende bakterier som Salmonella, Campylobacter og enkelte E. coli, og en del virus og parasitter som Toxoplasma, Giardia og revens dvergbandelorm (Bernhoft 2017). Smitten kan generelt skje gjennom infisert matjord, vanningsvann og ved kontakt med dyr eller mellom mennesker. Avføring fra hund og katt og viltlevende dyr som ferdes i urbane dyrkingsområder kan utgjøre en viss risiko. Avløpslam og komposterte avføring krever en hygienisering og mellomlagringsperiode før materialet tilføres jorda. Hygienisering omfatter ofte en varmebehandling for å uskadeliggjøre smittestoff. Smitterisiko fra jord brukt til urban dyrking kan reduseres med god behandling av avfallsbasert gjødsel og jordforbedring, filtrering av vanningsvann, vanning på jorda (dryppvanning) og ikke på planten og inngjerding mot dyr. Forurensninger på overflaten reduseres mye om planter skylles i rent vann før bruk.

Ved gjenbruk av matjord og jordressurser er det viktig å være klar over at det finnes reguleringer for å unngå spredning av alvorlige planteskadegjørere som kan forekomme ikke bare i landbruksarealer, men også i private villahager (jf. *Forskrift om planter og tiltak mot planteskadegjørere* (<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2000-12-01-1333>) og spesifikt *Forskrift om floghavre* (<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2015-06-22-752>)).

### **ANBEFALINGER**

- I lett forurenset jord bør organisk materiale, f.eks. kompost tilføres.
- De spiselige produktene bør vaskes godt før bruk.
- Jord til gjenbruk skal komme fra et «rent» sted.

- Jord som fjernes ved bygging av veier og bygninger kan kun brukes andre steder hvis det ikke er grunn til å tro at den er forurenset.
- Dersom jorda i urbane strøk er forurenset for eksempel av tidligere industriell aktivitet eller biltrafikk, kan det være fornuftig å erstatte de øverste 10 cm med ren jord fra andre steder.
- Mellom bilveier og matproduksjon bør det være et område hvor jorda ikke forstyrres, f.eks. ved å plante flerårige pryddplanter.
- Man bør ideelt sett ikke dyrke mat nærmere enn 10 m fra sterkt trafikkerte bilveier med mye svevestøv. Lokale forhold som f.eks. busker og trær som kan fungere som barrierer for støv vil likevel kunne forkorte avstanden.
- Ved gjenbruk av matjord og bruk av plantemateriale generelt bør man inkludere nødvendige risikovurderinger og undersøkelser i ulike planer for å hindre spredning av regulerte planteskadegjørere og floghavre (generell aktsomhetsplikt etter matloven § 18). Se gjerne [https://www.mattilsynet.no/planter\\_og\\_dyrking/planteskadegjorere/](https://www.mattilsynet.no/planter_og_dyrking/planteskadegjorere/) og [https://www.mattilsynet.no/planter\\_og\\_dyrking/planteskadegjorere/floghavre/risiko\\_for\\_spredning\\_av\\_planteskadegjorere\\_og\\_floghavre\\_i\\_forbindelse\\_med\\_anleggsarbeid.22145](https://www.mattilsynet.no/planter_og_dyrking/planteskadegjorere/floghavre/risiko_for_spredning_av_planteskadegjorere_og_floghavre_i_forbindelse_med_anleggsarbeid.22145)
- Til nybygging av f.eks. veksthus bør man ikke bygge på matjord. Om et areal med matjord skal nedbygges bør matjorda om mulig bevares.

Informasjon og tips om dyrking i byjord og minimering av risiko er også sammenstilt på et faktaark av miljødirektoratet i USA<sup>1</sup>.

## 2.2 Lokal resirkulering til bruk i jord og vekstmedier

### Organisk gjødsel og jordforbedring

Store mengder næringsstoffer og organisk materiale fraktes inn i byene via maten og transporteres ut av byen gjennom avløpssystemet og avfallsopsamling (Hoornweg m.fl. 2013). Samtidig er det behov for næringsstoffer til jorda hvor maten dyrkes. Transport av avfall er energikrevende og forurensende, likeså fremstilling av kunstgjødsel. Urbant og periurbant landbruk skaper et behov for gjødsling lokalt. Urbant landbruk har derfor potensial til å bidra i en sirkulær økonomi ved å etablere et mer lokalt kretsløp for i alle fall noe organisk avfall, vann og næringsstoff i byene<sup>2</sup>.

Mange urbane dyrkere ønsker å ta i bruk lokal produsert kompost fra husholdningsavfall og hageavfall som gjødsel og jordforbedring. Kompost kan forbedre jordstruktur, vannholdende evne og tilfører også plantenæringsstoffer. Siden nitrogen tapes i de fleste komposteringsprosesser, blir forholdet mellom nitrogen og andre næringsstoffer skjevt i kompost. Siden det meste av næringsstoffene er bundet i organiske forbindelser kan det lett bli for lite næring i vekstperioden, og også tap av næringsstoffer utenfor vekstperioden (Köhler m.fl. 2006; Wang m.fl. 2019; Xin m.fl. 2019). Dette gjelder særlig nitrogen, men også fosfor, og disse tapene kan føre til overgjødsling og algevekst i bekker og elver (Bechmann & Stålnacke 2019). Slike tap kan også forekomme fra urbant landbruk, og kan kanskje være større der enn i profesjonelt landbruk. Årsakene til det er at man i urbant landbruk ikke nødvendigvis har gode standarder for gjødselplaner og ofte gjødsler for mye, og dessuten ofte bruker mye organisk gjødsel som kan gi større utslipp, særlig om vinteren (Wielemaker m.fl. 2019). Urbant landbruk bør utvikle et system for rådgivning og gjødselplanlegging. Andre bønder får råd fra

<sup>1</sup> [https://www.epa.gov/sites/default/files/2014-03/documents/urban\\_gardening\\_fina\\_fact\\_sheet.pdf](https://www.epa.gov/sites/default/files/2014-03/documents/urban_gardening_fina_fact_sheet.pdf)

<sup>2</sup> <https://sieugreen.eu/> Sino-European innovative green and smart cities. EU Horizon 2020 prosjekt (2018-2022).



landbruksrådgivningen (NLR) til dette, muligens kan de opprette spesielle avdelinger og rådgivere for urbane bønder og urbane strøk. NIBIOs gjødslingshåndbok<sup>3</sup> kan også gi råd om næringsstoffbehov for en rekke plantekulturer, og disse gjelder selvsagt også i urbane strøk.

Det finnes et regelverk for bruk av husholdningsavfall<sup>4</sup> til kompostering som skal sikre helse og miljøforhold, siden kompost uten tilstrekkelig kontroll med råvarer og behandling kan innebære spredning av skadelige organismer og kjemiske stoffer. Det gjelder ulike krav med hensyn til komposteringsmetode, omfang av komposteringen (sporbarhet av avfallet), årlig kompostproduksjon og hvordan komposten benyttes i planteproduksjon. Det er animalske produkter i avfallet som utgjør størst risiko i forhold til smitte. Regelverket er i hovedsak utviklet for å regulere behandling i industriell skala. Det kunne være fordelaktig om man i fremtida utviklet et mere tilpasset urbant landbruk på en skala mellom husholdninger og industriell skala. Her vil vi kort oppsummere de regler som gjelder i dag.

Komposten du lager selv av hage- og matavfall kan du bruke på eget dyrkingsareal og til mat i egen husholdning. Det er ønskelig å oppnå en varmebehandling på over 70 °C, men det er ikke et krav til å dokumentere dette for husholdninger. Hvis opphavet til materialet som komposteres er kjent og smittefritt, er behovet for hygienisering mindre. Det er derfor tillatt for grupperinger som nabolag, borettslag, andelslandbruk og parselhager å gå sammen om felles varmkompostbeholder for kjøkken- og matavfall og bruke komposten i felles kjøkkenhage, pallekarmer og i private hager<sup>5</sup>. Dersom man derimot mottar matavfall fra virksomheter som restauranter, kantiner, barnehager og skoler gjelder regler som for store anlegg med krav om hygienisering etc. Dersom det er aktuelt å selge eller gi bort komposten og volumet er over to tonn per år skal det analyseres tungmetaller i komposten. Metallinnholdet avgjør hvor mye kompost det kan spres per arealenhet.

### Ulike typer kompost

Det er stor forskjell på ulike typer kompost avhengig av hva som tilføres av avfall og strømateriale og hvordan prosessen forløper. Komposteringsprosess bør velges både etter hvilket materiale man har, hva som er praktisk mulig å gjøre og hva komposten skal brukes til. Komposteringen av kjøkken- og matavfall skal foregå i lukkede beholdere som hindrer at mus, rotter og andre skadedyr kan komme til, men som likevel har åpninger nok til å slippe inn luft.

Varmkompostering er den enkleste form for kompostering. For å få en god prosess bør man ha passe forhold mellom karbon og nitrogen (15-30) i utgangsmaterialet (Azim m.fl. 2018). Det betyr for eksempel at man bør blande hageavfall med matavfall. Innblandingen gir også en bedre, mindre kompakt struktur. Ca. 1/3 hageavfall på volumbasis er ofte passe, og kan brukes hvis man ikke har mulighet til å måle forholdet mellom karbon og nitrogen. Siden varmkompostering utvikler varme, gir det hygienisering av avfallet. Man kan bruke et enkelt steketermometer for å sjekke om temperaturen øker. Det kan derfor være en fordel og bruke varmkompostering i tillegg hvis man vermikomposterer eller bokashifermenterer, for større anlegg vil dette være et krav. Regelmessig omblanding av komposten gir bedre prosess og varmeutvikling.

Vermikompostering kan skje i beholdere med spesielle meitemark som spiser seg gjennom matavfallet. Avfallet som marken etterlater, er spesielt næringsrikt og en god gjødsel for dyrking. Sigevann fra vermikompostering er næringsrikt og kan samles opp, lagres og benyttes til flytende gjødsling. Det kan være fordelaktig å varmkompostere avfallet før vermikompostering, da tåler marken mer forskjellig avfall.

Bruk av bokashifermentering er også en metode som har økt utbredelse i byer og tettsteder de siste fem årene. Her samles matavfallet opp i spesielle beholdere på kjøkkenet og tilsettes jevnlig strø med

<sup>3</sup> <https://www.nibio.no/tema/jord/gjodslingshandbok/gjodslingsnormer?locationfilter=true>

<sup>4</sup> <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2003-07-04-951>

<sup>5</sup> [https://www.mattilsynet.no/planter\\_og\\_dyrking/gjodsel\\_jord\\_og\\_dyrkingsmedier/organisk\\_gjodsel\\_jordforbedringsmidler\\_og\\_dyrkningsmedier/privat\\_kompostering\\_og\\_bokashi\\_hva\\_har\\_du\\_lov\\_til\\_aa\\_gjore\\_hjemme.44440](https://www.mattilsynet.no/planter_og_dyrking/gjodsel_jord_og_dyrkingsmedier/organisk_gjodsel_jordforbedringsmidler_og_dyrkningsmedier/privat_kompostering_og_bokashi_hva_har_du_lov_til_aa_gjore_hjemme.44440)

mikroorganismer som bidrar til fermentering og surgjøring. Beholderne som er tette, gir lite lukt- og flueplager. Den store fordelen med denne metoden er at man kan ha beholder inne, og bruke dem der det er lite plass. Det fermenterte avfallet kan brukes direkte på jorda der det graves ned og tildekkes, eller komposteres videre.

Komposteringstoiletter (biodo) kan også være et bærekraftig alternativ i byen. Dette fremmer lokal gjenbruk av toalettavfall (Anand & Apul 2014). Slike toiletter er godt kjent i Norge fra bruk i fritidsbebyggelse. Komposteringstoiletter har blitt utviklet videre ved å bruke elektriske vifter på avtrekk og oppvarming for å forbedre komposteringsprosessen og unngå problemer med lukt, fluer og overskuddsvæske. Komposteringstoiletter kan for eksempel etableres som besøkstoilet i tilknytning til felleshager og andre urbane dyrkingsområder hvor det ikke er tilgang til vannklosett. Komposten kan blandes inn i dyrkingsjorda etter minimum seks mnd. mellomlagring etter varmkompostering. Uten varmkompostering bør komposten mellomlagres to år. Som ekstra sikkerhet med hensyn til smittevern anbefales å benytte kompost fra egen biodo på andre vekster enn matplanter, spesielt der det er felles dyrkingsområder.

### **Vekstmedier til pottejord**

Til urban jord må også regnes vekstjord/vekstmedier etc. som brukes innendørs, på balkonger, i veksthus og til palledyrking. Ofte brukes det mye torv i slik jord, og det reduserer karbonlagring og biodiversitet i myrene det kommer fra (Cleary m.fl. 2005; Boldrin m.fl. 2010). Vekstjord som fungerer til de fleste formål kan lages av kompost fra lokale avfallsressurser som husholdningsavfall og hageavfall og gjerne biokull som komposteres, og vermikompostering ser ut til å gi den beste jorda (Ingelmo m.fl. 1998; Herrera m.fl. 2008; Gong m.fl. 2018; Zulfiqar m.fl. 2019). Torvfrie vekstmedier finnes også i handelen. Erfaringer tyder på at dyrking fra frø i torvfrie medier fortsatt er utfordrende, men for større planter går det bra, og det aller meste av torvbruken kan derfor unngås.

