



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2023 30 stp
Fakultet for Biovitenskap

Dyrking av mat på kompost fra byens avfall – sunt og trygt eller en potensiell fare?

Cultivation of food using compost from city waste –
healthy and safe or a potential risk?

Sarah Arntzen
Master i urbant landbruk

Sammendrag

I møte med utfordringer knyttet til bærekraft beveger verden seg mot en sirkulær økonomi, der bruk av sirkulære matsystemer kan spille en viktig rolle for å redusere klima- og miljøpåvirkning. Bydyrking av matvekster på byens ubrukte organiske ressurser er en aktuell bærekrafts løsning som tas økende i bruk, men det er viktig å sikre at dette konseptet fra organisk avfall som komposteres for å berike jord og matplante ikke utgjør en helsefare, og helst bidrar til å bedre vår helse.

Gjennom denne narrative litteraturstudie ble det identifisert risikoer og potensielle gevinster for helse ved dyrking av matvekster på kompost av mat- og hageavfall i bymiljø.

Resultatene viser at både helsefremmende og sykdomsfremkallende mikroorganismer og antibiotika resistens, i tillegg til kjemisk forurensning og viktige næringsstoffer for helsen kan sirkulere mellom ledd i matkjeden. Disse kjemiske og biologiske faktorene kan påvirke maten, omgivelsene våre, og oss - både positivt og negativt.

For trygg og sunn mat er det sentralt å være nøye med hva slags planteavfall en inkluderer og renheten på det som komposteres. Andre tiltak er trygg håndtering av kompost, tilstrekkelig modning av den, og oppmerksomhet på at uønskede stoffer også kan komme seg inn i matsirkelens øvrige ledd for å redusere risiko for opphopning av uønskede stoffer.

Kompost er samtidig en naturbasert løsning, som direkte eller indirekte kan bidra positivt til vår helse ved å redusere mengde forurensning, undertrykke uønskede organismer, samt bidra til næringsstoffer og økosystemtjenester vi trenger. Flere av de positive effektene henger sammen med jobben mikroorganismene i miljøet gjør, og det antydes også en mulig sammenheng mellom de og menneskers helse.

Den urbane matkjeden anbefales også å sikte seg inn på å også ta hensyn helseutfordringer i byen som forurensning, men samtidig også prøve å løse helseutfordringer i byen knyttet til ernæring, matvaner og ujevn fordeling av helse, der urban dyrking kan ha potensial til å gi bedre tilgang til sunn mat og omgivelser for de som trenger det mest.

Denne litteraturstudien antyder at kompostens kvalitet kan være en viktig brikke for å både hemme eller fremme helse i sirkulært urbant landbruk. Å håndtere spesielt risikoene ses som nødvendig for at sirkulært urbant landbruk skal være forsvarlig når det gjelder mattrygghet, og for at dette bærekrafts konseptet skal være trygt og sunt både for både for miljøet, og de små og store organismer som lever i det - inkludert oss.

Forord

Med ydmykhet og takknemlighet presenterer jeg denne masteroppgaven, et resultat av en utfordrende og givende reise gjennom det tverr- og transfaglige masterprogrammet i urbant landbruk. Som medlem av det første kullet har vi utforsket nye læringsmetoder, tråkket veien på tvers av faglige grenser og utfordret konvensjonelle tilnærminger.

Erfaringen har belyst verdien av å bygge broer mellom ulike fagområder, integrere teori med praktiske problemstillinger og betrakte komplekse fenomener fra ulike perspektiver. Denne masteroppgaven reflekterer et forsøk på helhet og en grad av tverrfaglighet, selv om jeg er klar over at tverrfaglighet ikke kan oppnås isolert.

Oppgaven beveger seg fra abstrakte globale mål til den praktiske lokalforankring, et strekk som har blitt verdsatt i studiet. I tråd med studiets verdigrunnlag har jeg formulert problemstillingen med tilknyttede forskningsspørsmål for å understreke behovet for flere vinklinger og perspektiver. Denne tilnærmingen søker å skape en helhetlig forståelse av risikoer og gevinster knyttet til dyrking av mat på kompost av mat- og hageavfall i bymiljøet, og går dermed utover en tradisjonell tilnærming. Jeg håper denne måten å løse oppgaven på blir sett som en nytenkende tilnærming, snarere enn et avvik fra tradisjonell norm.

Dette valget skyldes at masterprogrammet, med sitt unike format, har fremmet studentdrevet initiativ og kreativ tilnærming. Min arbeidsmetode har vevd sammen ulike tråder i stedet for å utrede en rød tråd. Å navigere i grensesnittene til andre fag og absorbere faglitteratur med ulik terminologi har vært utfordrende, men lærerikt. Å skrive om sirkulære sammenhenger i matsystemet og hva som ligger til grunn for at en urban sirkulær matkjede skal være trygg og sunn i en "linjær form" har vært en sann utfordring.

Denne reisen har vært en balanseakt mellom å dempe nysgjerrigheten og å miste fotfeste i kompleksiteten. Det har vært krevende vekst, til tider smertefullt, men likevel givende. Det er i de mest utfordrende øyeblikkene vi virkelig vokser.

Til slutt retter jeg en dyp takk til min samboer, familie og veiledere. Deres støtte har vært uvurderlig gjennom hele denne prosessen.

Innhold

Sammendrag	1
Forord.....	2
1.0 Introduksjon	1
1.1 Behov for en bedre måte å produsere og forbruke mat	1
1.1.1 FNs mål om bærekraft	1
1.1.2 EUs program “Farm to fork”	1
1.1.3 Situasjonen i Norge.....	2
1.2 Bærekraftig matproduksjon som løsning.....	2
1.2.1 Det blir flere munnar å mette, spesielt i byer	2
1.2.2 Et bærekraftig matsystem skal være sunt og trygt.....	3
2.0 Denne forskningen	3
2.1 Problemstilling og forskningsspørsmål	3
2.2 Drøfting av problemstilling	3
2.2.1 Hensikt og kunnskapshull	3
2.2.2 Presisering og avgrensning	4
2.2.3 Problemstilling i tråd med mål.....	6
2.2.4 Å vekte helsehensyn i sirkulært urbant landbruk	7
3.0 Tilnærminger til matsystemet	9
3.1. Lineær modell.....	9
3.2 Sirkulær modell	10
3.2.1 Sirkulær matmodell i byen.....	11
4.0 Metode.....	14
4.1 Metodevalg på et tverr- og transfglig masterprogram	14
4.2 Litteraturstudie	15
4.3 Metodebruk.....	16
4.4 Muligheter og begrensninger ved tilnærming, fagperspektiv og forståelsesrammer	17
4.0 Narrativer i litteraturen	19
4.1 Regler og normer for trygg og sunn sirkulær dyrking	19
4.1.1 Relevant lovgivning.....	19
4.1.2 Normer for gjenbruk av organisk materiale	20
4.2 Faktorer som må sikres for en trygg og sunn sirkulær urban matkjede	21
4.2.2 Mikroorganismer i en sirkulær matkjede	21
4.2.3 Kjemiske faktorer i en sirkulær matkjede	26
4.4 Tiltak som kan fremme trygghet og helse i dyrking av matvekster på kompost i by	32
4.5 Behov for helse i byer	34

4.6 Forskningslandskapet	35
6.0 Diskusjon	36
7.0 Konklusjon.....	41
8.0 Referanser	42

1.0 Introduksjon

1.1 Behov for en bedre måte å produsere og forbruke mat

Bakgrunnen for valg av oppgave er behov for en bedre måte å produsere og forbruke mat på, og at det er en ubalanse mellom mål om en bærekraftig utvikling, matsystemets ressursbruk og fordeling av mat med helsekonsekvenser.

Verdens matproduksjon forbraker; 70% av verdens vann, halvparten av beboelig landareal som gir artstap, og næringsstoff som renner ut til vann og fører til 78% av eutrofiering. I tillegg står det for 1/4 av klimagassene - som alene kan begrense global oppvarming til 1,5-2 grader (Ritchie et al., 2022). Selv om mat krever store naturressurser for å bli til, blir en tredjedel til matavfall hvert år (FAO, 2011, s. 4), tilsvarende 931 millioner tonn mat kastet i 2019 (UNEP, 2021, s. 7).

Matproduksjonen kan mette alle, men skjevfordeles (UN Environment Program, 2020).

Energiunderskudd i form av matmangel rammer en fjerdedel av verden, underernæring 8,9% av befolkningen og 22% av barn under fem år opplever veksthemming knyttet til dårlig ernæring (Roser & Ritchie, 2019). Samtidig har energioverskudd med fedme tredoblet seg siden 1975, og tar sammen med overvekt flere liv enn undervekt i de fleste land (WHO, 2021). Fedme var ansvarlig for 8% av verdens dødsfall i 2017. Av den voksne befolkningen er 39% overvektige og 13% fete, som til sammen uttrykker at cirka halvparten av befolkningen er for tunge. I tillegg er en femtedel av barn og unge overvektige (Ritchie & Roser, 2017). Ikke smittsomme sykdommer knyttet til kosthold, livsstil og urbanisering øker. Disse sykdommene tilknyttet hjerte, kar, kreft, samt kroniske problemer relatert til luftveier og diabetes, kalt «non-communicable diseases» utgjør 74% av alle dødsfall (WHO, 2022).

1.1.1 FNs mål om bærekraft

Innen 2030 skal verden oppnå FNs bærekraftsmål. Delmålene omfatter forbedret håndtering og gjenvinning av ressurser, reduksjon av matavfall, samt beskyttelse av miljøet og menneskers helse mot skadelig kjemikalie- og avfallsforurensning (FN-sambandet, 2023a). Alle skal sikres trygt vann, som er bærekraftig forvaltet (FN-sambandet, 2023b). Videre skal vi stoppe global oppvarming (FN-sambandet, 2023c), tap av biodiversitet og gjenopprette ødelagt land og matjord (FN-sambandet, 2023d). Spesielt byer skal minske sine miljøkonsekvenser med bedre forvaltning av avfall, ressurser, klimautfordringer og urbanisering (FN-sambandet, 2023e). Helse og livskvalitet skal fremmes for alle, samtidig som dødsfall grunnet ikke-smittsomme sykdommer og forurensning skal reduseres (FN-sambandet, 2023f). Sult, under- og feilernæring i alle aldre skal bekjempes, ved at alle skal få tilstrekkelig med trygg, sunn mat produsert på en måte som tar vare på miljøet, klimaet og jordsmonnet (FN-sambandet, 2023g).

1.1.2 EUs program "Farm to fork"

Dagens måte å produsere mat på er ikke bærekraftig ifølge EU (u.å.). De sier at nåværende matsystem

«are both affected by and drivers of
climate change
resources scarcity
pollution and waste
environmental degradation
loss of biodiversity

population growth
malnutrition and diet-related non-communicable disease»

EU vil forbedre matproduksjonen globalt og europeisk gjennom store investeringer i matforskning. Dette inkluderer urban matproduksjon, sirkulær ressursbruk, naturbaserte løsninger, mikrobiomstudier og jordhelse. Strategien deres “Farm to fork” (EU, 2020, s 8-21) sikter mot bærekraftig landbruk og matsystem innen 2030, med mål om å halvere matavfall, antimikrobielt produksalg, skadelige plantvernmiddebruk og næringsstofftap. Målene inkluderer også 25% økologisk landbruk, 20% mindre gjødselbruk, samt fremme sunne matvalg for helse og miljø. Bøndene anses som sentrale i den sirkulære bioøkonomien med fokus på kortere matkjeder. Forslag til lover for bærekraftige matsystemer ventes i 2023. EU sine strategier for bærekraftig matproduksjon er viktig for Norge, som ofte justerer seg inn etter EU sin lovgivning (Regjeringen, 2023a).