## **ANBEFALINGER**

- Urbane dyrkere bør gis tilgang på god rådgivning for gjødselplanlegging, og gjødsle i overensstemmelse med det.
- Bruk og behandling av lokale avfallsressurser til jord og jordforbedring bør oppmuntres.
- Hvis det er mulig, bør lokale avfallsprodukter brukes til å lage vekstmedier/pottejord til lokalt bruk.
- Hageavfall eller annet strukturmateriale bør blandes med matavfall og komposteres i beholdere som slipper inn luft, men ikke skadedyr.
- Man bør kontrollere at temperaturen øker under komposteringen, helst opp til 60-70 °C, og at komposten blandes i beholderen regelmessig for bedre oksygentilgang.
- Dersom vekstmedier/pottejord skal kjøpes bør man velge torvfrie eller torv-reduerte produkter så mye som mulig.
- Urbane dyrkere bør unngå fristelsen til å bruke all kompost etc. de har uten først å ha vurdert plantenes behov for næring og jordkvalitet.
- Bruk av torv i vekstmedier bør unngås eller reduseres så mye som mulig.
- Det er ikke lov å selge eller gi bort privatprodusert kompost eller produkter produsert på den.

## 2.3 Karbonopptak og -lagring

### Karbon i jord

Karbon finnes i levende planter og i organisk materiale i jord. Jordas lager er det største, i alle fall på våre breddegrader (Batjes 1996). Å øke eller i alle fall unngå å miste karbon i jorda er derfor viktig for å nå klimamålene (Paustian m.fl. 2016). Det er imidlertid vanskelig å øke lageret, og i alle fall å dokumentere økningen (Amundson & Biardeau 2018; Smith m.fl. 2019). Men økt karboninnhold i jord og mange av tiltakene som øker karbonlagringen har også andre positive effekter, som reduserte nitrogentap og større vannholdende evne (Loisel m.fl. 2019). En nasjonal studie i Storbritannia fant at karboninnholdet i urban jordbruksjord var 250 % høyere enn i jordbruksarealene utenfor byene (Dobson m.fl. 2021).

### Hvordan øke og ta vare på karbon i jord?

Tidligere forskning tydet på at karbonlageret er størst under skog, noe mindre under gressmark og minst under jordbruk/åkermark, men mye av dette er basert på de øverste centimeterne av jorda. Nyere forskning har målt karbon-innholdet også i dypere jordlag, ofte ned til en meter, og da finner de at det er omtrent like mye karbon i alle naturtyper, det er bare ulikt fordelt i dybden (Olson & Al-Kaisi 2015; Luo m.fl. 2019). Å holde jorda dekket med planter så stor del av året som mulig, f.eks. ved å benytte fangvekster, vil trolig øke karbonlagringen (Rasse m.fl. 2019; Garland m.fl. 2021). Dette har også andre positive effekter, siden det også reduserer tap av næringsstoffer.

Tilførsel av organisk materiale gjennom kompost, husdyrgjødsel etc. kan også øke karbonlagret, men det skal store mengder til, og hvis man tilfører organisk materiale produsert i andre områder, risikerer man samtidig å redusere karbonlageret der. Det brukes ofte mye organiske gjødselmidler i urbant landbruk, og forskning tyder på at karboninnholdet i jorda ofte (Tresch m.fl. 2018, Vasenev & Kuzyakov 2018, Dobson m.fl. 2021), men ikke alltid (O'Riordan m.fl. 2021), er høyere i urbane strøk. Siden arealene man bruker til urbant landbruk er relativt små, vil dette ikke være veldig viktig i den store sammenhengen.

### Biokull og karbon i jord

Biokull er forkullet organisk materiale som brukes som jordforbedringsmiddel (Lehmann & Joseph 2009). Forkullet materiale nedbrytes saktere i jorda enn ferskt materiale, og bruk av biokull kan derfor øke karbonlagringen i jorda (Woolf m.fl. 2010; Rasse m.fl. 2019). Biokull kan også ha andre positive effekter, særlig redusert nitrogentap (Clough m.fl. 2013). Biokull kan brukes i kompostering bl.a. for å begrense utslipp av nitrogen og forurensninger (Godlewski m.fl. 2017; Sanchez-Monedero m.fl. 2018). Bruk av biokull i urbant landbruk vil utvilsomt være positivt miljømessig hvis det kan produseres lokalt fra lokale avfallsressurser og varmeenergien som frigjøres i produksjonen også kan brukes lokalt.

### Karbonlagring i plantevekst

Når det gjelder karbonlagrene i planter er det åpenbart at trær har det største og mest langvarige lageret (Strohbach & Haase 2012). Karbon-opptaket er størst i unge trær i rask vekst (Nowak m.fl. 2013), men å bevare gamle trær gjør lageret mer langvarig. Dette kan være et argument for å inkludere trær og busker i urbant landbruk, noe som kan være positivt også av andre grunner, f.eks. et mer variert landskap og større biodiversitet.

## **ANBEFALINGER**

- Det viktigste man kan gjøre for å øke karbonlagringen er å ha vegetasjon på så mange flater som mulig.
- Å inkludere trær og busker vil være fordelaktig for karbonlagring.
- Ha vegetasjonsdekke på jorda så mye av året som mulig, f.eks. ved å benytte fangvekster og dyrke flere avlinger per år.
- Bruk av kompost etc. fra lokalt avfall kan være positivt, særlig hvis man starter med en jord med lite organisk materiale.
- Bruk av biokull kan være positiv, særlig hvis det kommer fra lokalt avfall.

## 3 Vann

### 3.1 Vanning

Tilgang på nok vann av god kvalitet gjennom hele vekstsesongen er viktig for plantenes utvikling og helse til dem som spiser plantene. I Norge og Oslo er det utbredt å bruke kranvann til vanning. Kranvann er relativt kostbart å rense og frakte fram til tappekran, og har høyere kvalitet enn det som trengs til vanning for dyrking av mat. Til all dyrking bør det derfor vurderes bruk av alternative lokale vannkilder. Dette er også en sikkerhet siden tørkeperioder med restriksjoner på forbruk av kranvann kan forekomme.

I avrenning og avløp finnes både vann og næringsstoffer som planter kan utnytte (Moglia, 2014). For at slikt vann skal kunne utnyttes må det behandles for å unngå spredning av smittestoff og kjemiske forbindelser som kan gi skader på plantene og helseskader for de som spiser maten (Toze 2006). Hvordan vannet fordeles på jorda og når det vannes i forhold til høstetidspunkt er også viktig når det gjelder å redusere eventuell smitte via forurenset vanningsvann og å begrense tap av vann.

#### **Krav til vannkvalitet**

Det finnes ingen egne krav for vanningsvann til urban dyrking. Vitenskapskomiteen for mattrygghet (VKM) har på oppdrag fra Mattilsynet vurdert hvilken smitterisiko overflatevann, grunnvann og brønnvann utgjør når det brukes til vanning av grønnsaker, frukt og bær (VKM 2014). VKM har foreslått at godt vanningsvann skal ha samme krav som gjelder for godt badevann (friluftsbad) med hensyn til innhold av tarmbakterier ( $<100/100$  ml av *E. coli*).

VKM konkluderte også med at konsum av grønnsaker, frukt og bær som ble vannet med overflatevann fra lokale kilder ikke utgjør noen helserisiko når det gjelder tungmetaller, persistente organiske miljøgifter eller plantevernmidler. Det anbefales å benytte dryppvanning for å minimere risikoen. Det er ikke oppgitt grenser på innhold av miljøgifter i jordvanning, men det forutsettes at det ikke benyttes vannkilder der vannkvaliteten er dårlig, for eksempel på grunn av industriutslipp. Forurenset vann med høyt innhold av løst fosfor kan utvikle giftige alger når det har tilgang til sollys. Slikt vann bør ikke benyttes til jordvanning. Konsentrasjon av løst fosfor i vanningsvann som lagres i dammer bør være  $<20 \mu\frac{g}{l}$  (SFT 1997).

Urbane dyrkere som selger produktene sine, bør være klar over at selv om produksjonen er liten stilles det strengere krav til vannkvalitet for vanning og vasking enn om det kun produseres til eget forbruk. Vann som benyttes til produksjon av næringsmidler og til renhold av lokaler, innredning og utstyr, skal være av drikkevannskvalitet. Drikkevannet skal hentes fra en registrert eller plangodkjent drikkevannsforsyning, noe som i praksis betyr at kranvann må brukes til dette.

#### **Vanningsbehov og vannkilder**

Med et klima i endring kan det i Osloområdet forventes økt temperatur, økt nedbør og økt ekstremvær (Norsk Klimaservicesenter, 2017). Temperaturen vil spesielt øke vinterstid, noe som gir kortere vinter og lengre vekstsesong. Nedbøren vil ikke fordele seg som i dag da det kan forventes flere kraftige regnværsepisoder. Økt temperatur kan gi flere tørkeperioder.

Plantenes vannbehov varierer med jordtype, plantetype, tidspunkt i vekstsesongen og vanningsmetode. Sandjord tåler tørke svært dårlig mens myrjord og moldrik silt- og leirjord tåler tørke svært godt. Planter med stort bladareal som tomat, agurk og salat krever mye vann. Det er størst vanningsbehov når planten vokser mest på grunn av varme og lys, typisk midt på sommeren. Det er variasjon mellom plantearter hvordan tørkeperioder gjennom sesongen påvirker avlingen (Riley og Berentsen 2009). Vanning på overflaten med sprinkler og vannkanner gir større vannbehov enn dryppvanning og vannslanger på grunn av vanntap gjennom fordampning.

Vannbehov er typisk 10 mm vann 2-3 ganger per uke, der 10 mm tilsvarer 10 liter per m<sup>2</sup>. Et dyrkingsareal på 10 m<sup>2</sup> med intensiv dyrking (for eksempel tomat, agurk eller salat) krever ca. 200 – 300 l vann per uke. En del av dette er nedbør for dyrking på åpne flater. Gjennomsnittlig ukenedbør i juni og juli i Oslo er ca. 20 mm (normal er 90 mm/mnd.), det vil si i snitt må det suppleres med vanningsvann siden nedbøren ikke er jevnt fordelt. I august 2021 var det kun 14 mm nedbør på Blindern mot normalt 103 mm. I slike tørre perioder må det vannes jevnlig.

Dersom det skal benyttes alternative vannkilder til kranvann kreves lagervolum for å dekke tørre perioder. Dersom det i en måned er tørke uten nedbør sommerstid og produksjonen er basert på alternative vannkilder kreves en magasinerings på ca. 1 m<sup>3</sup>, dvs. 1000 l, for et dyrkingsareal på 10 m<sup>2</sup>. Siden slike episoder forventes å øke og det kan føre til restriksjoner på forbruk av kranvann, bør det vurderes mulighet for å høste og lagre regnvann, eventuelt benytte andre kilder til vanningsvann.

Mulige kilder til vanningsvann for urbant landbruk er:

- Kranvann
- Regnvann oppsamlet fra tak
- Regnvann fra annen arealavrenning (urbant overvann/stormwater)
- Grunnvann
- Urbane vassdrag (bekker, elver, dammer og innsjøer)
- Renset gråvann (fra boligens dusj, vasker og oppvask)
- Renset avløpsvann fra husholdninger

Ved å se på alternativer til kranvann kan en utnytte lokale ressurser og oppnå andre fordeler som fordrøyning av overvann. Det er viktig at vanningsvann kommer fra en stabil kilde som kan levere hele vekstsesongen. Det kan innebære behov for magasinerings.

Noen vannkvaliteter trenger behandling før bruk til vanning (Toze 2006). I en behandling er det gunstig om næringsstoffer som fosfor og nitrogen kan bevares eller gjøres mer plantetilgjengelig, mens helse- og miljøskadelige stoff som smittestoff, tungmetaller og spesifikke organiske forbindelser fjernes, foruten organisk stoff som kan gi vond lukt. For noen vannkvaliteter kan det også være for høyt saltinnhold som kan skade matplanter uten fortynning. For avløpsvann som kan inneholde smittestoff vil det være krav til rensing og utslippskvalitet som må overholdes i henhold til regelverk, og per dags dato er ikke dette aktuelt for små enheter i Norge.

Tabell 1. Vurdering av vannkilder til urban dyrking i liten skala.

Kilde	Tilgang	Magasinerings- behov	Kvalitet*	Rense- behov	Sosial aksept	Kostnad**
Kranvann	Variabel	Nei	Svært god	Nei	God	Middels
Regnvann (fra tak)	God/variabel	Ja	God	Nei	God	Lav
Grunnvann	Variabel	Nei	God	Nei	God	Høy
Overvann***	God/variabel	Ja	Variabel*	Vanligvis	Variabel	Middels
Byvassdrag	Variabel	Nei	Stedsavhengig	Vanligvis	Variabel	Middels
Gråvann	God	Nei	Dårlig	Alltid	Variabel	Høy
Avløpsvann	God	Nei	Dårlig	Alltid	Lav	Høy
Urin	God	Ja	Svært god fortynnet	Ja (lukt)	Lav/ variabel	Middels

\* vannkvalitet med hensyn til helse- og miljøskadelige forbindelser. For overvann og vassdrag er dette avhengig av arealbruk i nedbørsfeltet.

\*\* kostnad for etablering og drift inkludert innhenting, magasinerings og vannbehandling.

\*\*\* regnvann og avsmelting fra andre tette flater enn tak.

Det kan også være ulike oppfatninger om hva som ansees å være akseptabel vannkvalitet mellom sluttbrukerne (Toze 2006). Dersom deler av vannet har opphav i avfall og avløp kan det være noen som ikke ønsker å spise produktene, selv om produktene er testet og har vist seg å være helsemessig trygge. Produsenter bør derfor ha informasjon om vanningskvalitet og eventuelle tester tilgjengelig på forespørsel. For å få en mer kretsløpsbasert urban dyrking basert på lokale ressurser må det antagelig informeres om hvorfor dette miljømessig er en god ide, supplert med dokumentasjon på at dette helsemessig er trygt, for eksempel at vannbehandlingen skjer i større enheter som er godkjent for dette. En vurdering av ulike vannkilder til urban dyrking er vist i tabell 1. Av disse alternativene til kranvann er det oppsamlet regnvann og grunnvann vi ut fra dagens renseteknologi og regelverk vil anbefale brukt til matproduksjon i mindre skala. Magasinering av regnvann kan til og med være bra for vannkvaliteten om det lagres mørkt og kjølig.

Med overvann menes i denne sammenhengen regnvann som renner av på tette flater i byer og urbane områder. Vannkvaliteten preges av arealbruken. Regnvann fra takflater er relativt lite forurenset sammenliknet med annet overvann. Det kan inneholde nitrogen fra luftforurensning, spesielt i byene. Takflater kan avgi stoffer og partikler fra taktekket, foruten organisk materiale fra vegetasjon og avføring fra fugler. Ulike takmaterialer kan påvirke drikkevannskvalitet negativt, dog antakelig ikke egnetheten til vanning. Oppsamlet vann bør lagres mørkt for å hindre oppblomstring av alger.

Mye trafikk bidrar til erosjon på asfalt og dekk. Partikler, mikroplast, tungmetaller, olje og andre forbindelser kan ende i overvannet fra veier, parkeringsplasser m.m. Veisaltning vinterstid gir høye nivåer av natrium og klorid. Det er også påvist smittestoff i overvann som kommer fra dyr (Paruch et al. 2018). Det kan være avføring fra kjæledyr som hunder, katter og fugler (f.eks. duer, måker og kråker). Her kan nivåer av smittestoff forringe vannkvaliteten slik at det kan utgjøre en helserisiko både som drikkevann og for vanning direkte på planter. Dersom forurenset overvann skal benyttes til vanning av matplanter bør vannkvaliteten vurderes først, samt vanningsmetode og eventuelt behandling.

Dersom overvann benyttes til vanning, er det viktig å vurdere arealbruken der overvannet dannes (nedbørfeltet) med hensyn til forurensningskilder. Det er arealer som er lite forurenset som hager, parker og andre grøntområder. Avrenningen herfra er lite forurenset sammenliknet med overvann fra asfalterte arealer. Forurenset overvann som samles opp kan likevel være en ressurs for vanning av parkareal med plener, blomsterbed og trær. Slik bruk vil bidra til å rense overvannet samtidig som det fordrøyes.

Grunnvann er en stabil vannkilde som ofte har god vannkvalitet. Brønner kan etableres i oppsprukket fjell eller i løsmasser. Kvaliteten preges av arealbruken for innstrømningsområdet. I byer kan det for eksempel forventes forhøyet innhold av metaller, salter fra veisaltning og smittestoff. Selv om kvaliteten ikke er god nok til drikkevann kan vannet likevel være akseptabelt for vanning. Det er riktignok relativt store kostnader knyttet til etablering av en grunnvannsbrønn med pumpe.

Byvassdrag med bekker, elver og vann kan være en vannressurs til vanning for dyrkingsarealer som ligger langs vassdraget. I landbruket er vann fra vassdrag mye brukt til jordvanning selv om kvaliteten kan være dårlig eller variabel i nedbørsfelt påvirket av landbruksdrift. For byvassdrag er kvaliteten gjerne avhengig av hvor stor andel av nedbørsfeltet som har bypreg og hvor stor del som er mer upåvirket oppstrøms bebyggelsen. Urbant overvann kan være en betydelig kilde til forurensning. I tillegg kan det være tilførsel av urensset avløpsvann fra pumpestasjoner som ikke har nok kapasitet ved større nedbørsepisoder og ved lekkasjer fra avløpsledninger. Fugler og andre dyr som oppholder seg i og ved vassdragene kan også bidra til redusert vannkvalitet. For Oslo vil markavassdragene ha svært god kvalitet for vanningsvann ved overgangen til urbane områder, for deretter å svekkes gradvis.

En indikasjon på vannkvalitet til vanning kan være å se hvilke deler av vassdraget som er tilrettelagt for bading siden hygieniske parametere for godt badevann er på nivå med godt vanningsvann (VKM

2014). Det finnes metoder som kan benyttes for å rense forurenset bekkevann til badevann (Tryland m.fl. 2017). Tilsvarende renseløsninger kan være aktuelle for vanningsvann.

Gråvann utgjør den delen av avløpsvannet som ikke kommer fra toalettet, det vil si fra bad, kjøkken, vaskemaskin og oppvaskmaskin. Vannmengden utgjør ca. 100 liter per person i døgnet. Gråvann representerer derfor en betydelig ressurs for lokal vanning dersom det renses først. Lokal bruk vil også redusere belastning på avløpsnett og renseanlegg. Gråvann er forurenset av organiske stoffer, noe næringsstoffer (ikke problem ved vanning), og smittestoffer (f.eks. fra dusj og bleievask). Det kan være noe kjemikalier fra husholdningsbruk og for eksempel hudpleieprodukter. Fersk gråvann har liten lukt, men vil utvikle en søtlig og ubehagelig lukt ved lagring.

Det finnes en rekke løsninger for rensing av gråvann designet for boliger og hytter (NIBIO 2021). Det er også økt fokus internasjonalt på lokal rensing av gråvann for gjenbruk til vanning (Finley et al. 2009). Aktuelle rensemetoder er biofiltre og membranfiltrering. Om det fortsatt er næringsstoffer i gråvannet etter rensing bør vannet lagres lukket uten tilgang til sollys for å unngå oppvekst av alger som kan produsere giftstoff og derved utgjøre en helsefare ved vanning. I Oslo er det mer enn 25 års erfaring med lokal gråvannrensing i avløp fra blokkbebyggelse på Klosterenga. Renseanlegget er her innpasset i lokal grønnstruktur (Figur 1).



Figur 1. På Klosterenga i Oslo kildesorteres avløp og gråvannet behandles på utendørs fellesarealer.

Ubehandlet avløpsvann benyttes internasjonalt i stor skala til jordvanning (FAO udatert), spesielt i områder hvor alternative kilder til vann og næringsstoffer er begrenset eller fraværende. Slik bruk utgjør en hygienisk risiko og en risiko med hensyn til innhold av øvrige helse- og miljøskadelige forbindelser. I Norge er en slik praksis uaktuell ut fra regelverk og smitterisiko.

Avløpsvann kan renses til hvilket som helst nivå, også til drikkevann og vanningsvann. Det er imidlertid kostbare prosesser og teknologier, spesielt i mindre skala. Det kan være aktuelt å benytte rensed avløpsvann fra kommunale renseanlegg til vanning av grønnstruktur (parker, sportsanlegg etc.) siden vannkvaliteten her overvåkes tett. Bruk av slikt vann i småskala urbant landbruk er neppe aktuelt på grunn av variabel vannkvalitet, manglende infrastruktur og sosial aksept.



De store avløpsrensaneanleggene for Oslo - Bekkelaget og VEAS sammen med mange andre store rensaneanlegg har kretsløp og bioøkonomi høyt på dagsorden. Det kan forventes at vi vil se tettere kobling til gjenvinning av vann og næringsstoffer til matproduksjon i årene fremover<sup>6</sup>.

## ANBEFALINGER

- Vurder kortreiste alternative vannkilder til kranvann for vanning. Noen av disse kildene er lett tilgjengelige, spesielt i liten skala. Oppsamling og magasinering av regnvann fra takflater og eventuelt overvann fra andre flater som ikke er forurenset krever ikke rensing.
- Bruk riktig mengde vann. Både for lite og for mye vanning er uheldig for avlingsmengden. For mye vann kan gi råteskader i jorda, dårlig rotutvikling og dårlig vekst foruten tap av næringsstoff. I tillegg vil det representere en unødvendig ressursbruk.
- Utfør vanning helst tidlig på morgenen eller om kvelden da fordampningen er minst.
- Påfør vann jevnt. Jevn vanning er avgjørende for å få til produkter av god kvalitet. Planterøtter er lite tolerante for stillestående vann, med unntak av vannplanter. Lite vann fører til slappe planter, bitter smak og de blir lett angrepet av skadedyr og sopp.
- Vann på jorda, ikke direkte på plantene.
- Vann ca. 10 liter pr m<sup>2</sup> fra tid til annen, framfor å vanne lite og ofte.
- Vanning kan for eksempel skje med dryppvanning, furevanning eller vannkanner. Dryppvanning gir minst risiko for forurensing av blader dersom en benytter alternative vannkilder med variabel vannkvalitet. Det finnes mange gode selvvanningsystemer. Dryppvanning til hver plante eller en svetteslange fungerer bra, det samme gjør også mange av de ulike selvvanningspottene som selges i planteutsalgene.
- Ved produksjon av spiselige produkter for salg ta kontakt med Mattilsynet. For å kunne selge grønnsaker skal man være registrert hos dem. Forskrift om næringsmiddelhygiene (<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2008-12-22-1623>) stiller egne krav til produksjon og salg av næringsmidler. Produsenter som skal selge spiselige produkter skal i sitt arbeid følge god hygienep praksis etter regelverket ([https://www.mattilsynet.no/mat\\_og\\_vann/produksjon\\_av\\_mat/frukt\\_bar\\_gronnsaker\\_og\\_korn/](https://www.mattilsynet.no/mat_og_vann/produksjon_av_mat/frukt_bar_gronnsaker_og_korn/)). Dersom avlingen skal bearbeides, stilles det større krav. Lokalene produktene bearbeides i skal være godkjente, og vannet som benyttes til vasking og skylling skal ha drikkevannskvalitet.
- Ikke bruk forurenset overvann, ubehandlet gråvann eller avløpsvann til vanning. Dette kan utgjøre en helse- og miljørisiko.

## 3.2 Fordrøyning av regnvann

Et stort problem for urban avrenning er en stor andel tette flater som gir rask avrenning til vassdrag og ledningsnett som kan overbelastes og gi skadelige flommer. Urban dyrking på friland representerer en arealbruk der vann lettere infiltrerer i jorda enn på tette flater.

Urbant landbruk bør betraktes som grønn infrastruktur fordi det er fordelene ved å konvertere ugjennomtrengelige ledige arealer til absorberende jord. Bruk av overvann til vanning av urban grønnstruktur kan være et bidrag til fordrøyning av vannet og derved motvirke dannelsen av skadelige flommer ved spesielt kraftige nedbørshendelser. Urban dyrking kan derfor være et tiltak for å begrense

<sup>6</sup> <https://www.nmbu.no/prosjekter/node/44402>

skader av klimaendringer. Det gis noen eksempler på hvordan urban dyrking kan kombineres med fordrøyning.

### **Regnvannshøsting - oppsamling og lagring i cisterner**

Store deler av verden bruker høstet regnvann til å dyrke mat, spesielt i tørre og tørkeutsatte regioner. Enhver takflate er en mulig vannkilde. Regnvann kan samles og lagres i cisterner på taket om bygningen tilpasses dette, eller hentes fra taknedløp og samles i vannbeholdere (regntønner/cisterner) på bakken, i jorden eller i kjellere. Dersom vannet kan samles på taket kan en bruke tyngdekraft til fordeling av vannet på for eksempel balkongdyrking og parseller på bakken. Cisterner kan være plassbygde tette betongkonstruksjoner eller prefabrikkerte tanker i plast, glassfiber og komposittmateriale. I mindre skala for husholdninger kan det være aktuelt å gjenbruke beholdere som stålfat, plasttanker fra bedrifter og rustfrie ståltanker fra varmtvannsberedere. Omtrent hvilken som helst vanntett beholder vil gjøre jobben, så lenge den er rengjort og det er mulig å dekke den åpne enden for å holde vannet inni rent. Vannet bør om mulig lagres mørkt for å unngå algeoppblomstring og sikres i forhold til drukningsfare.