1.1.3 Situasjonen i Norge

Norge er i en sårbar posisjon med begrenset egenproduksjon og avhengighet av import for over halvparten av sin matforsyning (Dombu et al., 2021, s.6-7). Produksjon av mat har nemlig beveget seg fra lokalproduksjon til å bli en internasjonal handelsvare (Ritchie et al., 2023)

Lokal matproduksjon på nasjonale ressurser anbefales grunnet dagens lineære matsystem basert på internasjonal handel, er mindre stabilt og utsatt for uforutsette hendelser – for å trygge egen matforsyning og vise solidaritet med andre med tanke på pandemi, klimaendringer og konflikter i verden (NOU, 2023:17, s. 249-264). Norsk Institutt for Bioøkonomi sier at urbant landbruk bør utforskes som en mulig tilnærming for å øke matsikkerhet- og forsyning i Norge (Dombu et al., 2021, s. 71).

Bærekraftig norsk er mat er produsert på egenressurs ifølge Bardalen et al. (2020, s. 13) som spesifiserer at det innebærer «Et jordbruk som evner å øke produksjonen basert på egne ressurser [...] Ambisjonen kan være å optimalisere produksjonen basert på norske ressurser med bruk av beste tilgjengelige teknologi og beste praksis». De sier bærekraft også handler også om å «optimalisere positive effekter for økonomi, miljø og samfunn, og samtidig sørger for at negative effekter er så små som mulig».

Den norske matjorden rammes i dag av uheldig “erosjon, tap av organisk materiale, tap av biodiversitet, jordpakking og forurensning” (NIBO 2023).

1.2 Bærekraftig matproduksjon som løsning

En bærekrafts løsning i lys av dagens situasjon kan være mat produsert i byen, på byens eget organiske avfall. Dette er aktuelt grunnet forventet befolkningsøkning og urbanisering, behov for lokalprodusert mat på lokal ressurs, og en forutsetning om at dette er helsemessig trygt.

1.2.1 Det blir flere munnar å mette, spesielt i byer

Verdens befolkning forventes å øke til omtrent 9,7 milliarder i 2050, med større andel boende i byer (FN-sambandet, 2023h). Hvordan skaffe tilstrekkelig mat til voksende byer på en bærekraftig måte er et aktuelt spørsmål, når byer forventes å forbruke hele 80% av den produserte maten i 2050 (International Resource Panel et al., 2021, s. 3). I 2050 sier en av estimeringene at 68% av alle mennesker i verden vil bo urbant, sammenliknet 55% i 2018 (United Nations, 2018, s. 2). Allerede bor 74% av Europeere urbant (United Nations, 2018, s. 2).

I Norge bor hele 84% av befolkningen i by (FN-sambandet, 2023i), og havner på 35 plass i

verdenssammenheng på urbanisering, tross Norges befolkningstetthet er lav (FN-sambandet, u.å.). I Norge befolkning forventes å mulig passere 6 millioner før 2050, hvor over 90% vil bo i byer (United Nations et al., 2018). Behovet for mat i byer er stort, og trolig spesielt for Norge som er svært urbanisert.

1.2.2 Et bærekraftig matsystem skal være sunt og trygt

En aktiv utvikling av bylandbruk, sirkulær økonomi og mikroorganismer i matkjeden anbefales av FAO (2022a, s. ix-x), fordi de både er viktige drivkrefter og trender knyttet til trygg mat, med virkning på helsen til mennesker og miljøet. Disse konseptene ønskes som bærekrafts løsninger, forutsatt at de ivaretar trygg og sunn mat. Mattrygghet i urbant landbruk har både styrker og svakheter, og FAO (2022a, s. 59-64) ser et behov for mer kunnskap om mat dyrket urbant er trygg å spise. Å vurdere mattrygghet på hvert trinn av den urbane matkjeden, sier de er nødvendig. De forventer økt engasjement for trygg mat i by dyrking som følge av økt interesse for konseptet urbant landbruk. I sirkulær matproduksjon er god kvalitet på ressursen som går inn i kretsløpet viktig for å hindre at forurensning hoper seg opp, og skaper utfordring for mattrygghet videre i matkjeden.

2.0 Denne forskningen

2.1 Problemstilling og forskningsspørsmål

På denne bakgrunn har jeg formulert følgende problemstilling:

Å identifisere risikoer og potensielle gevinster for helse ved dyrking av matvekster på kompost av mat- og hageavfall i bymiljø.

2.2 Drøfting av problemstilling

2.2.1 Hensikt og kunnskapshull

Problemstillingen søker å identifisere sentrale aspekter og faktorer som er avgjørende for å sikre trygg og sunn dyrking innenfor rammen av sirkulært urbant landbruk. Å være klar over helsefaktorer er en forutsetning for forsvarlig dyrkingspraksis. Det er først når en vet hva som utgjør risiko og helsegevinst at man kan utvikle målrettede tiltak for en riktig og trygg bruk av kompost i matkjeden. Hensikten med å avdekke hva å være oppmerksom på, er relevant for brukere, forbrukere og tilretteleggere av sirkulært urbant landbruk. Å sikre at mat fra sirkulært urbant landbruk er sunt og trygt, er avgjørende for tillitt til å ta i bruk og eventuelt oppskalere dette bærekrafts konseptet. Litteraturstudien handler også om å finne ut hva vi trenger å vite mer om for å gjøre denne praksisen trygg og helsefremmende. Det større formålet er å se om riktig kompostering- og dyrkemåte for helse og robusthet for mennesker, kan gi ringvirkninger utover økosystemet som helhet.

Det er ønskelig å finne mer kunnskap om dette, fordi helserisiko knyttet til sirkulær matproduksjon er etterspurt. Focker et al. (2022) forteller at kjemiske og biologiske forurensninger som kommer seg inn i matsystemet hoper seg opp der og blir til trusler for mattrygghet, er en utfordring i sirkulære matkjeder i Europa. Vitenskapskomiteen for mat og miljø (VKM et al., 2022, s. 9-17) forteller at det ønskes mer kunnskap om bærekraftige, trygge og sunne løsninger for matproduksjon i Norge, og disse løsningenes innvirkning på menneskers-, dyrs- planters- og økosystemers helse. Det påpekes at vi har begrenset innsikt i om gjødsel laget av resirkulert organisk materiale kan få opphopning av "plantevernmidler, giftstoffer, tungmetaller og organiske forurensninger [...] antimikrobiell resistens

[...] patogene bakterier, virus, prioner og parasitter" (VKM et al., 2022, s. 20-21). I søken etter sunn og trygg matproduksjon fra jord til bord, ser Departementene (2021a, s 31) behovet for økt kunnskap innen bynært landbruk, som et viktig skritt mot en bærekraftig fremtid. I Nasjonal strategi for urbant landbruk oppfordres det til innsats i å overvinne produksjonsbarrierer, forurensning og å vurdere helsepåvirkning. Det ønskes også utforskning av hvordan bylandbruk kan støtte sirkularitet og naturbaserte løsninger med fokus på næringsstoffer ved bruk av avfallsbasert kompost og finne erstatninger for torv.

Kunnskap rundt sammenheng mellom biologiske og kjemiske faktorer tilknyttet helsegoder trengs også. Mikroorganismers rolle i å fremme helse for mennesker, andre organismer og miljøet vektlegges av FAO (2022a, s.75-80). Dette såkalte mikrobiomet som finnes "overalt" i og rundt oss, inkluderer bakterier, virus, sopp og arkeer. Videre påpeker FAO at hva vi spiser kan påvirke sammensetningen av tarmfloraen, med mulige positive helseeffekter og sykdomsforebygging. På bakgrunn av mikrobiomets innvirkning på matsikkerhet, -kvalitet og -trygghet, oppfordrer FAO til en økt forståelse av de biologiske og kjemiske faktorene i maten som kan påvirke helsen. Å bedre forstå relasjonen mellom mikroorganismer og helse til jord, planter, dyr og mennesker er et behov pekt på av Nasjonalt program for jordhelse (Landbruksdirektoratet, 2020, 35-36).

2.2.2 Presisering og avgrensning

Dyrking av matvekster vil si grønnsaker, frukt, bær, urter og andre spiselige planter.

Oppgaven er avgrenset til produksjon av matplanter, fordi det er mer utbredt enn dyrehold i urbant landbruk. Det er anbefalt å dyrke mer frukt og grønt for en mer bærekraftig utvikling (FN-sambandet, 2023a). Byområder er dessuten vanligvis godt egnet for dyrking, grunnet byene ofte ble etablert der det var fruktbar jord for å skaffe mat (Joner & Grønlund, 2023, s. 8). Å utnytte egnet jord til matvekster er fornuftig bruk av den begrensede jordressursen.

Dyrking i jord omtales fremfor vannbaserte, torv eller andre dyrkingsmedium som finnes i urbant landbruk. Dette er fordi jord er det mest aktuelle dyrkingsmediet da 95% av verdens mat kommer fra jord (FAO, 2022b) og 90% i EU i tillegg til å gi fiber til tekstiler, materialer til bygg, drivstoff og andre goder vi mennesker trenger (EEA, 2023). I tillegg kan dyrking av jord bidra til å verne kvalitetsjord som typisk er tilknyttet byer, og forebygge at den blir omgjort til andre formål ved å holde den i hevd, gi økt tilknytning til den og forståelse for dens betydning (Departementene, 2021a, s. 18). Dette er viktig fordi norsk matproduksjon har flyttet seg til mindre effektive dyrkingsområder ved at tidligere sentral jord erstattes med andre formål, som er uheldig i Norge med utfordrende forhold for matproduksjon, inkludert begrenset matjord, klima og landskap (Bardalen et al., 2020).

Kompost vil si omdannet organisk avfall som er blitt til ressurs ved å brytes ned til kompost, som kan berike jorden. Det er «delvis nedbrutt organisk avfall» som dannes fra en bredde av organiske avfallskilder, der alle gradvis brytes ned til en stabil form (NIBIO, 2017). (Focker et al., 2022). Kompost er valgt fordi å bruke næringsstoffer og organisk materiale som kommer inn til byen via mat til jordforbedring i sirkulært urbant landbruk er hensiktsmessig, istedenfor at ressursene ender som avfall og avløp forteller Eiter et al. (2022, s. 8). Kompost skal imidlertid lages og brukes på en måte som er trygg for helsen til mennesker og miljø for å regnes som bærekraftig (FAO, 2014, ss. 140-141). Oppgaven avgrenses derfor til å handle om kompostkvalitet.

Kompostering med lufttilgang omtales. Organisk avfall kan komposteres på to måter; enten oksygenfritt i en beholder som produserer biogass for energi og gjødsel, eller med oksygen til stede gjennom anaerob nedbrytning i en beholder eller utendørs, som omdanner den organiske massen til humusstoff som kan brukes som gjødsel, jord forbedrer eller som en del av et vekstmedie (EEA, 2020, s. 21). Selv om anaerob nedbrytning kan være verdifullt, er aerobt valgt fordi det er mer tilgjengelig og

praktisk for urbane bønder, siden det ikke krever like omfattende utstyr, teknisk kompleksitet og investeringskostnader. Eiter et al. (2022, s. 8) sier at by dyrkere allerede komposterer nærliggende hjemme- og hageavfall for å nære matplanter og høyne jordens kvalitet, dette er med andre ord en praksis som allerede er i bruk i by.