### **Regnbed og grønne tak med matplanter**

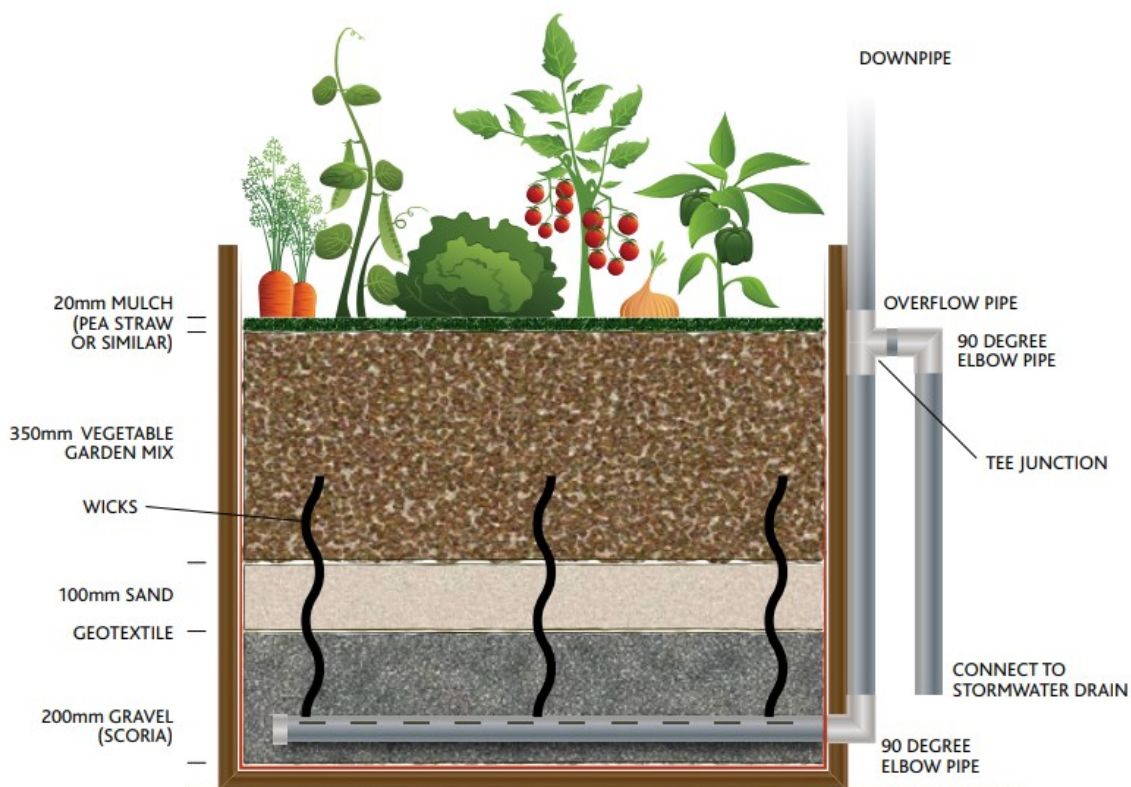
Regnbed (biofilteringsystemer, rain gardens, etc.) er utformet i forsøkninger for å fange opp regnvann og overvann ved hjelp av porøse jordblandinger tilplantet med vegetasjon som tåler perioder med høy vannstand. Vannet fordrøyes ved å fylle jordporene og dels infiltrere. Bedet fylles med vann og slipper det sakte ut til omgivelsene eller til et drencsystem. Tilførsel kan skje fra oppsamlet arealavrenning eller avrenning fra takflater. Regnbed har fått økende utbredelse både i Norge og internasjonalt og det er laget anbefalinger for design under norske forhold.

Dyrking av grønnsaker i regnbed (grønnsaksregnbed) er foreløpig ikke så vanlig, men det er økende interesse for slike tiltak og det foreligger erfaringer fra testanlegg og fullskala anlegg (Henkai et al. 2016). Mens tradisjonelle regnbed mottar avrenning på overflaten, kan grønnsaksregnbed motta vann fra bunnen av bedet. Det vil kunne forhindre at grønnsakene blir oversvømt etter kraftig regn og gjør at vannet kan brukes mer effektivt av plantene da det er mindre fordampning fra jordoverflaten (figur 2). Gjødsling, om nødvendig, må gjøres sparsomt og kun på riktig tidspunkt. Kompost kan blandes inn ved etablering og tilsettes årlig. Det kan være en utfordring med utlekking av næringsstoff. Dersom vannet fra grønnsaksregnbed kan fordeles på gressareal nedenfor vil det være en fordel fremfor å lede vannet til overvannsystem eller vassdrag. Utforming bør inkludere supplerende vanning i tørre perioder for å begrense plantestress og valg av filter/dyrkingsmedier som opprettholder grønnsaksvekst og samtidig oppfyller målene for avrenning.

For grønne tak tilpasset produksjon av grønnsaker og urter kan det være aktuelt å samle opp og fordrøye regnvann både i ekstensive og intensive grønne tak med dypere jordlag (Wittinghill m.fl. 2013). For å få ned vekten på tak med dypere jordlag kan det benyttes lette porøse jordmedia som lettklinker, glassopor, vulkanske jordarter og biokull.

### **Økt infiltrasjonsevne ved dyrking av jorda**

Planterøtter sammen med organismer i jorda skaper en porøs jordstruktur som øker infiltrasjonsevnen av vann. Områder med vegetasjon som busker, trær og plenarealer har derfor større evne til å infiltrere regnvann og overvann enn jordoverflater uten vegetasjon. Dette er årsaken til at mange kommuner krever at takvann fra boliger ikke ledes til ledningsnett for overvann, men skal ledes ut på vegeterte arealer. Tilsvarende vil jordsmonn fra urbane hager være mer permeabel og adsorbere mere vann enn arealer uten vegetasjon. Etablering av nye urbane dyrkingsområder der det ikke har vært vegetasjon vil derfor bidra til redusert avrenning. Nye urbane dyrkingsareal kan også være midlertidige tiltak på ledige tomter som senere planlegges bebygde (Hankard m.fl. 2016). Tomter kan være ubebygde over mange år og f.eks. fungere som lagerplasser, parkering etc. Da vil dyrking være bedre for infiltrasjonsegenskaper.



Figur 2. Eksempel på utforming av grønnsaksregnbed (Hankard m.fl. 2016).

## ANBEFALINGER

- Oppsamling av regnvann fra taknedløp i cisterner av nye eller brukte beholdere er en enkel måte å lagre vann til vanning og redusere bruk av kranvann. Flere beholdere kan kobles i serie for å bedre kapasiteten. Fordeling skjer med selvføll om mulig, eller med elektriske pumper.
- Et spesialdesignet regnbed som mottar regnvann fra takflater kan etableres til å dyrke grønnsaker. Det er få norske erfaringer med grønnsaksregnbed utover testversjoner.
- Det anbefales å filtrere innhøstet overvann før bruk via dryppvanning, selvvanningskasser eller andre vanningssystemer som reduserer overflatekontakt med spiselige planter.
- Oppsamling av regnvann i åpne dammer kan være et estetisk godt tiltak og fremme biologisk mangfold, men det kan forekomme giftige algeoppblomstring i stillestående vann. (NB: Dammer må også sikres mot adkomst for barn pga. faren for drukningsulykker.)
- Lagring av vann krever tanker og konstruksjoner/underlag som tåler trykket og vekten og oppsamling bør ikke gjøres før slike forhold er vurdert.

### 3.3 Vannforurensning

Matproduksjon på åker og i hydroponisk kultur (typisk i drivhus) kan påvirke vannkvaliteten i nedbørsfeltet negativt. Det skyldes:

- Det gjødsles med mer næring (spesielt fosfor og nitrogen) enn det som plantene tar opp i plantebiomassen og det jorda klarer å lagre.
- Åpen åker kan ved nedbør gi erosjon av jordpartikler med næringsstoffer.
- Næringsstoffer kan tapes via dreneringssystemer og til grunnvann.
- Plantevernmidler kan frigis til vann eller være festet til jordpartikler som eroderes.
- Husdyr på beite kan gi overflateavrenning av gjødsel.
- Vask og renhold av drivhus mellom produksjoner kan gi avrenning av næringssalter.
- Behandling og lagring av organisk avfall kan danne forurenset avrenning.

Plantenæringsstoffer som brukes i landbruket tapes lett til miljøet. Dette gjelder særlig nitrogen, men også fosfor. Disse tapene kan føre til overgjødsling og algevekst i bekker og elver (Bechmann m.fl. 2021). Slike tap kan også forekomme fra urbant landbruk, og tapet kan forventes å være større per areal enhet enn i profesjonelt landbruk. Årsakene til det er at man i urbant landbruk ofte ikke har gode gjødselplaner og gjødsler for mye, og dessuten ofte bruker mye organiske gjødslingsmidler som kan gi større utslipp, særlig om vinteren (Wielemaker m.fl. 2019).

Vi kjenner ikke til norske undersøkelser for kartlegging av forurensning i avrenning fra urban dyrking. Foreløpig er dyrkingsarealene relativt begrenset, men ved økende bruk av dyrkingsarealer kan forurensningen forventes å øke dersom det ikke også iverksettes tiltak. I følge Hankard m.fl. (2016) var undersøkte næringsstoffkonsentrasjoner i avrenning fra urbane hager i Minneapolis 2-3 ganger høyere i oppløst nitrogen, og opptil 100 ganger høyere i oppløst fosforkonsentrasjon sammenlignet med typisk urbant overvann i samme området. Konsentrasjoner av nitrogenavrenning varierer fra 3 mg til 18 mg/l. Konsentrasjoner av fosfor varierer fra 3 mg/l til 10 mg/l.

Vannerosjon er foreløpig ikke et betydelig problem i urbant jordbruk, slik det ofte er i produksjonslandbruk. Bruk av plantevernmidler forventes å være mindre brukt i urbant landbruk enn i produksjonslandbruk. Det skyldes reguleringer der slike midler er mindre tilgjengelige enn for profesjonelle brukere, foruten et ønske blant mange urbane dyrkere om å unngå bruk av plantevernmidler.

Økt bruk av avfallsbasert gjødsel kan være en utfordring med hensyn til vannforurensning. Kompost, spesielt fra matavfall, inneholder næringsstoffer som kan frigjøres til vann. Bruk av organiske gjødseltyper som human urin, pelletert hønsegjødsel, husdyrgjødsel og kloakkslam kan frigi både næringsstoffer og organisk materiale til vann. Siden næringsinnholdet i slike gjødseltyper kan variere og det er liten kunnskap om nivåer og plantenes behov blant mange urbane dyrkere er det en reell fare for overgjødsling. Avfallsbasert gjødsel kan inneholde smittestoffer som kan spres med vann via avrenning. Behandling av matavfall i systemer som ikke er tilstrekkelig lukket kan tiltrekke måker og rotter som også kan spre smittestoff.

## ANBEFALINGER

- Urbane dyrkere bør få tilgang på god rådgivning for gjødselplanlegging, tilsvarende gjødslingshåndboka for driftsenheter som er berettiget produksjonstilskudd (<https://www.nibio.no/tema/jord/gjodslingshandbok>), og gjødsle i overensstemmelse med dem. Det trengs kunnskap om næringsinnhold og håndtering av avfallsbasert gjødsel og jordforbedring (kompost).
- Før det tilføres næringsstoffer til jorda bør det tas jordprøver som sendes til analyselaboratorier for å finne ut hvor mye næring som faktisk trengs.
- Jorda bør holdes dekket med plantedekke (f.eks. fangvekster) så stor del av året som mulig.
- Tilfør kompost. Den kan bedre jordstrukturen, infiltrasjonsevnen og biomangfold i jorda.
- Unngå gjødsling helt ut i kanten av produksjonsområdet. For større arealer bør det være gressdekte vegetasjonsbelter i nedkant av arealet for å bremse avrenning og holde tilbake jordpartikler.
- Unngå fristelsen til å bruke all kompost etc. uten å samtidig vurdere plantenes behov. Dette fordi kompost kan lekke ut næringsstoffer.
- Unngå for mye gjødsling tidlig i vekstsesongen siden plantene ikke har kapasitet til å ta opp mye næring på denne tiden.
- Unngå åpen åker om vinteren for å redusere erosjon. Vent med jordarbeiding til våren.
- Matavfall og annet organisk avfall som er attraktivt for måker og rotter bør, for å unngå spredning av smittestoff og forsøpling, ikke behandles i åpne løsninger.

## 4 Planter og dyr

### 4.1 Naturmangfold

#### Mye artsmangfold i byer

Urbant landbruk kan bidra til økt naturmangfold, ofte større enn i andre grøntområder i byen (Lin m.fl. 2015). På denne måten kan det bidra med økosystemtjenester som pollinering, naturlig kontroll av skadegjørere, klimaregulering og økt evne til å håndtere flom-/overvann.

Private hager kan inneholde mange arter. Det gjelder ikke bare i tropiske strøk, men også i Nord-Europa (Lin m.fl. 2015). For eksempel ble det registrert til sammen over tusen plantearter i 267 hager i Storbritannia (Loram m.fl. 2008). Det er mindre kunnskap om artene som finnes i urbane hager der fokuset er spesielt på dyrking av mat (Clucas m.fl. 2018). Det er likevel sannsynlig at noen av de samme forholdene vil gjøre seg gjeldene, som for eksempel at artsrikdommen er større i større områder, der det er større variasjon i levemiljøer, flere elementer og større kompleksitet i vegetasjonsstruktur, med innslag av trær og busker (Lin m.fl. 2015).

Mange arter som finnes i hager i byene er eksotiske arter fra andre strøk. Ofte i diskusjoner om naturmangfold framheves de «stedegne» artene, og det er klart at tiltak som gir gode vilkår for naturlige, hjemmehørende arter som er i tilbakegang vil være spesielt verdifulle, også i byene (Figur 3). Når det gjelder blomster er det nå mulig å kjøpe regionalt tilpassede frøblandinger ([www.blomstereng.no](http://www.blomstereng.no)) Likevel kan det være plass for eksotiske arter, så lenge de holdes under kontroll og ikke sprer seg til andre områder. Det er for eksempel vist at eksotiske hageplanter kan forlenge blomstersesongen for pollinatorer (Salisbury m.fl. 2015). Aggressive «svartelistede» arter må unngås (se kap. «Invaderende arter»).



Figur 3. En blomstereng med mange ville arter fra nærområdet kan ta vare på eller øke det biologiske mangfoldet i tilknytning til urbant landbruk. Eksempel fra Linderud gård i Oslo.

## Matplanter kan bidra

En viktig del av naturmangfoldet som kan promoteres i urbant landbruk er matplanter som ellers er lite utnyttet. FNs organisasjon for ernæring og landbruk (FAO) påpeker at det brukes bare rundt 30 plantearter for å mate verdens befolkning. Dette er bare en brøkdel av de spiselige planteartene som finnes i verden. Estimaterne på akkurat hvor mange spiselige planter som finnes varierer mye, avhengig av om man forholder seg strengt til arter (ca. 7000) eller tar med all den variasjonen som finnes innenfor artene (flere hundretusener) (Ulian m.fl. 2020). Det er imidlertid enighet om at den genetiske variasjonen innenfor artene er svært viktig å ta vare på for å sikre matsikkerhet i fremtiden. Dette er forankret i Norge bl.a. gjennom Nasjonal strategi for bevaring og bærekraftig bruk av genetiske ressurser for mat og landbruk (LMD 2019). Denne variasjonen gir oss muligheter til å tilpasse landbruket til endrede naturforhold, for eksempel forårsaket av klimaendringer med det som følger med av skadedyr og sykdommer. Et mangfold av spiselige planter er også viktig for et bærekraftig kosthold, med et godt næringsinnhold.

## Mer enn bare planter

I tillegg til dyrking av planter er dyrking av sopp en økende trend innenfor urbant landbruk. Spiselige sopp er kilder til fiber, selen, kalium, kobber, sink og B-vitaminer. De er også en av få ikke-animalske kilder til kostholdsformer av D-vitamin. Mens det finnes over 2000 arter spiselige sopp, dyrkes det bare et fåtall kommersielt. Dette er likevel noe som er i endring og interessen vokser for småskala produksjon av ulike sopparter i byen, ikke minst fordi sopp kan dyrkes på avfallsprodukter og bidrar i den sirkulære økonomien (Grimm & Wösten 2018). Mens dette neppe er av stor betydning for bevaring av naturmangfold, kan interessen for soppmangfold være med på å øke bevisstheten om sammenhengene mellom naturen og menneskers trivsel og helse.

Det understrekes at det også er viktig å ta vare på pollinatorer (se seksjon 4.3 nedenfor) og jordorganismer. Mangfoldet av dyrearter som lever i jord, for eksempel meitemark og spretthaler, er høyere der det vokser et mangfold av plantearter, og der jorda ikke er altfor intensivt behandlet eller forstyrret (Tresch m.fl. 2019). En god metode for å beskytte jorda er å påføre et lag med organisk materiale som jorddekke rundt plantene. Dette kan for eksempel være kompost, strø eller flis. Et slikt lag kan motvirke komprimering av jorda gjennom tråkk, dempe temperatursvingninger, isolere mot kulde, beskytte mot sol og høy temperatur, og motvirke uttørking ved å redusere fordamping. Dette er gunstig både for biomangfoldet i jorda og for planterøttene. Mikroorganismene som bryter ned det organiske materialet skaper også bedre jordstruktur, som gir mer luft og bedre drenering, i tillegg til å tilføre jorda viktige næringselementer som plantene kan ha nytte av. Mulige problemer ved bruk av flis eller kompost som jorddekke kan være spredning av ugressfrø, skadelige insekter eller sykdommer. Både flis og kompost kan varmebehandles for å begrense denne risikoen.

Det er viktig å huske at urbant landbruk også kan føre med seg ulemper for naturmangfoldet hvis det er konkurranse om vann, hvis landbrukskjemikalier forurenser naturlige systemer, eller hvis skadegjørere eller plantesykdommer sprer seg til naturområder.

## ANBEFALINGER

- Sørg for størst mulig sammenhengende områder med mye variasjon. Større områder kan være levested for et større naturmangfold enn små, fordi de inneholder ofte flere ulike livsmiljøer og har større variasjon i vegetasjonsstruktur.
- Bruk gjerne frukttrær og bærbusker. Disse kan være viktige elementer for å øke kompleksiteten i vegetasjonen.
- Dyrk sorter som har opprinnelse i eller er foredlet i Norge, eller som har næringsmessig og kulturhistorisk betydning i Norge.

- Dyrk lokale sorter.
- Dyrk sorter som har kjente genetiske egenskaper av mulig betydning for framtidig klimatilpasning av arten til norske forhold.
- Gjennomfør tiltak som forbedrer vilkår for jordorganismer, naturlige fiender av skadegjørere og pollinatorer.
- Vurder dyrking av bevaringsverdige plantesorter og husdyrraser for å bidra til å sikre det genetiske mangfoldet.
- Bruk interessen for variasjon i matplanter til å informere om naturmangfold generelt.
- Unngå at gjødsel eller sprøytemidler havner i tilgrensende naturområder.
- Unngå at planter («hagerømlinger») eller plantesykdommer sprer seg til tilgrensende naturområder.
- Pass på at omdirigering av vann til hagebruk ikke har negative virkninger på naturlige økosystemer nedstrøms.

## 4.2 Invaderende arter

### En trussel for naturmangfoldet

Spredning av fremmede arter regnes som en av de største truslene mot verdens naturmangfold (IUCN 2021), og antallet invaderende arter har vært økende i hele Europa over tid (EC 2009). Derfor er dette et viktig tema også for urbant landbruk.

Begrepet «fremmede arter» omfatter alle arter som har blitt spredd utenfor sitt naturlige utbredelsesområde ved hjelp av menneskelig aktivitet, inkludert kultiverte planter. Dette omfatter også «blindpassasjerer», som insekter, sopp, parasitter eller sykdommer som kan følge med importerte planter, særlig der det medfølger jord.

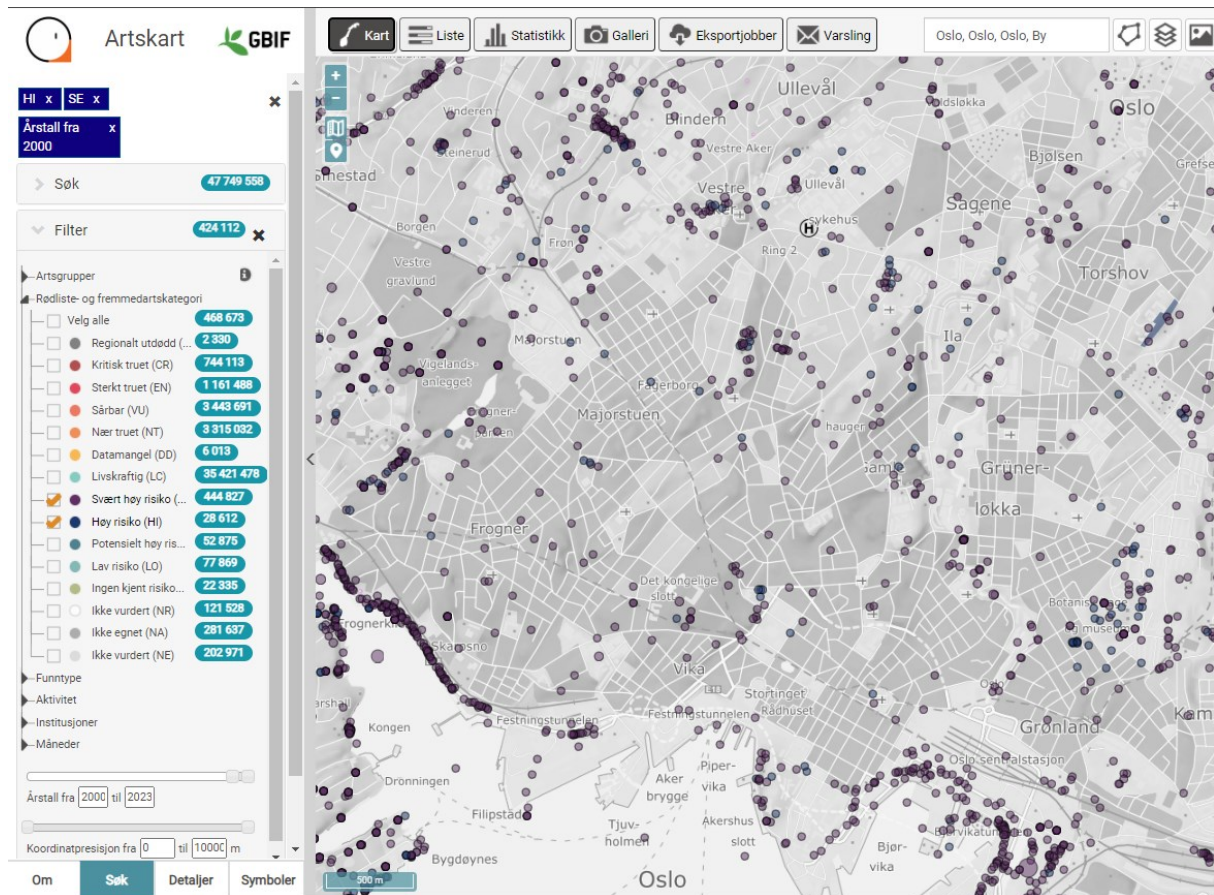
Norge har blitt regnet som et land med forholdsvis stor sårbarhet overfor spredning av invaderende arter (Paini m.fl. 2016). I Norge har det spredd seg nesten 1500 fremmede arter til naturen (Miljøstatus 2021). Oslo kan være spesielt utsatt for nye fremmede arter på grunn av havneområder der frakt kommer inn fra ulike deler av verden. Flytting av jord over lengre distanser i forbindelse med anleggsarbeid kan være en kilde til spredning av fremmede arter innenfor Norge (NIBIO 2021).

Når det gjelder bevisst innførsel blir dette gjerne sett på som hovedsakelig knyttet til prydplanter (Dutta et al. 2021). Dette kan ha skjedd i beste mening, ved å søke å legge bedre til rette for pollinerende insekter gjennom blomstrende planter (ibid.). Vi kan imidlertid ikke se bort fra at urbane dyrkere med innvandrerbakgrunn også ønsker å prøve ut matvekster som de kjenner til og liker fra sine respektive hjemland. Derfor er det viktig med føringer både når det gjelder bevisst innførsel og «blindpassasjerer».

### Skader kan forebygges

Skadepotensialet til fremmede arter varierer. Artsdatabanken vedlikeholder en "Fremmedartsliste" (Artsdatabanken 2018), hvor det er vurdert hvorvidt artene utgjør en risiko for norsk natur, dvs. kan utkonkurrere og fortrenge hjemlige arter og dermed true naturmangfoldet, men også for kulturplanter (reduerte avlinger). Kartet på <https://artskart.artsdatabanken.no/> viser alle registrerte forekomster av fremmede arter som er funnet i Norge. Ved å forstørre (zoome inn på) kartet kan man undersøke hvilke kjente trusler som finnes i ulike nabolag (se eksempel i Figur 4). Eksempler på vanlige problemarter i Oslo er kjempebjørnekjeks, kjempespringfrø, russesvalerot, hagelupin, kanadagullris og rynkerose.





Figur 4. På nettsiden <https://artskart.artsdatabanken.no/> kan man finne alle forekomster av rødlistede og fremmede arter som har blitt registrert i Norge, og man kan filtrere resultatene etter artsgruppe, kategori, årstall mm. Her har vi haket av for å vise fremmede arter som utgjør høy eller svært høy risiko for norsk natur.

Det finnes også en forbudsliste for fremmede arter. Dette er myndighetenes liste over fremmede arter som det er forbudt å innføre, omsette og sette ut. Miljødirektoratet fører tilsyn med at forbudslisten, som er en del av Forskrift om fremmede organismer<sup>7</sup>, blir etterlevd. Forskriften er hjemlet i Naturmangfoldloven (kap. IV) (Klima- og miljødepartementet 2021).

Generelt er forebygging mye bedre og rimeligere enn senere utrydding eller om utrydding ikke er mulig, langtidsforvaltning av invaderende arter (EC 2009). Det er derfor våre foreslåtte anbefalinger fokuserer mest på forebygging.

<sup>7</sup> <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2015-06-19-716>

## ANBEFALINGER

- Lær deltakere hvilke invaderende arter som bør eller skal unngås.
- Informer deltakere om gjeldende regelverk (Naturmangfoldloven m/forskrift).
- Tilfør kun jord- eller plantemateriale som man kan være trygg på at ikke inneholder invaderende arter, også i form av, for eksempel frø.
- Rens klær, sko eller annet utstyr (ryggsekker, vesker, etc.) som har vært brukt på utenlandsreise og som kan inneholde f.eks. plantemateriale, før bruk på dyrkingsarealet.
- Bruk anbefalte metoder for å fjerne invaderende arter som kommer inn på området (se f.eks. <https://www.plantevernleksikonet.no/>).
- Sjekk artskart for å finne hvilke fremmede arter som finnes i nærmiljø og kan invadere.
- Ikke plant ut privat importerte planter og frø, inkl. fra netthandel, særlig dersom det følger med jord.

## 4.3 Birøkt og pollinerende insekter

### Viktig, men i tilbakegang

Mange kulturplanter som frukttrær bærbusker og ulike typer grønnsaker er avhengige av pollinerende insekter, og insektene utgjør en viktig del av naturmangfoldet<sup>8</sup>. Mange nyttevekster i det urbane landbruket er avhengige av pollinerende insekter samtidig som arealer med urbant landbruk kan gi leveområder for pollinatorer. Mange pollinerende insekter er på Artsdatabankens nasjonale rødliste over truede arter og også internasjonalt rapporteres det om betydelig nedgang i antall insekter. Miljødirektoratet har ansvar for å følge opp den nasjonale pollinatorstrategien<sup>9</sup>, i henhold til regjeringens tiltaksplan for ville pollinerende insekter<sup>10</sup>.