Organisk materiale omfatter «massen av levende organismer» som sopp, mikroorganismer, genetisk materialer, dyr, planter, eller rester av det som kan resirkuleres som ressurser til vekstsubstrat og næring for planter – og er essensielt for å dyrke mat og sentralt i bioøkonomi (FAO, 2021a). Av organisk avfall er det fokus på mat- og hageavfall fra eget urbant landbruk som en selv har kontroll på, men også restplanteprodukter fra matproduksjon i by eller fra kjøkken til restaurant da deres krav til mat og avfall har strengere krav til trygghet enn husholdninger. Matavfall som "nyttbar og ikke nyttbar mat som har blitt avfall" og Park- og hageavfall som "biologisk nedbrytbart avfall i form av greiner, gress og lignende biologisk nedbrytbart avfall som oppstår i private og offentlige hager, parkanlegg og andre grøntarealer, og som samles inn som en separat avfallstype" (Utsortering og materialgjenvinning av bioavfall og plastavfall, 2022: §10a-3). Dette er valgt fordi bruk av mat- og hageavfall er høyaktuelt. Mat- og hageavfall fra 1. januar i år er lovpålagt at skal brukes som ressurser og ikke kastes som avfall. Kommuner, næringsliv og offentlige virksomheter må nå sortere ut og gjenvinne disse ressursene. Kapasiteten for resirkulering må på sikt øke, da kommunene skal øke innsamlingen av matavfall fra private husholdninger hvert år for å nå tøffere sorteringsmål på 55 % i 2025, 60 % i 2030 og 70 % i 2035 (Utsortering og materialgjenvinning av bioavfall og plastavfall, 2022: § 10a-4 og § 10a-5). International Resource Panel (2021, s.44-45) forteller at sirkulært urbant landbruk kan gi goder som gjenvinning av næringsstoffer i dyrkingen, begrense ressursforbruk og miljøpåvirkning ved bruk av matavfallsbasert kompost og biokull. Mat- og hageavfall er helt sentrale for å bidra til sirkulærøkonomien, og gir dessuten sammen effektiv kompostering med balanse mellom fuktighet og struktur (EEA, 2020, s. 5 og 21). En jevn blanding mellom de to, og spesielt om matavfallet er en blanding av prosessert og ikke-prosessert, gir kompost med god kvalitet for dyrking (Oviedo-Ocaña et al., 2019, s. 72).

Bærekraftig sirkulær ressursbruk forutsetter å minimere matrester, som bør prioriteres til å mette andre mennesker eller dyr i følge (FAO, 2014, s. 135-141). De sier at når uunngåelig matavfall likevel oppstår, sier de bør det komposteres. Oppgaven tar utgangspunkt i bærekraftig bruk av matavfall, uunngåelige matrester som skrell, grønnsaks avkapp osv. Å minimere matavfall til det unngåelige er trolig i tråd med norsk mål om halvering av matsvinn innen 2030 og matkastelov som skal komme i løpet av 2023 (Regjeringen, 2023b).

Av komposteringsmetoder tas det utgangspunkt i varmkompostering, fordi kun kompost som har vært oppvarmet etter mattilsynets regler godkjennes til bruk for dyrking og servering av mat til andre (Mattilsynet, 2023a)

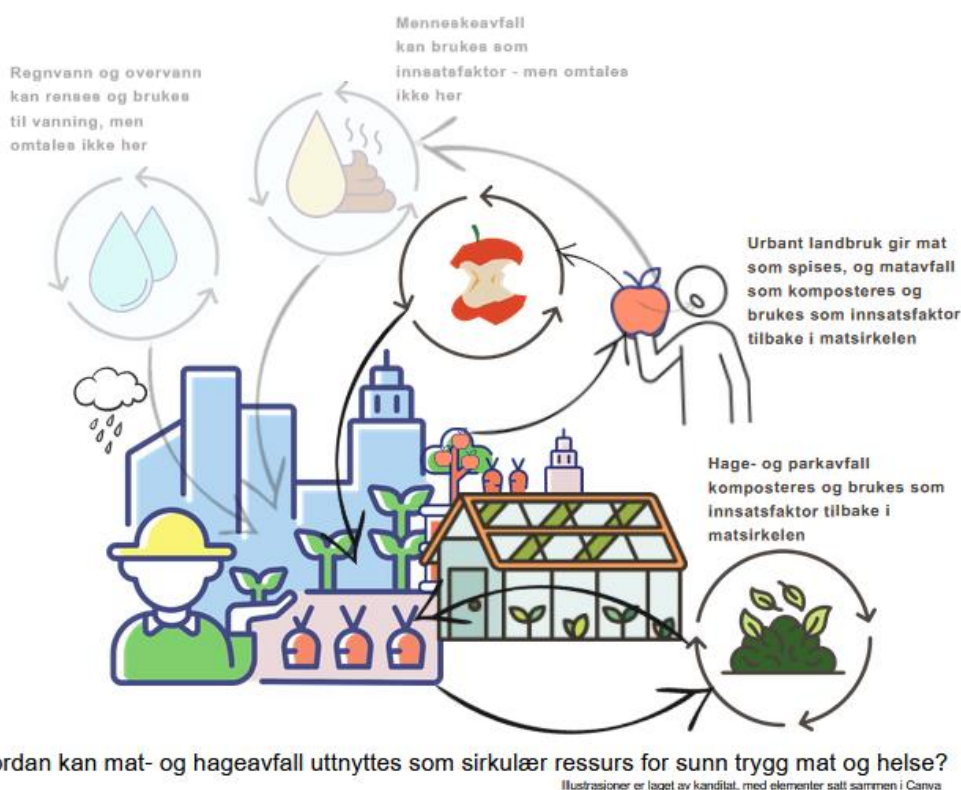
Bymiljø er oppgavens kontekst, såkalt urbant landbruk som er et begrep som vil bli brukt videre. Regjeringen (2023c) definerer at «Urbant landbruk omfatter et bredt spekter av private og offentlige aktiviteter knyttet til produksjon av mat, utvikling av grøntstruktur og sirkulær ressursbruk i byer og tettsteder».

Når det gjelder helse er det menneskets fysiske helse som vektlegges, spesielt relatert til matproduksjon og tilgjengelighet av sunn mat da jeg mener dette best svarer på problemstillingen og gir en mer håndgripelig tilnærming til å forstå direkte implikasjoner for menneskers helse. Jeg erkjenner imidlertid at psykologiske adferds mekanismer og sosiale påvirkninger også spiller en rolle i på hvilke stoffer som havner i matkjeden, men kan ikke favne alt. I urbant landbruk har det virket som

et sterkt fokus er på de sosiale og psykiske aspekter, som for eksempel økt fellesskap, økt livskvalitet og mental helse. Å undersøke hva forskningen sier om fysiske aspekter, spesielt knyttet til matproduksjon og tilgjengelighet av sunn mat har opplevdes som et behov for å kaste mer lys på denne siden av urbant landbruk.

Uønskede og ønskede stoffer i kompost vil si kjemiske og biologiske stoffer.

Helsefordeler og risiko vil si om maten og dyrkingen i sirkulært urbant landbruk er trygg, sunn og helsefremmende å dyrke og spise.



Figur 1 Flere muligheter for sirkularitet, i denne oppgaven velges mat- og hageavfall som fokus for sirkulær ressurs. Illustrasjon laget av kandidat.

2.2.3 Problemstilling i tråd med mål

Problemstillingen tar utgangspunkt i EU sine fire hovedmål for "Mat 2030" satsing for forsknings- og innovasjonspolitik for bærekraftige fremtidstilpassede matsystem med fordeler for helse, klima, planeten og lokalsamfunn ved å gi tilstrekkelig, rimelig, næringsrik mat så alle kan leve et sunt liv (EU, u.å.). Målene inkluderer ernæring for bærekraftig og sunt kosthold, matsystemer som støtter en sunn planet, sirkularitet og ressurseffektivitet ved bruk av biomasse som ressurs og lokal mat, samt innovasjon og styrkede samfunn gjennom bærekraftig tilgang til mat i byområder og stedsbasert

matøkonomi. Problemstillingen integrerer videre fem av de ti prioriterte handlingsveiene i Mat 2030, som omhandler transformasjon av urbant matsystem, matavfall og ressurseffektivitet, mikrobiomer, mattrygghetssystemer for fremtiden, i tillegg til sunn, bærekraftig og tilpasset ernæring. Disse føringene ses som aktuelle, siden Det norske Videnskaps-Akademi (2022, s.3) hevder at Norge mangler en samlet strategi for et mer bærekraftig matsystem, ved å sammenlikne med de over hundre nasjoner som opprettet dette etter FNs mat toppmøte i 2021.

Problemstillingen om helse ved ressursvennlig mat kan være et norsk bidrag til FNs mål ved å adressere bærekraftsmålene. Norge har lengst vei å gå på mål 2 om å utrydde sult og mål 12 om ansvarlig forbruk (Sachs et al., 2022). I norsk kontekst handler mål 2 ikke om å bekjempe sult, ifølge FN-sambandet (2023a), men om å løse folkehelseproblemer som overvekt og fedme som skyldes usunt kosthold og ensidig ernæring blant eldre. De sier derfor at vi bør spise og dyrke mer frukt og grønt fremfor kjøtt, som vi spiser mer av enn anbefalt og i tillegg er for land- og energikrevende. Samtidig er det behov for å ta vare på dyrkingsjorden (FN-sambandet, 2023a) og endre kurs på at vi ligger dårlig an i overgangen til sirkulærøkonomi (FN-sambandet, 2023b). Svaret på problemstillingen kan med andre ord bidra til mål om styrket folkehelse ved å dyrke og konsumere sunne, plass- og energieffektive grønnsaker samtidig som jordkvaliteten forbedres gjennom bruk av organisk avfall som vi har overskudd av.

Organisk avfall som fokus er i tråd med at den skal brukes som sirkulær ressurs i følge internasjonale retningslinjer (FAO, 2021a, s. 4), EU sin Farm to Fork-strategi (EU, 2020, s. 8) og Norges nasjonale strategi for sirkulærøkonomi som sier landet har ambisjon om å være ledende på sirkularitet (Departementene, 2021b, ss. 6-8). Organisk avfall skal prioriteres til matproduksjon før andre formål fremhever Norges bioøkonomistrategi (Departementene, 2016, s. 9). Matproduksjon basert på organisk avfall er helt avgjørende for å øke Norges sirkularitetsgrad fra nåværende 2,4 % til ønsket 45,8 % (Circle Economy & Circular Norway, 2020, s.7).

Urbant landbruk som oppgaven handler om støttes og oppfordres til internasjonalt av FNs organisasjon for ernæring og landbruk (FAO, 2019a, s. 10 og 29) med den urbane mat system koalisjonen (The Urban Food Systems Coalition, u.å.), «Green cities initiative» (FAO, 2022c, s-3-4), «The City Region Food Systems programme» (FAO & Ruaf, 2023), klimapanelet (IPCC, 2022a, s. 42) (IPCC, 2022b, s. 21,24), naturpanelet (IPBES, 2019, s. 18) og ressurspanelet (International Resource Panel, 2021), EU (McEldowney, 2017, s. 1-29) og norske myndigheter (Departementene, 2021a, s. 5). Departementene (2021a, s. 4-15) forteller at urbant landbruk bidrar til mer tiltrekkende, pulserende, hyggelige, bærekraftige og motstandsdyktige byer, og som oppnår ønskede målresultater.

2.2.4 Å vekte helsehensyn i sirkulært urbant landbruk

Sammenheng mellom helse og matforbruk og bærekraftig produksjon er viktig å forstå bedre, i tillegg til risiko- og positive faktorer som påvirker helsen til grupper og folket som helhet forteller NIBIO (u.å.a). Det trengs innsikt i hvilken grad landbruks- og matsektoren kan forbedre faktorer i en bedre retning. Samarbeid mellom områder knyttet til mat som jordbruk, næringsmiddelindustrien, serveringsbransjen og matvarehandelen er også avgjørende for å fremme folkehelsen. Ved å se på en hel matsirkel som inkluderer flere aktører, vil forhåpentligvis risiko og positive sammenhenger mellom helse og matproduksjon og forbruk avdekkes.

Folkehelseloven peker på viktige helsesammenhenger å se på. Miljørettet helsevern fremmer at «faktorer i miljøet som [...] direkte eller indirekte kan ha innvirkning på helsen. Disse omfatter blant annet biologiske, kjemiske [...] miljøfaktorer" (Folkehelseloven, 2011: §8). Folkehelsearbeid handler om å «påvirke faktorer som direkte eller indirekte fremmer [...] helse og trivsel, forebygger [...] somatisk sykdom, skade eller lidelse, eller som beskytter mot helsetrusler» (Folkehelseloven, 2011:

§3). Oppgaven vil i tråd med folkehelseloven både berøre biologiske og kjemiske miljøfaktorer gjennom direkte og indirekte mekanismer som kan fremme eller hemme helse.

Det er positive og negative faktorer ved mat som må veies opp mot hverandre sier

Folkehelseinstituttet (u.å.) som utforsker hvordan mattrygghet, miljøgifter, tarmflora og næringsrikt kosthold påvirke helsen. Denne balanseringen av ulike hensyn antas å også være viktig for en trygg og sunn sirkuler urban matkjede.

Med bakgrunn i dette tas det utgangspunkt i at sirkelen i dette tilfelle består av følgende ledd i en matkjede sammenkoblet i hverandre:



Figur 2 Faktorer i en sirkulær urban matkjede som påvirker helse, der helsersisiko og helsegevinst må veies opp mot hverandre. Illustrert av kandidat

3.0 Tilnæringer til matsystemet

I dette teorikapittelet utforskes forskjellene mellom en sirkulær matkjede, spesielt basert på byens avfall, og den lineære matproduksjonen. Denne informasjonen kan være viktig for å forstå dynamikken i matkjeden, så en kan vurdere det sammenheng med helse i byområder.

Matsystemer omfatter trinnene og alle de som tar del i å lage, samle, forberede, fordele, spise og kvitte seg med mat, inkludert samspillet de har med økonomien, samfunnet og naturen forteller FAO (2018, s. 1). De sier endringer i matsystemet kan oppstå enten fra endringer i mindre delsystemer eller fra andre systemer som er koblet til matsystemene.

Her skiller det mellom to modeller som begge søker å levere mat til mennesker. Den ene er en lineær industriell matmodell som forbruker ressurser mer intensivt i en rett linje med mer menneskelig inngrep, kontroll og bruk av kunstige stoffer. Den andre er en sirkulær matmodell som gjenbruker ressurser i en sirkel ved involvering av naturens egne materialer og prosesser og for å opprettholde syklus av næring, der organisk avfall og mikroorganismer spiller en viktig rolle. Det skiller også mellom en risiko- og gevinsttenkning innen helse før en egen sirkulær urban modell med de ulike ledd presenteres.

3.1. Lineær modell

Den tradisjonelle lineære matproduksjonsmodellen opererer som et enveissystem, hvor materialer og energi brukes og avfall genereres (Despoudi et al., 2021, s.17). Dette tilnærmer seg matproduksjon som en industriell prosess, der ressursene tas, brukes og deretter kastes, uten en integrert tilbakeføring til systemet (Ellen MacArthur Foundation, u.å.). I denne beskrivelsen representerer den lineære matkjeden en ensrettet bevegelse av ressurser fra produksjon til avfall, uten en betydelig grad av gjenbruk eller resirkulering. Plantevernmidler blir betraktet som ekstern gjødsel, introdusert uten å være en naturlig integrert del av lokal matproduksjon. Modellen kan involvere flere stadier spredt over betydelige avstander, der ulike faser kan settes ut til andre for å øke effektiviteten.

Dagens lineære matsystem, som legger vekt på rask og stor avling, ble utviklet som respons på den økende befolkningen og overgangen fra manuelt til automatisert arbeid forteller Ellen MacArthur Foundation, 2019, s. 15-18). Denne industrialiseringen sier de introduserte maskiner, kjemiske plantevernmidler, kunstgjødsel og avlinger med høy produksjonseffektivitet.

Den lineære modellen har likevel ført til gevinster i form av nok mat til å understøtte befolkningsvekst og lønnsom produksjon, men til store kostnader for klima, miljø og helse i følge Ellen MacArthur Foundation. Denne tilnærmingen kan ses som sløsing, der verdifulle næringsstoffer kastes i stedet for å bli resirkulert. Samtidig bidrar den til uttømming av ikke-fornybare ressurser som fosfor, kalium og fossil energi. Det er også eksempler på at miljøet blir forurenset med gjødsel, plantevernmidler, klimagasser, antibiotikaresistens og matbårne sykdommer. Modellen anses av de som økonomisk kostbar, med samfunnet som bruker dobbelt så mye penger på produksjon og de negative konsekvensene for miljøet og helse som det gjør på selve matkjøpet.

Mat og landbruk er av de bransjene som bruker nest mest av råvarer, og slipper ut mer klimagasser enn energisektoren, der gjødsel spiller inn - i tillegg til beitedyr meddeler Circle Economy & Circular Norway (2020, s. 31-38). Jordens naturlige evne til å fornye seg sier de i tillegg kan svekkes av mineral- og fossilbasert gjødsel og plantevernmidler.

I Norge har matproduksjonen utviklet seg i en mer lineær retning over tid (Bardalen, 2020, s. 76). Økende bevissthet om utfordringene knyttet til denne "bruk og kast"-tilnærmingen har imidlertid ført til interesse for alternative modeller, som den sirkulære økonomien ifølge Ellen Macarthur Foundation (u.å.). Overgangen fra et lineært til et sirkulært matsystem betraktes av de som "one of the most impactful things we can do to address climate change, create healthy cities, and rebuild biodiversity".

3.2 Sirkulær modell

Sirkulærøkonomi er en overgang fra lineær økonomi i samsvar med flere definisjoner i følge Despoudi et al. (2021, s 15-16). Sirkulærøkonomi sier de handler om å være robust, bruke færre ressurser, gjenbruke materialer, unngå avfall og skade, har et gjenoppbyggende design, forbedrer verdien av ressurser og skaper positiv innvirkning miljømessig, sosialt og økonomisk. De sier konseptet, offisielt formulert av Pearce og Turner i 1989, har opprinnelse i bærekraftstankegang som startet med «romskip teorien» fra 1966. Denne teorien fremmet resirkulering som avgjørende for å bevare begrensede ressurser i et miljø, enten det gjaldt et romskip eller hele planeten.

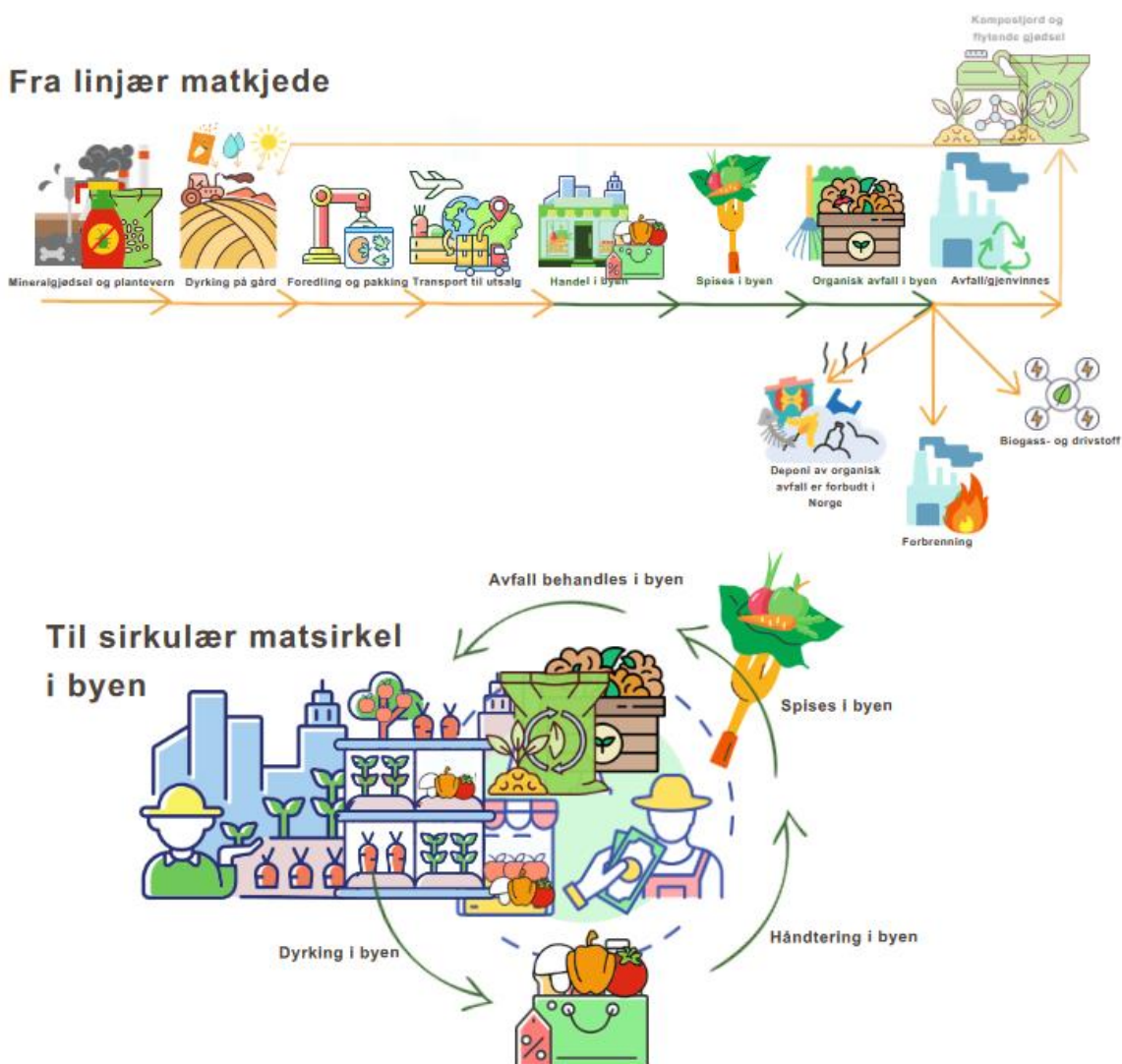
Sirkulære matkjeder refereres her til en bærekraftig måte å produsere mat på, som minimaliserer avfall og optimaliserer bruk og verdi gjennom hele livssyklusen. Dette oppnås ved å gjenbruke, resirkulere og integrere avfall tilbake i systemet, støttet av naturens egne sykluser og prosesser. Det vil si at organisk avfall, i form av mat- og hageavfall blir returnert til jorda som kompost som mikroorganismer bryter ned til naturlige næringsstoffer som planter kan absorbere og nyttiggjøres.

At mat er produsert på sirkulært vis er imidlertid ikke noe nytt, det har alltid vært en del av sirkulære prosesser i naturen, der organisk materiale er avgjørende for en sunn balanse uten avfall (Circular Economy & Circular Norway, 2020, s. 31-38). Ellen Macarthur foundation (u.å.) beskriver at sirkulære matsystemer

mimics natural systems of regeneration so that waste does not exist, but is instead feedstock for another cycle. [...] These cycles regenerate living systems [...] In a circular economy, food is designed to cycle, so the by-products from one enterprise provides input for the next

Kompostering kan anses som en naturbasert løsning som kan øke sirkularitet i bydyrking (Canet-Martí et al., 2021, s. 15-17), å gjenbruke næringsstoffer i tråd med hvordan naturen gjør det. For eksempel vokser skogsmat som bær og sopp naturlig uten menneskelig gjødsling, takket være mikroorganismer som naturlig frigjør gjødsel ved nedbryting av blader og annet organisk materiale som treffer skogbunnen, så stoffer planter og vi trenger kan brukes på nytt. Sirkulære matsystemer er altså ikke bare en motreaksjon på bærekraftige lineære matkjeder, det handler også om å etterlikne naturens sykluser og bruke avfall som innsats i nye sykluser.

Fra linjær matkjede



Figur 3: Fra linjær matkjede med flere fordyrende ledd, mer ressursbruk, forurensning og lagring over til små sløyfer med færre ledd i byen som kan gi ferskere varer og bedre kontroll på leddene i matkjeden og forbrukermedvirkning til matkvalitet. Illustrasjon laget av kandidat.