### Birøkt og blomster

Birøkt kan være en måte å støtte opp under pollinering av kulturplanter. Samtidig er det viktig å sikre at ikke honningbier utkonkurrerer ville pollinatorer og dermed blir til en trussel mot naturmangfoldet (Rasmussen m.fl. 2021). Mens honningbier er den eneste tambiearten, finnes det over 200 arter villbier i Norge, hvorav en tredjedel regnes som truet. Den beste måten å unngå konkurranse på er å sikre tilstrekkelige med blomsterressurser, slik at det er nok til alle. En grundig registrering av ville bier før man introduserer birøkt vil også kunne avdekke om det er en nedgang i de ville artene når honningbiene tar plass.

### Leveområder

Det er ikke bare blomstrende planter som er viktige for pollinerende insekter (Figur 5). De trenger også plasser hvor de kan bygge reir og hvor de kan overvintre. Mange arter av ville bier bygger reir i bakken og velger gjerne ikke-vegeterte solrike flekker, som er veldrenert, svakt skrånende og uforstyrret. Ulike arter av bier foretrekker forskjellige jordstrukturer eller typer. Generelt hekker bier i jord som er minst 35 % sand og unngår jord som er mer enn 40 % leire, men det er store forskjeller fra art til art (Antoine & Forrest 2021). Jorda bør helst være fri fra kjemikalier og tungmetaller og det kan være verdt å teste jorden hvis man er usikker på tilstanden. På tynt jordsmonn, for eksempel ved

<sup>8</sup> <https://www.sabima.no/trua-natur/humler-og-bier/>

<sup>9</sup> <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/arter-naturtyper/truede-arter-og-naturtyper/humler-og-bier-pollinatorer/>

<sup>10</sup> <https://www.regjeringen.no/contentassets/5797b01a43fa4cdd8b220afb3df68791/212216-kld-tiltaksplan-web.pdf>

dyrking på tak, kan det være et nyttig tiltak å legge ut en haug med sandjord, der biene kan holde til. Andre arter bygger reir i hulrom i tre. For disse kan insekthoteller være et flott tiltak.

Mens kanter med en del sol kan være gunstige for reir- eller bolplasser, kan det være nordvendte skråninger som gir de beste forholdene for overvintring av pollinatorer. Her vil snøen ligge litt lenger og kulden hindre at insektene våkner for tidlig på våren, før matkildene er klare. Jord som er rik på organisk materiale i tidlig nedbrytningsstadium, som tørre blader, kvister, og døde greiner, gir tunneler og hull der pollinatorer kan overvintre. Også hauger med død ved, samlinger med steiner/murstein, tre- eller steingjerder og redskapsskjul kan være mulige overvintringsplasser for ulike arter. Grøntområder som blander ulike miljøer gir også på dette området de beste vilkårene for naturmangfold.



Figur 5. Blomsterrike arealer i tilknytning til urbant landbruk er en god måte å tilrettelegge for pollinerende insekter, som også mange nytteplanter er avhengig av. Eksempel fra en åpen befarings på Linderud gård.

## ANBEFALINGER

- Formidle kunnskap om hvordan man kan legge til rette for pollinerende insekter i tilknytning til urbant landbruk, f.eks.
  - Sett av areal som er egnet leveområde for pollinerende insekter («pollinatorstriper»).
  - Sett ut insekthoteller.
  - Plant ulike blomsterplanter som sikrer blomstring gjennom hele sesongen, fra tidlig vår til sensommeren.
  - Husk at mange nyttevekster også er gode planter for pollinatorer, som f.eks. gressløk, timian, mynte, oregano, rosmarin, salvie, lavendel, basilikum og blomkarse.

- Utplanter død ved, stein, og sand som leveområder.
- Kjøp og utplanter kun sertifiserte bier som er helsesjekket og funnet friske. Om du er nybegynner, ta kontakt med Norges Birøkerlag for hjelp og råd (<https://norbi.no/>).
- Meld ifra til Mattilsynet om hvor du har biene ([https://www.mattilsynet.no/skjema/skjema\\_til\\_bruk\\_ved\\_registrering\\_oppdatering\\_av\\_big\\_aard.1676](https://www.mattilsynet.no/skjema/skjema_til_bruk_ved_registrering_oppdatering_av_big_aard.1676))
- Informer naboer før du setter ut bikuber og sjekk om det er allergikere i nabolaget.
- Planter bier med ukjent opphav i karantenebigård.
- Før utplanter av bikuber: Sjekk Bymiljøetatens oversikt over sårbarhetssoner for pollinerende insekter, og unngå disse.
- Ikke klipp gressdominert areal før blomstring.
- Ikke gjødsle kantsoner og annet udyrket areal da dette vil redusere antall blomsterarter og gir en frodigere, mer ensartet vegetasjon, der miljøforholdene ikke er så gunstige for et mangfold av pollinerende insekter.
- Ikke utplanter bikuber i sårbarhetssoner for pollinerende insekter (jf. Bymiljøetatens kartoversikt: <https://www.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=c9b47cdb1a564d1b8ae60b4c0a351977>).

Nyttig informasjon om birøkt i Oslo kommune er også sammenstilt på en egen nettside<sup>11</sup>.

---

<sup>11</sup> <https://www.oslo.kommune.no/natur-kultur-og-fritid/urbant-landbruk/birokt-i-oslo/#gref>

# 5 Energi

## 5.1 Energiforbruk

Urbant landbruk er forbundet med bruk av energi. Det kan for eksempel være strøm til å varme opp et drivhus, eller drivstoffet til en tohjulstraktor. Ulike former for urbant landbruk har forskjellig energiforbruk og vil også kunne påvirke energiforbruket til sine omgivelser på ulike måter.

I dette avsnittet har vi funnet det nyttig å bruke typologien<sup>12</sup> av urbant landbruk foreslått av Goldstein m.fl. (2016) for evaluering av miljøpåvirkning:

- På bakken, naturlige betingelser (f.eks. parsellhage)
- På bakken, styrte betingelser (f.eks. frittstående drivhus)
- Bygningsintegreert, naturlige betingelser (f.eks. grønnsakskasser på takterrasse)
- Bygningsintegreert, styrte betingelser (f.eks. drivhus på takterrasse eller mikrogrønt i kjeller)

De fire typene av urbant landbruk har ulike egenskaper når det gjelder energibruk og ressurseffektivitet. De videre beskrivelsene er også hentet fra Goldstein m.fl. (2016a).

Urbant landbruk på bakken under naturlige betingelser har relativt lav ressurseffektivitet, for eksempel ved vanning og gjødsling, og relativt lave avlinger, men krever til gjengjeld lite ekstern energi som strøm og fysisk kapital. Den lave «avkastningen» gjør dermed at denne typen egner seg for ikke-kommersiell dyrking.

Urbant landbruk under styrte betingelser, både det som skjer på bakken og det bygningsintegreerte, står i kontrast til de åpne parsellene. Under styrte betingelser kan vanneffektiviteten være høy, men behovet for energi, f.eks. til drift av pumper, oppvarming, mekanisk justering av ventilasjon etc., kan også være høyt. Her kan en skille mellom *passive* virksomheter, som drivhus som baserer seg på lys og varme fra solen, og *aktive* virksomheter, som får lys og varme fra strøm eller drivstoff – inkludert f.eks. drivhus drevet om vinteren.

Aktiviteter som er integrert i en bygning, enten på et tak, på en vegg (vertikal dyrking), eller inne i bygningen, kan dra nytte av koblinger til bygningens energi- og vannsystemer. Drivhus på tak vil kunne ha en varmeisolerende effekt på bygningen, samtidig som spillvarme fra bygningen kan brukes for å forlenge vekstsesongen i drivhuset. Generelt sett krever urbant landbruk under styrte betingelser mer energi og fysisk kapital, som metall, glass og plast, enn det som kreves under naturlige betingelser, men leverer til gjengjeld større avlinger.

Energifordelene i koblingen mellom bygning og dyrking gjelder også for åpen dyrking av grønnsaker på takterrasser (bygningsintegreert, naturlige betingelser) – det vil si, isolerende effekt på bygningen og utnytte spillvarme for sesongforlengelse. På den andre siden er ressurseffektiviteten og avlingsnivåene lavere enn under styrte betingelser, likt det som gjøres på bakken under naturlige betingelser.

I en annen studie gjennomførte Goldstein m. fl. (2016b) en livsløpsanalyse av dyrking av tomater og salat i et kaldt klima (i Boston, USA) gjennom de ulike typene urbant landbruk. Dyrking av tomat ble funnet generelt bedre enn salat fordi større avling per arealenhet for tomater gav en bedre utnyttelse av energi og kapital. Studien bekreftet også at bakkebaserte systemer under naturlige betingelser innebærer ineffektiv bruk av areal og vann når det gjelder produksjon av tomat og salat. På den andre

---

<sup>12</sup> De fire typene er vår oversettelse av henholdsvis «Ground-based-non-conditioned», «Ground-based-conditioned», «Building-integrated-non-conditioned» og «Building-integrated-conditioned systems».

siden har slik aktivitet lavere negativ påvirkning på flere andre miljøindikatorer på grunn av sitt lave behov for tilført energi og fysisk kapital.

#### ANBEFALINGER

- Utløs synergier for energibruk ved integrering med eksisterende bygninger.
- Økt energi- og materialbruk ved aktive drivhus eller andre aktive bygningsintegreerte tiltak bør avveies mot økte avlinger.
- Ikke dyrk vekster som gir lav avling under styrte betingelser med høyt energiforbruk.

## 5.2 Temperaturregulering

Med temperaturregulering mener vi den effekten på temperatur i byen som grøntarealer – og mer spesifikt urbant landbruk – kan ha. Inne i en by kan temperaturen være signifikant høyere enn områdene rundt. Dette fenomenet er kjent som varmeøeffekten ('urban heat island' på engelsk) og oppstår der mørke overflater i byen absorberer solenergi og omgjør den til varme for miljøet rundt. Planter reduserer denne effekten ved å absorbere solenergien og bruke den til fotosyntese og evapotranspirasjon samtidig som de bidrar med skygge (Goldstein m.fl. 2016a). Evapotranspirasjon er betegnelsen på summen av fordampning og vann som planter frigir og som frigis fra overflaten på grunnen rundt planten. Fordampning kommer fra jordsmonnet, fra grønn vegetasjon og fra vannmasser.

Effektene av grøntområder på temperaturregulering i by er godt dokumentert – se for eksempel Knight m.fl. (2021) og Aram m.fl. (2019). Vi kan derimot ennå ikke med klarhet si om urbant landbruk har en større temperaturregulereende effekt i byen enn andre typer grønne arealer. En gruppe forskere ved Autonomous University of Barcelona jobber for tiden med å finne ut akkurat dette gjennom prosjektet URBAG<sup>13</sup>.

Det vi imidlertid kan si er at urbant landbruk vil ha en positiv effekt på temperaturregulering i byen der planter erstatter en mørk, hard overflate. På samme vis vil det ha en mindre eller ingen effekt for temperaturregulering, om grønnsaksdyrking startes på et område som allerede var grønt, for eksempel et parkareal.

#### ANBEFALINGER

- Erstatt flater som tidligere bidro til varmeøeffekten med urbant landbruk.
- Det er ennå usikkert om urbant landbruk er bedre for temperaturregulering enn, for eksempel, en gressplen eller et grønt tak av sedumplanter.
- En uforholdsmessig stor andel ikke-produktive arealer for opphold, prosessering, gangveier, etc., kan potensielt mer enn oppveie de positive effektene på temperaturregulering fra selve dyrkingen.

<sup>13</sup> Det fulle prosjektnavnet er «Integrated system analysis of urban vegetation and agriculture» – se <https://urbag.eu>

## 6 Konklusjoner

I rapportens ulike kapitler har vi belyst hvordan urbant landbruk kan utføres på en måte som gir miljø- og klimamessige gevinster, men også påpekt hvor miljøaspekter kan gi utfordringer for urbant landbruk.

Byjord er ofte forurenset med tungmetaller, organiske miljøgifter eller smittestoffer. Dette kan være utfordringer for urbant landbruk. Vi har presentert anbefalinger for hvordan man kan unngå eller håndtere forurensning ved oppstart av dyrkingsprosjekter, men også påpekt hvordan urbant landbruk kan være kilde til problemer, ikke minst ved tilførsel av jord. I klimasammenheng spiller jord først og fremst en rolle med hensyn til karbonlagring.

Vann kan være en begrensende faktor for urban dyrking. Drikkevann er i tillegg verdifull og relativt kostbart. Vi har presentert en rekke alternative kilder for vanningsvann og forklart hvorvidt disse kan være aktuelle for prosjekter i Oslo. Anbefalinger tar hensyn til tilgjengelighet og mulig oppsamling, oppbevaring og behandling av eventuelt forurenset vann før bruk. Fordrøyning av regnvann kan bidra til å begrense utfordringer gjennom lengre tørkeperioder eller kraftigere nedbørshendelser på grunn av klimaendringer. Det er viktig å passe på at ikke urbant landbruk i seg selv bidrar til vannforurensning gjennom overgjødning av dyrkingsarealer.

Biologisk mangfold omfatter variasjon i livsmiljøer, mangfold av plante- og dyrearter og genetisk variasjon innenfor arter. Mange nyttevekster er avhengig av pollinering gjennom insekter, og et mangfold av liv i jorda bidrar til gode vekstforhold. Gjennom valg av verneverdige plantesorter eller husdyrraser og tilrettelegging for pollinerende insekter og liv i jorda kan urbant landbruk ikke bare sikre egen produktivitet, men også være med på å ta vare på og fremme biologisk mangfold. Invaderende arter er uønskede fordi de kan redusere mangfoldet ved å fortrenge stedegne arter. Det er en stor jobb å bekjempe invaderende arter og det er verdifullt om urbane dyrkere kan hjelpe til.