3.2.1 Sirkulær matmodell i byen

Sikringen av bærekraftig forvaltning av naturressurser og forebygging av avfall er sentralt innen miljøaspektet av tiltalende og bærekraftig byutvikling (Ascher et al., 2019, s. 36-38). Ifølge departementene (2021a, s. 7-34) representerer sirkulær ressursbruk en nøkkelegenskap ved urbant landbruk, potensielt støttende for en progressiv, bærekraftig forbedring av det urbane miljøet. De påpeker at by dyrking innehar betydelige muligheter for å skape verdi av rester, avfall og energiresurser som for øyeblikket går til spille, ved å utforme systemer som integrerer næringsstoffer og biologisk materiale tilbake i kretsløpet.

Overgangen til sirkulærøkonomi kan utgjøre en betydelig innvirkning i urbane områder, fordi byer forbruker og kaster mest mat, samtidig som de slipper ut mest klimagasser (Zou et al., 2022, s. 16-17). Sirkulær matproduksjon kan sees som en innovativ tilnærming mot økt bærekraftig utvikling, ifølge Focker et al. (2022, s. 9). Martin et al. (u.å.) sier at fremtidsbyer finner måter å bruke mindre energi og ressurser på gjennom intelligent utnyttelse av avfallsstrømmer. De opplyser om den voksende populariteten til sirkularitet og urbant landbruk, og oppfordrer forskningen til å fokusere på

samspeillet mellom urbant landbruk, sirkulær økonomi og samarbeid i bymiljøet. Dette inkluderer undersøkelser av bærekraftig matdyrking i byen, effektiv bruk av matproduksjonsrester og teknologiske løsninger for å fremme sirkularitet. Ellen McArthur Foundation (u.å.) sier at "Cities, and everyone within them, have a unique opportunity to spark a transformation towards a circular economy for food."

Dette kan matche bra med at den globale befolkningen viser en økende interesse for helse, samfunnsansvar, etikk og miljø, som gjenspeiles i et voksende ønske om bærekraftig, råvarebasert mat (Erälinna & Szymoniuk, 2021, s. 1). Spesielt i byer er det økende forbrukerkravet for bærekraftig produsert, fersk og lokal mat (EU, 2020, s. 4).

FAO et al. (2022a, s. xiii) argumenterer for at by dyrking positivt kan påvirke matsikkerhet og robusthet overfor ernæringsmangler, kostholdsrelaterte sykdommer, økt befolkning, urbanisering, klimaendringer, pandemier og begrensede dyrkingsarealer. Urbant landbruk anses av International Resource Panel (2021, s. 9) som veldig viktig for sirkulærøkonomien, spesielt når det kombineres med håndtering av matavfall og fremmer sunne kostholdsendringer. Byjordbruk spiller en avgjørende rolle i de urbane kretsløpene ved å utnytte ressurser som næringsstoffer og vann, i stedet for å la dem gå tapt som avfall eller avløpsvann (Canet-Martí et al., 2021, s.1). Også i norsk kontekst hevder Eiter et al. (2022, s. 8) at urbant landbruk kan styrke den sirkulære økonomien ved å resirkulere organisk materiale, næring og vann lokalt i byen.

3.2.2 Kompostering som sirkulær sløyfe i byen

Bykompostering, en praksis med røtter i historien, har gjenvunnet popularitet som en populær bærekraftsløsning, ifølge Tendero & Phung (2021, s. 40-43). De belyser de mangfoldige fordelene for jordfruktbarhet denne praksisen kan gi for innenfor urbant landbruk:

Compost helps sustain urban agriculture and is the source of numerous benefits in the multifunctional context of the city. In physical terms, the use of compost improves the soil's structure, reducing the risk of soil erosion by wind and water. Compost also increases the soil's water retention capacity, making it more drought-resistant. Compost improves the soil's plasticity, density and structure. Chemically speaking, the use of compost increases the soil's carbon, nitrogen, phosphorus and potassium content, as well as trace elements and organic matter. These substances are necessary for plant growth, and therefore for soil fertility. In biological terms, compost contains significant biomass and supports an extremely rich microbial population. Applying compost also increases microfauna in the soil.
(Tendero & Phung, 2021, s 46)

Mold er en liten, men viktig bestanddel i jorden som gir grunnlag for plantevekst, og alt annet liv forteller Jøner & Granlund, (2023, s. 43-36 og 182). Organisk materiale sier de kan deles inn i ferskt organisk materiale og mold, der kompost faller inn under ferskt organisk materiale og består for eksempel av planterester. Kompost inneholder mineralnæringsstoffer som planter trenger for vekst, samtidig som den fungerer som energi- og næringsgivende mat til livet i jorda så de kan utføre sine aktiviteter.

Kompost styrker jordens kvalitet både fysisk, kjemisk og biologisk, og gir positive effekter for bysamfunn, økonomi og miljø (Kawai et al., 2020, s. 36). Det er en smart avfallsbehandling som i tillegg reduserer miljøforurensning ved å minimere avfallsmengden (Majeed et al., 2021, s. 255). Miljødirektoratet (2022) utdyper at kompost ikke bare skaper et jordforbedringsprodukt, men også

reduserer avfallsproblemene metanutslipp, forurensning fra næringsstofflekkasje, lukt og skadedyr. Kompost laget av matavfall kan også redusere matsvinn og forbedre verdien av biomasse, støtte jord- og planters helse, samt ha en beskyttende effekt på avlinger (FAO, 2021b, s. 2). Det kan bidra til utfasing av torv (Meld. St. 45 (2016–2017), s. 6) og organisk avfall fra byområder hjelper til med å redusere bruken av kunstgjødsel (Asselt et al, 2023, s.10321). Tilførsel og syklus av organisk materiale fremmer livet i jorda som igjen virker positivt på den generelle jordhelsen og dermed funksjoner og tjenester den gir oss mennesker (Landbruksdirektoratet, 2020, 35-36).

Først bør det imidlertid vurderes om det er hensiktsmessig å kompostere. Matavfallshierarkiet, som EEA (2020, s. 25) forklarer, peker på forebygging av matavfall som den beste tilnærmingen. Det er først når maten ikke kan brukes til mennesker eller dyr, at den bør gjenvinnes gjennom kompostering eller anaerob nedbrytning. Alternativer som å brenne mat til energi er mindre ønskelige, og nederst på hierarkiet finner vi forbrenning uten energiutnyttelse, deponering eller avløpsbehandling.

For kompost av høy kvalitet er riktig og trygg håndtering av det organiske avfallet viktig. Å optimalisere faktorer for effektiv kompostering er avgjørende for et kvalitetsprodukt forteller Fuchs (2017, s. 195-199), der tilpasning av temperatur, fuktighet, lufttilførsel, forholdet mellom karbon og nitrogen og typen avfall er essensielt for et vellykket trygt resultat. Aguilar-Paredes et al. (2023, s. 2) forklarer at det er mikroorganismer som står for komposteringsprosessen ved å bryte ned organisk materiale, som resulterer i næringsrik kompost som ligner på mold. Gjennom mikrobiell nedbryting løsnes komplekse stoffer opp så de blir enklere, og komposten omdannes gradvis til mold.

Denne forvandlingen skjer gjennom faser, en aktiv der nedbrytningen skjer raskt og temperaturen øker på grunn av mikroorganismenes aktivitet. Dette etterfølges av en stabiliseringsfase der temperaturen synker, og det dannes et mer stabilt og humuslignende materiale (Aguilar-Paredes et al. (2023, s. 2)(Wail & Brady, 2017, s. 595). Jøner & Granlund (2023, s.182) sier en kompost "har gjennomgått en mikrobiell omdanning slik at den er stabil i den forstand at den ikke fører til høyt oksygenforbruk når den inngår i et dyrkingsmedium eller blandes i jord"). Bakterier kan nemlig bruke så mye oksygen når de raskt nedbryter ferskt materiale så det går på bekostning av oksygen til annet liv i jorda. Den er først klar til bruk når de lettest nedbrytbare stoffene er brukt opp og ikke gir annet liv i jorda oksygenmangel. Da er den er såkalt moden.

4.0 Metode

4.1 Metodevalg på et tverr- og transfaglig masterprogram

En fleksibel tilnærming som tar hensyn til flere perspektiver gjenspeiler fokuset til det nylig etablerte tverr- og tverrfaglige masterstudiet i urbant landbruk. Denne mastergraden, tilknyttet alle syv fakulteter ved NMBU, gir studentene erfaring med studentdrevne, tverr- og tverrfaglige metoder som er en relativt ny tilnærming innen universitetet som studeres med aksjonsforskning for å få erfaring på læremetodene (Gjømterud, u.å.). Studiet har utfordret student team med forskjellig fagbakgrunn til å løse reelle problemstillinger fra det offentlige og næringsliv utenfor universitetet for å utvikle "evnen til å se sammenhengen når flere fagområder må involveres" (NMBU, u.å.). For øvrig er studiet studentstyrt med kreativ frihet så lenge det er innen vitenskapelig standard.

Det anbefales en helhetlig tilnærming til oppgavens tema. For å håndtere dilemmaer knyttet til sirkulær matproduksjon sier Vitenskapskomiteen for mat og miljø (VKM, 2022, s. 9-17) at en helhetlig og kritisk tilnærming på tvers av fag og sektorer er viktig. Nasjonal strategi for urbant landbruk påpeker at et det er et behov for kunnskap om hvordan tverrfaglig forskning kan fremme sirkulære løsninger i urbant landbruk (Departementene, 2021a, s. 31).

Masteroppgaven vil derfor til en viss grad reflektere noe tverrfaglighet selv om den skrives av en enkelt kandidat, ved å ha veiledere fra to forskjellige fakulteter med komplementære fagbakgrunner til kandidaten og oppgaven. Gjennom dette dekkes områder som menneskehelse, dyrehelse samt jord- og plantehelse, for å oppnå en helhetlig forståelse av sammenhengene i en bærekraftig urban matkjede.

Tverr- og transfaglig forskning krever en ny form for erfaringsbasert kompetanse som det er mangel på og utfordrende å systematisk utvikle ved institusjonene, ifølge Svartefoss og Borlaug (2022, s. 2-3). De sier tverrfaglig forskning innebærer å bruke metoder fra ett fagområde for å løse problemer i et annet, eller å kombinere metoder og perspektiver fra fagområder for å utvikle og løse problemstillinger eller skape nye teorier utover vanlige kunnskapsområder. Denne forskningen kan være akademisk orientert rettet mot akademiske utfordringer ved å anvende metoder og teorier fra flere fagområder, eller rettet mot problemer av sosial, teknisk eller politisk karakter. Problemorientert forskning kan oppleves mer kortsiktig og møte hindring for etablering av nye fagområder samt for utviklingen av institusjonelle strukturer som støtter denne tverrfaglige forskningen. For transfaglig forskning sier de det ikke eksisterer noen standard metode, men at den typisk er situasjonsavhengig og problemorientert der aktører utenfor academia inkluderes i et spekter fra kunnskapsdeling til aktivt samarbeid.

Tilnærming må balanseres med forankring i egen fagbakgrunn. Min fagbakgrunn er bachelor i sykepleie og ettårsstudium i medisin grunnfag. Sykepleieren har utviklet seg med tiden til å favne et bredt ansvarsområde, og essensen i profesjonen er mye diskutert forteller Strandås (2019). Hun nevner det kan handle om å fremme menneskers helse og velvære, på forskjellige måter gjennom å for eksempel dekke grunnleggende behov som mat og ernæring, til å koordinere for å oppnå helsemål. Ny definisjon på sykepleie inkluderer også ordene; system, autonomi som fagutøver og tverrfaglighet som deler av yrket (Royal College of nursing, 2023) Å undersøke hvordan sirkulært urbant landbruk påvirker helse gjennom sunn og trygg mat og ernæring på systemnivå, tolkes på bakgrunn av dette som et relevant sykepleiefokus.

4.2 Narrativt litteraturstudie

Det finnes flere ulike fremgangsmåter for å undersøke denne problemstillingen. Grunnleggende sett kunne man gjort laboratorieforsøk, men jeg har verken kompetanse, tid eller tilgjengelige ressurser til å gjøre slike forsøk. Et alternativ kunne være å intervju personer og forskningsmiljøer som har drevet slik forskning. Da forskningen er internasjonal ville dette krevd mer tid og ressurser enn jeg har til disposisjon. Jeg har derfor valgt å sammenfatte tilgjengelig litteratur. En slik metode samsvarer godt med målet om tverrfaglighet, samtidig som den gir mulighet for å sammenholde resultater fra ulike fagområder. Den har også den fordelen at den er mindre ressurskrevende, men innebærer også en del utfordringer. For det første kan det være vanskelig å få oversikt over all relevant litteratur, for det andre kan det være vanskelig å vurdere kvaliteten av de ulike arbeidene og det er krevende å gjøre et representativt utvalg av resultater. En må være på vakt mot å favorisere resultater som passer best med egne meninger. For å sikre et mer nyansert resultat har jeg derfor valgt å se både på fordeler og risikoer.

Metoden litteraturgjennomgang, er ifølge Persson (2021, s.13) en «en systematisk kunnskapsoppsummering». Persson (2021, s. 13-17) sier dette innebærer å gå igjennom og oppsummere forskning som finnes om et bestemt emne gjennom spørsmålstilling, søk, sortering, syntese, skriving og systematisering. Selv om vitenskapen ikke kan gi en endelig og absolutt sannhet, sier han at metoden sikter på en omfattende forståelse av tilgjengelig kunnskap som er vitenskapelig anerkjent om emnet.

Forskjellige betegnelser for litteratur som oppsummerer annen litteratur både systematisk og ikke-systematisk er litteraturstudie, oversiktsartikkel, kartleggingsoversikt og kunnskapsoppsummering - der systematisk variant bruker forhåndsdefinerte, systematiske, tydelige og etterprøvbare metoder for å finne alle relevante studier som svarer på et definert spørsmål (Universitetsbiblioteket, 2022). Sutton et. al (2019, s. 204-216) identifiserte 48 varianter av litteraturgjennomganger og gruppert metodene i syv overordnede kategorier: konvensjonelle, systematiske, raske, kvalitative, formålsspesifikke, kvantitative og kvalitative kombinert samt gjennomganger av tidligere gjennomganger. De foreslår innføring av en enhetlig kategorisering av litteraturgjennomganger basert på kjennetegn siden antallet forskjellige typer har økt de siste tiårene, men veiledning på hvordan man finner og vurderer relevant forskning for de ulike typene er begrenset.

For å finne riktig type litteraturstudie ble det brukt et verktøy fra Cornell University Library i USA (Cornell University Library, u.å.). Deres flytskjema anbefaler å bruke narrativ litteraturgjennomgang med tanke på tilgjengelig tid og krav til flere personer for en upartisk screening av mer intensive litteraturgjennomganger. De beskriver den narrative metoden som et bredt begrep som refererer til gjennomganger med bredt omfang og ikke-standardiserte metoder. Søkestrategiene, omfanget og tidsperioden som dekkes, varierer og følger ikke en etablert protokoll.

Når den narrative litteraturgjennomgang gjennomføres mer systematisk, gir den likevel til forskning innenfor et bredere område, men denne konvensjonell har svakhet med mindre etterprøvbare enn en systematisk gjennomgang ifølge Sutton et. al (2019). NTNU Undervisning (2018, 11:1) beskriver fordeler og begrensninger mellom tradisjonell narrativ og systematisk tilnærming til litteraturgjennomgang der begge har sin verdi og valg avhenger av formålet, forskningsspørsmålet, tidsrammen og ut behovet for enten bredde eller dybde. Der den narrative metoden egnest ved komplekse mangfoldige emner grunnet overordnet forståelse av et felt ved å inkludere ulike metoder og perspektiver fremfor detaljert beskrivelse, samt rom for kreativitet og fleksibilitet i bevisst utvalg av relevante studier basert på søk, utforskning og følge forskningstråder etter en hensikt fra en studie til en annen, en mer helhetlig vurdering av kildekritikk fremfor sjekklister, og der en sammenligner og drøfter funnene av ulike perspektiver. Narrativ metode som identifisere og analysere de eksisterende

narrativene som finnes i forskningslitteraturen – som passer til vid tilnærming til kompost med utgangspunkt i den urbant sirkulært landbruk med kartlegging av positive og negative helseutfall for hvert av leddene i matsirkelen.

Valget om å benytte en litteraturgjennomgang som metode for å utforske forbindelsen mellom menneskers helse og kompost har blitt gjort av flere grunner. Kompleksiteten i kompostens sammensetning og utfordringene med å isolere spesifikke helseeffekter på grunn av interaksjoner og variasjoner, som gjør innhenting av omfattende og tidkrevende primærdata krevende innenfor denne problemstillingen og oppgavens ramme. Litteraturgjennomgang er hensiktsmessig for å utvikle en helhetlig forståelse av mulige helseeffekter med de nevnte kvalitetene. Selv om det er begrensninger ved denne tilnærmingen, som for eksempel manglende kontroll over studiene og variasjoner i metoder, gir den en fleksibilitet og flere perspektiver som er verdifulle i denne sammenhengen. Det er imidlertid nødvendig å være oppmerksom på risikoen for skjevhet i informasjonen, og dette forsøkes håndtert ved å balansere positivt helsepotensial mot mulige risikoer.

Denne oppgaven har integrert flere typer kilder sammenlignet med en konvensjonell litteraturstudie ved å inkludere relevante vitenskapelige forskningsartikler som formidler ulike synspunkter innen feltet, i tillegg til rapporter og annen litteratur som reflekterer både aktuelle faglige og samfunnsmessige føringer, forfattet av både forskere, men også eksperter på området i tillegg til egne refleksjoner fra brukerperspektivet i diskusjonsdelen. Dette samsvarer med transfaglighet som en verdi fra masterprogrammet i Urbant landbruk om å vektlegge samspill mellom ulike interessenter, og det brobygge mellom det teoretisk akademiske og praktisk relevante og gjennomførbare med samfunnsrelevans utenfor universitetet (NMBU, u.å).

4.3 Metodebruk

For datainnsamling følger studien en metodisk tilnærming med en innledende generell forståelse av problemområdet, etterfulgt av en spesifikk Boolean-søkemetode som inkluderer nøkkelord som "circular," "circular food system," "urban agriculture," "urban," "bioeconomy," "hazards," "health," "food safety," "human health," "microbiota," "contaminants," "biowaste," "compost," «remediation», "regulations", "legislation" i ulike kombinasjoner.

Søkene utføres på forskningsdatabaser som Web of Science og Science Direct, samt Google Scholar, med inkludering av artikler basert på relevans i tittel og abstrakt. Også søkt noe direkte i Nature, som er et anerkjent vitenskapelig tidsskrift, som publiserer forskning innenfor flere vitenskapelige disipliner relevant for problemstillingen. Fagfelleverderte artikler, primær- og sekundærlitteratur, samt retningslinjer fra internasjonale anerkjente organisasjoner som FAO, WHO, EU og nasjonale instanser som Regjeringen inkluderes. Videre benyttes pålitelige kilder som FN-sambandet, NIBIO, NINA, den vitenskapelige komiteen for mat og miljø, og Microbiome Support.

Det er en eksplosiv økning i årlige forskningsutgivelser, som nådde 2,8 millioner bare i 2022, påpeker Kristiansen (2023) med total mengde som har doblet seg på 7 år. Dette skaper utfordringer for enkeltpersoner, inkludert eksperter innen smale fagfelt, som sliter med å holde tritt og finne høykvalitetsresultater i den enorme mengden informasjon. Denne oppgaven utforsker krysningspunktet mellom store fagområder som mat, helse, kjemi og biologi, og hele matkjeden, og krever ressurser fra ulike disipliner for å forstå komplekse sammenhenger. Fokus ligger derfor på å identifisere ulike narrativer i forskningen knyttet til problemstillingen, i stedet for å forsøke å kontrollere all tilgjengelig informasjon, noe som anses som urealistisk for denne individuelle 30-studiepoengs oppgaven. Studien bruker oversiktsartikler som en måte å utforske narrativer uten å kunne dykke dypt inn i hver spesifikk tematikk. Fokus ligger på å oppnå helhetlig innsikt innenfor de

gitte rammer og ressurser.

Jeg har brukt kunnskapspyramiden (Helsebiblioteket, 2017, 3.2 Kildevalg) som veiledning for å velge pålitelig forskning, der kilder øverst i pyramiden foretrekkes for oppsummert og kvalitetssikret informasjon. Prioriteringen går fra kunnskapsbaserte retningslinjer/systemer/kliniske oppslagsverk, deretter systematiske oversikter før enkeltstudier. Å vektlegge syntetisert kunnskap er en ressurseffektiv tilnærming i en begrenset oppgave og støtter målet om å oppnå overordnet forståelse av problemstillingens narrativer. Enkeltstudier er også tatt med, men tillagt mindre vekt.

Litteraturen ble valgt på bakgrunn av relevant tittel og sammendrag. Identifiserte temaer i innsamlede kilder ble kategorisert etter om temaene formidlet helserisiko eller gevinst og koblet til ledd av matkjeden de passet til.

4.4 Muligheter og begrensninger ved tilnærming, fagperspektiv og forståelsesrammer

Dette emnet som handler om samspillet mellom kjemikalier, biologiske prosesser og helse innen avfallshåndtering og matproduksjon, berører flere kunnskapsfelt. Utfordringen ligger i å finne balansen mellom å forstå helheten av hvordan ulike områder påvirker hverandre for en nyansert forståelse i tråd med tverrfaglige idealer og samtidig forankre tilstrekkelig innenfor eget fagfelt innenfor tidsrammene.

Å være oppmerksom på mangfoldet av perspektiver har gjort det utfordrende å avgrense temaet tilstrekkelig. Jeg håper oppgaven lett kan forstås fra ulike vinkler, men erkjenner at eksperter fra andre fagfelt kan se perspektiver som ikke er tatt i betraktning, eller de kan oppleve kunnskapsnivå på det som berører deres eget hovedområde som for grunnleggende, avhengig av deres bakgrunn.

Jeg anerkjenne mangfoldet av helseperspektiver i forskningen rundt samspillet mellom kjemikalier, biologiske prosesser og helse i et matsystem. Å plassere kilders helseforståelse i forhold til andre kan være viktig for en helhetlig forståelse av forskningslandskapet knyttet til problemstillingen. Assmuth et al. (2020, s. 71-85) påpeker spennet fra optimistiske til pessimistiske perspektiver, som begge kan undervurdere eller overvurdere helsepotensialet og risikoene, samt et strekk fra avgrensede til brede måter å se helse på. Komplekse helseutfordringer sier de gir behov for en integrert forståelse av helse som involverer mer enn verdens helseorganisasjon sin menneskesentrerte definisjon av helse. Å reflektere over samspillet mellom ulike helsebegreper, og bruke det tverrfaglige team sin egne unike helseforståelser skreddersydd for deres spesifikke behov, kontekst og mål mener de er nødvendig for å en meningsfull måte å løse helseutfordringer.