Ulike former for urban dyrking har ulike behov for mengde energi, og enkelte løsninger integrert i bygninger kan bidra til å både spare energi til oppvarming og benytte spillvarme til å oppnå en forlenget vekstsesong. På generelt grunnlag kan arealer med vegetasjonsdekke også bidra til en mer jevn og lavere temperatur i byområder. Om effekten av dyrkingsarealer er noe forskjellig fra andre grøntområder som for eksempel parker, er usikkert.

Rapporten har også synliggjort noen områder der mer forskning eller annen kunnskapsoppbygging kunne være nyttig eller ønskelig. Når det gjelder jord kan vi trekke frem usikkerheten rundt hvilken risiko veitrafikk representerer for ulike typer urbane produksjoner og under ulike lokale forhold. På vannfeltet er det en mangel på data om hvilke urbane produksjoner som representerer et vannforureningsproblem under norske forhold, som per i dag forhindrer en hensiktsmessig oppfølging overfor dyrkere. Angående planter og dyr har vi ikke påpekt konkrete aktuelle kunnskapsbehov. Samspillet mellom ulike arter og organismer er imidlertid gjenstand for kontinuerlig endring, og påvirkes av mange faktorer, inkludert klimaendringer og menneskelig aktivitet. Derfor er dette et område der god arealforvaltning er avhengig av lange tidsserier med observasjonsdata av antall arter og individer. Spesielt ville det være nyttig å dokumentere effektene av tiltak for pollinerende insekter i ulike typer urbant landbruk. På energifeltet har vi trukket frem usikkerheten rundt den temperaturreguleringseffekten av dyrkingsarealer i forhold til andre grøntområder i byen.

En rekke av våre anbefalinger er rettet direkte mot urbane dyrkere. Noen relaterer seg til konkrete tiltak i dyrkingsprosjektene, mens andre sikter mot oppbygging av kunnskap gjennom innhenting av informasjon fra ulike kilder. Andre anbefalinger er mer rettet mot politikere eller myndigheter som ønsker å bedre tilrettelegging for urban dyrking. Disse anbefalingene oppgir for eksempel hvilke typer informasjon og kunnskap som kan være nyttig å sammenstille for brukere, og eventuelt også formidles i form av kurs, seminarer eller foredrag.

# Litteratur

## Generelle ressurser

- Departementa 2018. Nasjonal pollinatorstrategi: Ein strategi for levedyktige bestandar av villbier og andre pollinerande insekt. Landbruks- og matdepartementet, Kommunal- og moderniseringsdepartementet, Samferdselsdepartementet, Forsvarsdepartementet, Kunnskapsdepartementet og Olje- og energidepartementet. Departementenes sikkerhets- og serviceorganisasjon, Oslo.  
<https://www.regjeringen.no/contentassets/3e16b8410e704d54af40bcb3e687fb4e/nasjonal-strategi-for-villbier.pdf>
- Departementene 2021. Dyrk byer og tettsteder: Nasjonal strategi for urbant landbruk. Landbruks- og matdepartementet, Kommunal- og moderniseringsdepartementet, Helse- og omsorgsdepartementet, Klima- og miljødepartementet, Arbeids- og sosialdepartementet og Kunnskapsdepartementet. Departementenes sikkerhets- og serviceorganisasjon, Oslo.  
<https://www.regjeringen.no/contentassets/4be68221de654236b85b76bd77535571/207980-strategi-for-urbant-landbruk-web.cleaned-1.pdf>
- Dumitru A., Wendling L., (red.) 2021. Evaluating the Impact of Nature-based Solutions: A Handbook for Practitioners. Directorate-General for Research and Innovation, Healthy Planet - Climate and Planetary Boundaries, European Commission, Brussels. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d7d496b5-ad4e-11eb-9767-01aa75ed71a1>
- Gallis, H. 2015. Dyrk byen! Håndbok for urbane bønder. Spartacus forlag, Oslo.
- Oslo kommune 2019. Spirende Oslo – Plass til alle i byens grønne rom. Strategi for urbant landbruk 2019-2030. <https://www.oslo.kommune.no/getfile.php/13365754-1586326513/Tjenester%20og%20tilbud/Politikk%20og%20administrasjon/Milj%C3%B8%20og%20klima/Styrende%20dokumenter/Spirende%20Oslo%20-%20strategi%20for%20urbant%20landbruk.pdf>

## Jord

### **Jord og jordsmonn / Lokal resirkulering til bruk i jord og vekstmedier**

- Abdel-Shafy, H.I. & Mansour, M.S.M. 2016. A review on polycyclic aromatic hydrocarbons: Source, environmental impact, effect on human health and remediation. *Egyptian Journal of Petroleum* 25:107-123.
- Anand, C.K og D.S. Apul. 2014. Composting toilets as a sustainable alternative to urban sanitation – A review. *Waste Management*, 34, 2, s 329 – 343.
- Amossé, J., Le Bayon, R.-C., Gobat, J.-M. 2015. Are urban soils similar to natural soils of river valleys? *Journal of Soils and Sediments* 15:1716–1724.
- Arnoldussen, A. & Olsen, H. 2016. Jordflytting. NIBIO POP 2(8).  
<http://hdl.handle.net/11250/2379329>.
- Azim, K., Soudi, B., Boukhari, S., Perissol, C., Roussos, S., & Alami, I.T. 2018. Composting parameters and compost quality: a literature review. *Organic Agriculture* 8:141–158.  
<https://doi.org/10.1007/s13165-017-0180-z>
- Bechmann, M. & Stålnacke, P. 2019. Agricultural nitrogen and phosphorus pollution in surface waters. *Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science*.  
<https://doi.org/10.1093/acrefore/9780199389414.013.266>
- Boldrin, A., Hartling, K R., Laugen, M. & Christensen, T.H. 2010. Environmental inventory modelling of the use of compost and peat in growth media preparation. *Resources, Conservation and Recycling*, 54:1250-1260.
- Cleary, J., Roulet, N.T. & Moore, T.R. 2005. Greenhouse gas emissions from Canadian peat extraction, 1990-2000: A life-cycle analysis. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 34:456-461.
- Forskning.no. 2017. Artikler som er konklusjoner fra et symposium om grønn helse i byen i regi av Komité for geomedisin – mat, miljø, helse, Det Norske Videnskaps Akademi, 31. oktober 2017.
- Greinert A. 2015. The heterogeneity of urban soils in the light of their properties. *Journal of Soils and Sediments* 15:1725–1737.



- Gong, X., Li, S., Sun, X., Wang, L., Cai, L., Zhang, J., & Wei, L. 2018. Green waste compost and vermicompost as peat substitutes in growing media for geranium (*Pelargonium zonale* L.) and calendula (*Calendula officinalis* L.). *Scientia Horticulturae*, 236:186-191.
- Haraldsen, T.K. & Pedersen, P.A. 2001. Fra flyplass til grønne parker. Håndbok for massehåndtering på Fornebu. Jordforsk rapport 57/01.
- Haraldsen, T.K. & Pedersen, P.A. 2003. Mixtures of crushed rock, forest soils, and sewage sludge used as soils for grassed green areas. *Urban Forestry and Urban Greening* 2:41-52.
- Haraldsen, T.K. & Pedersen, P.A. 2007. Krav til jordkvalitet ved etablering av naturlig vegetasjon i ulike grøntanlegg. *Bioforsk Fokus* 20:33-40.
- Harris, J.A., Birch, P., Palmer, J., 1996. Land Restoration and Reclamation: Principles and Practice. Addison Wesley Longman Ltd., Singapore, p. 230.
- Herrera, F., Castillo, J. E., Chica, A. F., & Bellido, L.L. 2008. Use of municipal solid waste compost (MSWC) as a growing medium in the nursery production of tomato plants. *Bioresource technology*, 99:287-296.
- Herrmann, D.L., Schifman, L.A., & Shuster, W.D. 2018. Widespread loss of intermediate soil horizons in urban landscapes. *PNAS* 115:6751-6755.
- Hjortenkrans, D. 2008. Road traffic metal – sources and emissions. PhD thesis, Kalmar Universitet, Sverige.
- Hoornweg, D., Bhada-Tata, P., Kennedy, C. 2013. Environment: Waste production must peak this century. *Nature* 502:615–617.
- Ingelmo, F., Canet, R., Ibanez, M.A., Pomares, F., & García, J. 1998. Use of MSW compost, dried sewage sludge and other wastes as partial substitutes for peat and soil. *Bioresource Technology*, 63:123-129.
- Köhler, K., Duynisveld, W.H.M., Böttcher, J. 2006. Nitrogen fertilization and nitrate leaching into groundwater on arable sandy soils. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 169:186-195.
- Lehmann, A. & Stahr, K. 2007. Nature and Significance of Anthropogenic Urban Soils. *Journal of Soils and Sediments* 7:247–260.
- Miljødirektoratet 2010. Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn. TA-5653. <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/klif2/publikasjoner/2553/ta2553.pdf>
- Meyer Spasche, H. 1999. Zur Auswirkung von Streusalz (NaCl) auf Boden und Vegetation. Tagungsband der 17. Osnabrücker Baumpflegetage.
- O’Riordan, R., Davies, J., Stevens, C., Quinton, J.N. & Boyko, C. 2021. The ecosystem services of urban soils: A review. *Geoderma* 395:115076.
- Perdigão A., da Silva Pereira J.L. 2021. Effects of Biochar in Soil and Water Remediation: A Review. In: IntechOpen Book Series: Biodegradation Technology of Organic and Inorganic Pollutants [Working Title].
- Rai P.K., Lee S.S., Zhang M., Tsang Y.F. & Kim K.-H. 2019. Heavy metals in food crops: Health risks, fate, mechanisms, and management. *Environment International* 125: 365-385. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412018327971>
- Säumel, I. Kotsyuk, I, Hölscher, M., Lenkerei, C., Weber, F. & Kowarik, I. 2012. How healthy is urban horticulture in high traffic areas? Trace metal concentrations in vegetable crops from plantings within inner city neighbourhoods in Berlin, Germany. *Environmental Pollution*. 165, 124-132. DOI:10.1016/j.envpol.2012.02.019.
- Wang, Y., Ying, H., Yin, Y., Zheng, H. Cui, Z. 2019. Estimating soil nitrate leaching of nitrogen fertilizer from global meta-analysis. *Science of the Total Environment* 657:96–102.
- Weidner, T. Yang, A. 2020. The potential of urban agriculture in combination with organic waste valorization: Assessment of resource flows and emissions for two European cities. *Journal of Cleaner Production*, 244, s 1-15.
- Wielemaker, R., Oenema, O., Zeeman, G. & Weijma, J. 2019. Fertile cities: Nutrient management practices in urban agriculture. *Science of the Total Environment* 668:1277–1288.

- Wortman, S.E & Lovell, S.T. 2014. Environmental Challenges Threatening the Growth of Urban Agriculture in the United States. *Journal of Environmental Quality*,42:1283-1294.
- Xin, J., Liu, Y., Chen, F., Duan, Y., Wei, G., Zheng, X. Li, M. 2019. The missing nitrogen pieces: A critical review on the distribution, transformation, and budget of nitrogen in the vadose zone groundwater system. *Water Research* 165:114977.
- Zulfiqar, F., Allaire, S.E., Akram, N.A. Méndez, A., Younis, A., Peerzada, A.M., Shaukat, N. & Wright, S.R. 2019. Challenges in organic component selection and biochar as an opportunity in potting substrates: a review. *Journal of Plant Nutrition* 42, 1386–1401.

### **Karbonopptak og-lagring**

- Amundson, R. & Biardeau, L. 2018. Opinion: Soil carbon sequestration is an elusive climate mitigation tool. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 115:11652-11656.
- Batjes, N.H. 1996. Total carbon and nitrogen in the soils of the world. *European Journal of Soil Science* 47:151–163.
- Clough, T.J., Condrón, L.M., Kamman, C., Muller, C. 2013. A review of biochar and soil nitrogen dynamics. *Agronomy* 3: 275-293.
- Dobson M.C., Crispo M., Blevins R.S., Warren P.H., Edmondson J.L. 2021. An assessment of urban horticultural soil quality in the United Kingdom and its contribution to carbon storage. *Science of the Total Environment* 777: 146199.
- Garland, G., Edlinger, A., Banerjee, S., Degruno, F., García-Palacios, P., Pescador, D.S., Herzog, C., Romdhane, S., Spor, A.S.A., Wagg, C., Hallin, S., Maestre, F.T., Philippot, L., Rillig M.C. & van der Heijden, M.G.A. 2021. Crop cover is more important than rotational diversity for soil multifunctionality and cereal yields in European cropping systems. *Nature Food* 2:28–37.
- Godlewska, P., Schmidt, H.P., Ok, Y.S. & Oleszczuk, P. 2017. Biochar for composting improvement and contaminants reduction. A review. *Bioresource Technology* 246:193–202.
- Lehmann, J. & Joseph S. 2009. Biochar for environmental management: *Science and technology*. London, UK: Earthscan.
- Loisel, J., Connors, J.P.C., Hugelius, G., Harden, J.W. & Morgan, C.L. 2019. Soils can help mitigate CO<sub>2</sub> emissions, despite the challenges. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 116:10211-10212.
- Luo, Y., Li Q., Shen, J., Wang, C., Li, B., Yuan, S., Zhao, B., Li, H., Zhao, J., Lingke, G., Li, S. & He, Y. 2019. Effects of agricultural land use change on organic carbon and its labile fractions in the soil profile in an urban agricultural area. *Land Degradation & Development* 30:1875-1885.
- Nowak, D.J., Greenfield, E.J., Hoehn, R.E. & Lapoint, E. 2013. Carbon sequestration and storage by trees in urban and community areas of the United States. *Environmental Pollution* 178:229–236.
- Olson, K.R. & Al-Kaisi, M.M. 2015. The importance of soil sampling depth for accurate account of soil organic carbon sequestration, storage, retention and loss. *Catena* 125:33-37.
- O’Riordan, R., Davies, J., Stevens, C., Quinton, J.N. & Boyko, C. 2021. The ecosystem services of urban soils: A review. *Geoderma* 395:115076.
- Paustian, K., Lehmann, J., Ogle, S., Reay, D., Robertson, G.P. & Smith P. 2016. Climate-smart soils. *Nature* 532:49–57.
- Rasse, D., Økland, I.H., Bárcena, T.G., Riley, H., Martinsen, V., Sturite, I., Joner, E., O’Toole, A., Øpstad, S., Cottis, T. & Budai, A.E. 2019. *Muligheter og utfordringer for økt karbonbinding i jordbruksjord*. NIBIO Rapport nr. 36.
- Sanchez-Monedero, M.A., Cayuela, M.L., Roiga, A., Jindob, K., Mondinic, C. & Boland, N. 2018. Role of biochar as an additive in organic waste composting. *Bioresource Technology* 247:1155–1164.
- Smith, P., Soussana, J.F., Denis Angers, D., Schipper, L., Chenu, C, Rasse, D.P., Batjes, N.H., van Egmond, F., McNeill, S., Kuhnert, M, Arias-Navarro, C., Olesen, J.E., Chirinda, N., Fornara, D., Wollenberg, E., Álvaro-Fuentes, J., Sanz-Cobena, A. & Klumpp, K. 2019. How to measure, report and verify soil carbon change to realize the potential of soil carbon sequestration for atmospheric greenhouse gas removal. *Global Change Biology* 00:1–23.