Jeg har valgt et sykepleieperspektiv med forebyggende tilnærming snarere enn en behandlende modell. Primærforebyggende arbeid søker å forhindre helseproblemer før de oppstår og bevare eller fremme god helse ved å adressere rotårsakene og risikofaktorer, som eksempelvis tidlig identifisering av risiko for sykdom eller helseopplysning (Braut & Larsen, u.å). «Fagbrillene» mine har et glass har et fokus, og Sekundær-, og tertiærforebygging omtales ikke. «Universell forebygging» handler om implementering av brede tiltak positivt for samfunnet, mens «selektiv forebygging» er rettet mot spesifikke sårbare grupper med økt risiko (Major et al., 2011, s. 8). Glassene innehar også litt fokus på universell forebygging gjennom eksempelvis lovreguleringer og forbedre tilgang til sunn mat, sårbare grupper nevnes kort uten å gå i dybden.

Selv om primærfokus er på helseeffekter for mennesker, strekker den seg også inn i andre helsesammenhenger knyttet til avfall, jord, planter og mikroorganismer. Flere kilder nevner dette i lys av "én-helse"-perspektivet. Dette perspektivet anerkjenner den gjensidige påvirkningen mellom

menneskers, dyrs og naturs helse - avgjørende for å sikre menneskers livsgrunnlag og styrke motstanden mot globale helseutfordringer (Amuasi et al., 2020, s. 1469-1470). Denne tilnærmingen er aktuell ved at den legger vekt på trygg og sunn mat, som er en sentral del av den globale én-helse handlingsplanen (FAO et al., 2022b, s. 39-43). En-helse tilnærming kan også bidra til å utvikle urbant landbruk til et mer bærekraftig matsystem (Ebenso et al., 2022, s. 1). Bioøkonomi deler dessuten de samme målene om bærekraft og helse for mennesker, dyr og økosystemer som dette begrepet. Videre kan samarbeidet mellom én-helse-tilnærmingen og bioøkonomi redusere helsefarer ved å erstatte kjemiske stoffer med naturlige biologiske alternativer (FAO, 2023). NIBIO (u.å.b) sier én-helse i sirkulære løsninger er relevant når en ser på samspillet mellom plante-, jord-, vann-, dyre- og folkehelse i både bærekraftig norsk konvensjonell og ny type produksjon av mat. Ved gjenbruk av biologisk avfall til nyproduksjon sies det at tilnærmingen er egnet til å forstå videreføring og akkumulering av stoffer i mat, med tanke på mattrygghet og helsefordelaktige stoffer for sunn mat.

5.0 Narrativer i litteraturen

Dette kapitlet innledes med en gjennomgang av gjeldende lovverk og normer for sirkulær matproduksjon, for å danne et rammeverk og en kontekst for å forstå funnene i. Deretter presenteres hva identifiserte narrativer i litteratur sier om ønskede og uønskede kjemiske stoffer og organismer i matkjeden ved kompostering av mat- og hageavfall. Og til slutt nevnes noen mulige tiltak og hvordan sirkulært urbant landbruk kan ta hensyn til og adressere helseutfordringer i byer.

5.1 Regler og normer for trygg og sunn sirkulær dyrking

Dette kapitlet fokuserer på hva regelverket og normer som bør følges for en sunn og trygg for kompostering.

5.1.1 Relevant lovgivning

Matloven (2003) er opprettet for å bedre helsen til menneskene som spiser og produserer mat, men og med hensyn til dyr, planter og miljø. Mattilsynet har ansvar for å ivareta trygg mat og helse for mennesker, dyr, planter og miljø gjennom regelverk, tilsyn og rådgivning (Mattilsynet, 2023b). For å unngå helseskadelige stoffer og smitte setter loven føringer for fremstilling av mat, vann og innsatsfaktorer som går med (Matlloven, 2003: §1-2). Hygienen skal være god (Matlloven, 2003: §7), og hvis en oppdager at mat eller innsats er risikabel for helsen er den forbudt å servere eller selge (Matlloven, 2003: §12), mattilsynet skal få beskjed (Matlloven, 2003: §6) og aktiviteten kan måtte legges ned (Matlloven, 2003: §25)

Urbant landbruk avgrenset til egen husholdning gir friere produksjon og bruk av kompost, men krever bevissthet på hva komposten lages av. Mattilsynet (2023c) gir grønt lys til kompostering av eget avfall fra hage og rester fra mat, men råder til å sjekke lokale føringer for matavfall.

Privatpersoner sier de kan sikre helse ved å bruke skadedyrsikker tett varmkompostering, samt ikke putte risikable ingredienser i komposten som større deler av døde dyr, ekskrementer fra kjæledyr eller mennesker, snittblomster og planter som kan spre sykdom eller fortrenge stedegen natur. Mat som dyrkes til seg og sine på kompost laget av eget matavfall sier de er greit for familier, nabo- og borettslag og på privat parsell.

Det trengs godkjenning av mattilsynet hvis mat som dyrkes skal deles med flere enn privat, hvis kompost lages på avfall fra andre og hvis komposten inneholder matavfall. Mattilsynet (2023c) nekter at egen kompost på matavfall brukes til mat som skal serveres eller selges og til andelslandbruk eller andres parseller som gjelder flere enn de en bor nær. De forbyr også hjemmekompostering av virksomheter sitt matavfall, men kan godkjenne matrest fra storkjøkken hvis kompostmåte holder hygienisk standard.

Produkter med rester av dyr kan "utgjøre en risiko for folke- og dyrehelsen og for miljøet og utgjør samtidig en ressurs som bør utnyttes på en trygg måte" (Animaliebiproduktforskriften, 2016: §2). Matavfall skal følge EU og forskriftens regler for hygienisering fordi det et animalsk biprodukt som kan inneholde dyrepartikler.

Smittevernsregler er strengere for virksomheters næringsavfall. Mattilsynet (2023a) skal godkjenne at restauranter, kantiner, barnehager og skoler sin selvkompostering av egen matrest er trygg, hvis de ikke gir det til et kvalitetssikret kompostanlegg.

Varmebehandling av kompostbiter i lukket egnet beholder for kompost til mat kreves.

Godkjenning av kompostering utføres av Mattilsynet (2023a) som forsikrer at kompost håndteres på en måte som ikke gjør mennesker, dyr og planter syke av stoffer fra avfall. Mattilsynet vektlegger

at kun varmkompostering imøtekommer hygienekravet for godkjenning ved at kompostens kuttet opp til partikler mindre enn 12mm størrelse, som varmes til 70 grader i en time i egnet beholder for større profesjonell bruk. Denne prosedyren sier de gjelder uansett om komposten kun består av plantemateriale og fri for mer risikable dyrerester. Brukes annen type kompostering må en vise mattilsynet at kravene til hygiene likevel følges. Bokashi- eller markkompost er for eksempel ikke godt nok, med mindre det varmebehandles i tillegg.

Krav til kvalitet og risiko øker ved bruk til mat og mye kompost. Mattilsynet (2023a) forteller at mengden av tungmetaller avgjør hvor og hvor mye det er trygt å bruke av komposten, og skal sjekkes ved matdyrking og hvis det produseres mer enn 2 tonn kompost tilsvarende halve vekten i tørket tilstand. Komposten sier de videre at skal være fri for plagsom lukt, miljøgifter, metall, glass og plast.

For å ivareta helse bør en beskyttes mot støv, smuss, uønskede stoffer og planlegge bruk av komposten. Mattilsynet (2023a)(2023c) anbefaler både private og virksomheter håndvask, hansker og vanne den for å dempe inhalasjon av partikler som kan virvles opp ved kontakt med kompost. For å minske risiko for smitte bør en videre forsyne jorden med kompost en stund før dyrking, på områder tiltenkt frukt, bær og grønt som skal spises ferskt.

Avfall og biprodukter kan brukes hvis det ikke gir forurensning med uønskede effekter på helse eller miljø (Forurensningsloven, 1981: §5). Det skal tenkes helhetlig igjennom om ens handlinger skaper et avfalls- eller forurensningsproblem som gass, væske eller stoff til omgivelsene med uheldig påvirkning på helse, trivsel og natur. Å unngå at forurensning blir til, at det blir mer av det, og minske det som har allerede har sluppet ut i miljøet, i tillegg til å bedre mengden og håndtering av avfall virker bekyttende (Forurensningsloven, 1981: §1-2, 6). Det må søkes for å få resirkulere avfall, for å sikre helse og risiko i fremgangsmetode (Forurensningsloven, 1981: §33).

Kompost til gjødsel og for kvalitetsbedring av jorden skal garanteres at er trygge, ved å ha gjennomgått en behandling av som sikrer menneskers, dyrs og planters helse i forhold til foruresning, tungmetaller og smitte (Forskrift om gjødselvarer, 2003). Mattilsynet kan nekte gjødselprodukter som kan skade miljøomgivelser og plante-, dyre- eller menneskehelse, og det ikke verken tillatt å selge eller ta inn gjødselprodukter som bryter standard for kvalitet (Forskrift om organisk gjødsel, 2003, § 9). Kvalitetskriterier for kompost inkluderer sanering for å hindre sykdom (Forskrift om organisk gjødsel, 2003, § 10–3) og begrensning for mengde tungmetaller (Forskrift om organisk gjødsel, 2003, § 10–1), unaturlige kjemikalieforurensning (Forskrift om organisk gjødsel, 2003, § 10–2) og visuelle fremmedrester (Forskrift om organisk gjødsel, 2003, § 10–6). Stabilitet (Forskrift om organisk gjødsel, 2003, § 10–4) og begrenset forurensning er viktig i gjødselkvalitet, der klasse 0 er egnet for matdyrking pga. strenge trygghetsstandarder (Forskrift om organisk gjødsel, 2003, § 10–6).

Helsen for den som arbeider med kompost skal ivaretas. De som komposterer skal skjermes for brann, skadelige stoffer (Brann- og eksplosjonsvernloven, 2002, § 1) samt støv og biologiske trusler (Arbeidsmiljøloven, 2005, § 3-1)

5.1.2 Normer for gjenbruk av organisk materiale

Et grunnleggende prinsipp er at mat fremstilt sirkulert er trygg og sunn forteller FAO (2021a). Dette er et av 10 prinsipper bioøkonomien bør følge for å sikre trygg og sunn mat på en bærekraftig måte som oppnår alle bærekraftsmål. Retningslinjer, teknologi og verktøy sier de bør brukes for å minske risiko for helse i maten, sykdommer relatert til kosthold, samt konsekvenser klima og forurensning gir helsen. De krever videre at bioøkonomien skal bedre byenes bærekraft og motstandsdyktighet for nok vann, mat, energi og sunt miljø i møte med fremtidsutfordringer.

Behov for å regulere urbane matsystemer med tilpassede retningslinjer vektlegges av FAO (2022a, s. tegn x). Eiter et al. (2022, s. 9) påpeker også nytten av spesifikke regler for urbant jordbruk, da dagens retningslinjer ikke dekker dette kompostområdet mellom industriell- og husholdningpraksis tilstrekkelig. Focker et al. (2022, s.9) forteller at oppdatering av regulering har utfordringer med å holde tritt med rask utvikling av bærekraftinnovasjoner som sirkulære matsystemer for å beskytte helse med trygge rammer. Focker et. al. (2022) oppfordrer videre til å følge gjeldende mattrygghetsregelverk i landet og regionen som sikring for matens trygghet og kvalitet, men sier samtidig at tilpasninger og utvikling av forskrifter og retningslinjer gjennom interessentsamarbeid mellom myndigheter, forskere, næringsliv og andre kan være nødvendig sikre trygg bruk av nye biprodukter i matproduksjonen, fremme praksiser som er bærekraftige og garantere matsikkerhet. For å identifisere mattrygghetsfarer i sirkulærøkonomien foreslår de måling av akkumulering og fordeling av farer i matproduksjonssystemet, samt utvikle kontroll- og risikoreducerende strategier.