- Strohbach, M.W. & Haase, D. 2012. Above-ground carbon storage by urban trees in Leipzig, Germany: analysis of patterns in a European city. *Landscape and Urban Planning* 104:95–104.
- Tresch S., Moretti M., Le Bayon R.-C., Mäder P., Zanetta A., Frey D., Fliessbach A. 2018. A Gardener's Influence on Urban Soil Quality. *Frontiers in Environmental Science* 6.
- Vasenev, V. & Kuzyakov, Y. 2018. Urban soils as hot spots of anthropogenic carbon accumulation: Review of stocks, mechanisms and driving factors. *Land Degradation & Development* 29:1607–1622.
- Woolf, D., Amonette, J.A., Street-Perrott, F.A., Lehmann, J. & Joseph, S. 2010. Sustainable biochar to mitigate global climate change. *Nature Communications* DOI: 10.1038/ncomms1053

## Vann

### Vanning

- Eckner, K., B.T. Lunestad, L. Robertson og D. Grahek-Ogden. 2014. *Kvalitetskrav for vann til jordvanning*. Uttalelse fra Faggruppen for hygiene og smittestoffer i Vitenskapskomiteen for mattrygghet (VKM). VKM Report 2014: 23.
- FAO FN. udatert. *Water use and reuse for urban agriculture*. FAO, Water Resources, Development and Management Service. <https://www.fao.org/fcit/upa/water-urban-agriculture/en/>, <https://www.fao.org/3/ak003e/ak003e05.pdf>
- Finley, S., Barrington, S. & Lyew, D. 2009. Reuse of Domestic Greywater for the Irrigation of Food Crops. *Water Air Soil Pollut* 199, s 235–245. <https://doi.org/10.1007/s11270-008-9874-x>
- Moglia, M. 2014. Urban agriculture and related water supply: Explorations and discussion. *Habitat International* (42), s 273-280.
- NIBIO. 2021. *Informasjon om mindre avløpsanlegg*. [www.avlop.no](http://www.avlop.no).
- Paruch, A.M. I. Paruch og T. Mæhlum. 2017. *Kildesporing av fekal vannforurensning med molekylærbiologiske metoder*. Norsk Vann, NIBIO rapport 3, 66.
- Tryland et al. 2017. *Tiltak for å oppnå bedre hygienisk vannkvalitet til rekreasjonsformål i overvann og byvassdrag - forprosjekt for å identifisere forskningsbehov*. NIVA-rapport 7190-2017.
- Riley, H. og E. Berentsen. 2009. *Estimation of water use for irrigation in Norwegian agriculture*. Bioforsk-rapport 4/174.
- SFT (1997). *Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann*. SFT-veiledning 97:04. TA-1468. Statens forurensningstilsyn. <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/klif2/publikasjoner/vann/1468/ta1468.pdf>
- Toze, S. 2006. Reuse of effluent water—benefits and risks. *Agricultural Water Management* 80, s. 147–159.

### Fordrøyning av regnvann

- Hankard, M., M. Reid, R. Schaefer og K. Vang. 2016. *Stormwater Runoff Benefits of Urban Agriculture*. Environmental Problem Solving. University of St. Thomas. <https://stthomas.edu/media/officeofsustainability/scpsp16projectreports/UrbanAgStormwaterReport.pdf>
- Richards, P.J., C. Farrell, T.D. Fletcher og S.G. Nicholas. 2013. *Uniting urban agriculture and stormwater management: the example of the “vegetable rain garden”*. Conference paper: State of Australian Cities. <https://www.researchgate.net/publication/258211498>.
- Richards, P.J., C. Farrell, M. Tom, N.S.G. Williams og T.D. Fletcher. 2015. Vegetable rain gardens can produce food and reduce stormwater runoff. *Urban Forestry & Urban Greening*. (14), 3, s 646-654. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2015.06.007>
- Whittinghill, L.J., D.B. Rowe, B.M. Cregg. 2013. Evaluation of vegetable production on extensive green roofs. *Agroecol. Sustain. Food Syst.*, 37, s 465-484.

## **Vannforurensning**

- Bechmann, M., M. Stenrød, S.H. Kværnø og H.O. Eggestad. 2021. *Erosjon og tap av næringsstoffer og plantevernmidler fra jordbruksdominerte nedbørfelt*. NIBIO-rapport 7, 135.
- Moglia, M. 2014. Urban agriculture and related water supply: Explorations and discussion. *Habitat International* (42), s 273-280.
- Hankard, M., M. Reid, R. Schaefer og K. Vang. 2016. *Stormwater Runoff Benefits of Urban Agriculture*. Environmental Problem Solving. University of St. Thomas. <https://stthomas.edu/media/officeofsustainability/scpsp16projectreports/UrbanAgStormwaterReport.pdf>
- Wielemaker, R., Oenema, O., Zeeman, G. & Weijma, J. 2019. Fertile cities: Nutrient management practices in urban agriculture. *Science of the Total Environment* 668, s. 1277–1288.

## **Planter og dyr**

### **Biologisk mangfold**

- Clucas B., Parker I.D., Feldpausch-Parker A.M. 2018. A systematic review of the relationship between urban agriculture and biodiversity. *Urban Ecosystems* 21(4), p. 635-643.
- Grimm D., Wösten H.A.B. 2018. Mushroom cultivation in the circular economy. *Applied Microbiology and Biotechnology* 102(18), p. 7795-7803.
- Lin B.B., Philpott S.M., Jha S. 2015. The future of urban agriculture and biodiversity-ecosystem services: Challenges and next steps. *Basic and Applied Ecology* 16(3), p. 189-201.
- LMD 2019. Forråd av gener – muligheter og beredskap for framtidens landbruk. Nasjonal strategi for bevaring og bærekraftig bruk av genetiske ressurser for mat og landbruk. Landbruks- og Matdepartementet.
- Loram A., Thompson K., Warren P.H., Gaston K.J. 2008. Urban domestic gardens (XII): The richness and composition of the flora in five UK cities. *Journal of Vegetation Science* 19(3), p. 321-330.
- Salisbury A., Armitage J., Bostock H., Perry J., Tatchell M., Thompson K. 2015. Enhancing gardens as habitats for flower-visiting aerial insects (pollinators): should we plant native or exotic species? *Journal of Applied Ecology* 52(5), p. 1156-1164.
- Tresch S., Frey D., Bayon R.-C.L., Mäder P., Stehle B., Fliessbach A., Moretti M. 2019. Direct and indirect effects of urban gardening on aboveground and belowground diversity influencing soil multifunctionality. *Scientific Reports* 9(1): 9769.
- Ulian T., Diazgranados M., Pironon S., Padulosi S., Liu U., Davies L., Howes M.-J.R., Borrell J.S., Ondo I., Pérez-Escobar O.A., Sharrock S., Ryan P., Hunter D., Lee M.A., Barstow C., Łuczaj Ł., Pieroni A., Cámara-Leret R., Noorani A., Mba C., Nono Womdim R., Muminjanov H., Antonelli A., Pritchard H.W., Mattana E. 2020. Unlocking plant resources to support food security and promote sustainable agriculture. *Plants, People, Planet* 2(5), p. 421-445. <https://doi.org/10.1002/ppp3.10145>

### **Invaderende arter**

- Artsdatabanken 2020. *Fremmede arter i Norge – med økologisk risiko 2018*. Trondheim: Artsdatabanken. [https://www.artsdatabanken.no/Files/33738/Fremmede\\_arter\\_i\\_Norge\\_-\\_med\\_økologisk\\_risiko\\_2018](https://www.artsdatabanken.no/Files/33738/Fremmede_arter_i_Norge_-_med_økologisk_risiko_2018)
- Artsdatabanken 2020. *Fremmede arter*. <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/arter-naturtyper/fremmede-arter/>
- Dutta, W., Basuthakur, P & Ray, P. 2021. Gardening the Menace! *Environmental and Sustainability Indicators* 12, 100148. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2665972721000490>
- European Commission 2009. *Invasive alien species*. [https://ec.europa.eu/environment/nature/info/pubs/docs/brochures/invasive\\_green.pdf](https://ec.europa.eu/environment/nature/info/pubs/docs/brochures/invasive_green.pdf)
- Gaertner M., Wilson J.R.U., Cadotte M.W., MacIvor J.S., Zenni R.D., Richardson D.M. 2017. Non-native species in urban environments: patterns, processes, impacts and challenges. *Biological Invasions* 19(12), p. 3461-3469. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10530-017-1598-7>

IUCN 2021. *Invasive alien species and sustainable development*.

<https://www.iucn.org/resources/issues-briefs/invasive-alien-species-and-sustainable-development>

Klima- og miljødepartementet 2021. *Fremmede arter i norsk natur*.

[https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/naturmangfold/innsiktsartikler-naturmangfold/fremmede\\_arter/id2076763/](https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/naturmangfold/innsiktsartikler-naturmangfold/fremmede_arter/id2076763/)

Miljøstatus 2021. *Fremmede arter*. <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/fremmede-arter>

NIBIO 2021. *Framande plantearter*. <https://nibio.no/tema/plantehelse/ugras/framande-plantearter?locationfilter=true>

Paini, D.R., Sheppard, A.W., Cook, D.C., De Barro, P.J., Worner, S.P., and Thomas, M.B. 2016. Global threat to agriculture from invasive species. *Proceedings of the national Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)* 113 (27), 7575-7579. <https://www.pnas.org/content/113/27/7575>

### ***Birøkt og pollinerende insekter***

Antoine C.M., Forrest J.R.K. 2021. Nesting habitat of ground-nesting bees: a review. *Ecological Entomology* 46(2), p. 143-159.

Rasmussen C., Dupont Y.L., Madsen H.B., Bogusch P., Goulson D., Herbertsson L., Maia K.P., Nielsen A., Olesen J.M., Potts S.G., Roberts S.P.M., Sydenham M.A.K., Kryger P. 2021. Evaluating competition for forage plants between honey bees and wild bees in Denmark. *Plos One* 16(4): e0250056. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0250056>

Zhao C., Sander H.A., Hendrix S.D. 2019. Wild bees and urban agriculture: assessing pollinator supply and demand across urban landscapes. *Urban Ecosystems* 22(3), p. 455-470.

## **Energi**

### ***Energiforbruk***

Goldstein, B., Hauschild, M., Fernández, J. & Birkved, M., 2016a. Urban versus conventional agriculture, taxonomy of resource profiles: a review. *Agronomy for Sustainable Development* 36 (1), 9. [10.1007/s13593-015-0348-4](https://doi.org/10.1007/s13593-015-0348-4)

Goldstein, B., Hauschild, M., Fernández, J. & Birkved, M., 2016b. Testing the environmental performance of urban agriculture as a food supply in northern climates. *Journal of Cleaner Production* 135 984-994. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.004>

### ***Temperaturregulering***

Aram, F., Higuera García, E., Solgi, E. & Mansournia, S., 2019. Urban green space cooling effect in cities. *Heliyon* 5 (4), e01339. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01339>

Goldstein, B., Hauschild, M., Fernández, J. & Birkved, M., 2016a. Urban versus conventional agriculture, taxonomy of resource profiles: a review. *Agronomy for Sustainable Development* 36 (1), 9. [doi:10.1007/s13593-015-0348-4](https://doi.org/10.1007/s13593-015-0348-4)

Knight, T., Price, S., Bowler, D., Hookway, A., King, S., Konno, K. & Richter, R.L., 2021. How effective is 'greening' of urban areas in reducing human exposure to ground-level ozone concentrations, UV exposure and the 'urban heat island effect'? An updated systematic review. *Environmental Evidence* 10 (1), 12. [doi:10.1186/s13750-021-00226-y](https://doi.org/10.1186/s13750-021-00226-y)

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.