Ifølge den internasjonale gjødselkodeksen bør regjeringer, i samarbeid med relevante interessenter, oppmuntre til å ta i bruk gjenbruks næringsstoffer, inkludert lokale kilder som kompost, under forutsetning av at de er av høy kvalitet og trygge uten risiko for organismer og miljø. De bør sikre tilgjengelighet av informasjon om både næringsinnhold og forurensning i disse kildene og etablere retningslinjer for trygg bruk som beskytter mennesker, dyr, jord og miljø. De bør i samarbeid med organisasjoner, forskningsinstitusjoner, akademia og industri fremme forskning, kunnskapsdeling og teknologiutvikling og teste gjenbrukskilder for sikkerhet og ønskede fordeler. I samarbeid med internasjonalt samarbeid, standarder og beste praksis, baseres seg på oppdatert vitenskap og fastsette regler for gjødselkvalitet som inkluderer innhold av næring, tungmetaller, skadelige mikrober, giftstoffer og tilsatte materialer (FAO, 2019b, s.24-28). Bønder og brukere oppfordres til å bruke mest mulig resirkulerte næringsstoffer til avlingene samtidig som negative påvirkninger reduseres ved å følge disse lokale regler for bruk av resirkulerte materialer.

5.2 Faktorer som må sikres for en trygg og sunn sirkulær urban matkjede

Dette kapitlet fokuserer på faktorer, både ønskede og uønskede identifisert som narrativer i litteraturen som er avgjørende for en trygg og sunn matkjede gjennom kompostering i byområder.

Mikroorganismer og kjemiske stoffer oppdages i litteraturen som relevant for en trygg og sunn sirkulær matkjede i byen. Det ses på aktuelle kjemiske stoffer og mikroorganismer med utgangspunkt i kompost og det organiske avfall det lages av, og om det kan henge sammen med jord, matplanter og menneskers helse.

5.2.2 Mikroorganismer i en sirkulær matkjede

5.2.2.1 Mikrobekyklus knytter sammen helsen til organismer i et økosystem

Mikrober er til stede overalt i matsystemet fra organisk avfall og jord til planter og dyr, inklusivt mennesker (Meisner et al., 2022, s. 171). Deriblant i kompost, som beskytter og forbedrer det mikrobielle mangfoldet i jorden (Majeed et al., 2021, s. 255). Mikrober sirkulerer og spiller en avgjørende rolle for helsen i hele økosystemet med organismene i dem, ved å bevege seg fra jord og planter til dyr, mennesker og tilbake til miljøet, forteller Van Bruggen et al. (2019). Denne "mikrobielle syklusen" sier de demonstrerer sammenhengen mellom helsene til ulike organismer. Spesielt understreker de viktigheten av mikrober i jord og planter, da helsen til disse utgjør fundamentet for helsen til resten av økosystemet. Mikrobene hos dyr på land kommer eksempelvis fra jorden de lever på. Hvordan disse mikrobene påvirkes av miljøet, og deres deltakelse i syklusen av næringsstoffer, energi og uønskede stoffer, har betydning for miljøets stabilitet, evne til å håndtere endringer, mangfoldet av mikrober, og hvordan de samhandler og bidrar til sammenheng i samfunnet av

organismer. Eventuelle endringer i det mikrobielle mangfoldet kan også knyttes til negative helsekonsekvenser og sykdom hos planter, dyr og mennesker. Derfor er bærekraftig landbruk og jordforvaltning avgjørende med organisk materiale, som en sentral faktor i å opprettholde en balansert mikrobiell sammensetning i jorden og støtte helsen til planter, dyr og mennesker.

Mikrober kan altså fremme og hemme funksjon og helse på miljømessig, plantemessig, dyremessig og menneskelig. Det kan imidlertid naturlig forekomme en liten mengde uønskede typer avhengig av omgivelsene, noe som potensielt også kan bidra til uhelse. (Microbiom support, 2020) (Microbiome support, 2022). Mikrobiomers tilstedeværelse og bevegelse kan dermed ha både ønsket og uønsket effekt på bærekraftig bioøkonomi i tillegg til matsikkerhet og klimaendningsbegrensning (Microbiome support, 2022).

Samlingen av mikroorganismer i et miljø, mikrobiomet, blir sett på som «den manglende lenken» mellom krisene vi står i av Callens et al. (2019), med potensial til å spille en sentral rolle i å løse samfunnsutfordringene vi står overfor ved å bidra til å gjenopprette en sunn balanse mellom naturen, matsystemene og menneskene. De beskrives som betydningsfulle naturressurser med positive egenskaper som ikke er fullt utnyttet (Callens et al., 2019)(Lange et al., 2022).

I bioøkonomi anerkjennes mikrobiomet som sentral for bærekraft, helse og ernæring i matsystemer forteller Callens et al. (2019). Mikrobiom vektlagt i bioøkonomi sier de har potensial for å øke matproduksjonen og samtidig adressere helseutfordringer som fedme og kostholds relaterte sykdommer, i tillegg til klimaendringer og tap av biologisk mangfold. Lange et al. (2022) ser på bioøkonomi som bruker kunnskap om mikrobiomet, som et paradigmeskifte med potensial for samfunnsgevinster. Biomasseavfall omtaler de som en ressurs som kan konverteres til næringsrik mat som har uønskede stoffer som kan ha positive effekter på helse for mennesker, dyr og planter.

5.2.2.2 Biologisk forurensing

Sykdomsfremkallende mikroorganismer

Mikroorganismer som gjør folk syke, såkalte patogener i matkjeder kan variere mye rundt om i verden i følge Thakali & MacRae (2021, s. 7-8). De fremhever Salmonella og E. coli. som de vanligste bakterier som gir sykdom gjennom mat, men sier disse imidlertid forårsaker flere sykdomstilfeller i Asia og Afrika sammenlignet med andre steder. Skadelige bakterier kan komme inn i matkjeden både under dyrking av grønnsaker, ved salg og før vi skal spise dem (Murphy et al., 2016, s 7). Uønskede bakterier som forårsaker sykdom er en aktuell risiko i Europeiske sirkulære matsystemer knyttet til kompost påpeker Focker et al. (2022). Spesifikt trekker de frem Salmonella enteritidis, Escherichia coli og Listeria monocytogenes som bekymringer basert på en studie av Lemunier et al. (2005) som undersøkte matbårne sykdomsfremkallende bakterier i organisk avfall, jord og matplanter. Denne studien indikerer overlevelse av disse bakteriene i kompost laget av papir, mat- og hageavfall. Selv om resultatene viste generell reduksjon av farlige bakterier gjennom kompostering, ble Escherichia coli og Listeria monocytogenes påvist i opptil en måned moden kompost, men ikke videre i helt modne komposter. Studien antyder at naturlige mikroorganismer i avkjølings- og modningsfasen kan påvirke overlevelsen og muligens forklare elimineringen av disse to. Salmonella enteritidis viser seg imidlertid motstandsdyktig og påvises som en trussel i fullstendig ferdigmodnet kompost etter 90 dager. Et annet interessant funn var at farlige bakterier overlevde bedre i helt sterile komposter etter 12 uker sammenlignet med komposter som ikke var sterile. Noe de sier muligens kan tyde på at naturlige mikroorganismer kan ha betydning for å begrense veksten av skadelige bakterier.

Varmkompostering er kanskje ikke er tilstrekkelig for å eliminere Salmonella hevder Erälinna & Szymoniuk (2021, s. 10), og velger derfor å ekskludere matavfall som utgjør en risiko for Salmonella som en metode for å øke sikkerheten i kompostering av matavfall i sirkulært urbant landbruk i

Finland. Det er imidlertid viktig å merke seg at det så å si ikke påvises Salmonella i dyr til mat i Norge (NORM/NORM-VET 2021, s. 8-9).

I kompost laget av matavfall og i salatplanter dyrket i denne komposten, ble bakteriene Salmonella Senftenberg og E. coli O157:H7 oppdaget, ifølge Murphy et al. (2016, s 7). Selv om mengden av disse risikobakteriene var mindre i komposten sammenlignet med tilsvarende matavfallsbasert biogjødsel, anser forskerne dem som en trussel fordi de ble absorbert opp og inn i plantene. De fant også bakterien Listeria monocytogenes på bladene, men sier at risikoen for denne bakterien kan reduseres ved å skylle grønnsaken med vann. Currie & Beattie (2015) hevder at håndtering av kompost eller jord kan være knyttet til infeksjon med Legionella longbeachae, som det er sett en økning av i Europa. Dette er i utgangspunktet en mindre vanlig form for Legionellainfeksjon, men som de påpeker, blir den ofte oversett fordi oppmerksomheten vanligvis er rettet mot en annen type, Legionella pneumophila.

I Norge er det vanligvis lav risiko for å bli syk av mat på grunn av høye krav til mat. Men av og til kan det likevel skje, og det kan ha alvorlige helsekonsekvenser, og i verste fall død, ifølge FHI (2018a). Noen av mikroorganismene som primært fører til matinfeksjoner i Norge sier de inkluderer blant annet Escherichia coli, Salmonella og Listeria som gir sykdom i tarmsystemet.

Tilstrekkelig varme gjennom absolutt hele komposthaugen er avgjørende for å sikre mattrygghet og hindre overlevelse av farlige bakterier i komposten (Thakali & MacRae, 2021, s. 12)(Murphy et al., 2016, s 7). Høy nok temperatur i tillegg til fullstendig modning er viktige tiltak for dette formålet (Lemunier et al., 2005). Det er også essensielt å lagre komposten riktig for å sikre at farlige bakterier ikke får forhold for å trives (Currie & Beattie, 2015), og for å unngå forurensning i lagringsperioden (Murphy et al., 2016, s 7).

Omgivelsene knyttet til kompost kan inneholde skadelige stoffer, og de som jobber på kompostanlegg i norsk kontekst kan være moderat utsatt for støv, bakterier og sopp sporer i luften ifølge Heldal et al. (2006, s. 1). De sier det er større risiko for helseproblemer knyttet til spesifikke kompostoppgaver. Å puste inn forskjellige typer sopp, noen potensielt skadelige blir av Gao et al. (2022) som en helserisiko på kompostanlegg. Schlosser et al. (2009) sier arbeidere ved kompostanlegg kan oppleve betennelses- og allergiske reaksjoner på grunn av små partikler i luften fra biologiske kilder. Nivåene av de såkalte bioaerosoler som støv, bakterier, mugg og et giftstoff kalt endotoksin var 10 000 ganger høyere enn normalt utendørsluftnivå. Heldal (2006, s. 1) og Gao et al. (2022) råder til å vurdere grad av eksponering og tiltak ved skadelig eksponering, Schlosser et al. (2009) foreslår og kontroll i tillegg til beskyttelsesutstyr og opplæring i forebyggende. For å unngå innånding av kompostpartikler anbefaler Mattilsynet anbefaler å vanne komposten før arbeid (Mattilsynet, 2023). Overgangen til sirkularitet skaper nye eksponeringsmuligheter for mikrober og kjemikalier for de som jobber med organisk avfall og dyrking som vi foreløpig har lite kunnskap om (Graff, 2023). STAMI, sammen med Norges bondelag og gartneriforbundet prøver nå å forstå hva slags uønskede mikroorganismer, i tillegg til plantevernmidler som finnes i arbeidsmiljøet i veksthus, ved å ta prøver av luften, huden og urinen til ansatte som jobber der for å forstå og håndtere de potensielle helseproblemer som kan komme av eksponering i denne nyere sektoren (Straumfors, 2023).

Antimikrobiell resistens

Antimikrobiell resistens, som betyr at bakterier, virus, sopp og parasitter blir immune mot antimikrobielle midler som for eksempel antibiotika, er et viktig og voksende bekymringsområde. Utviklingen av resistens kan skje over tid på grunn av overbruk av slike medisiner eller være naturlig innebygd i mikroorganismene (Simonsen et al., 2020, s. 10).

Resistente bakterier forårsaker ikke nødvendigvis hyppigere sykdom enn andre bakterier forteller Astrup et al. (2021). Imidlertid kan de føre til lengre og mer alvorlige forløp av sykdom siden behandlingen mot de er mindre virksom. Videre kan behandling av disse infeksjoner bidra til å øke resistens ytterligere, og skape en enda sterkere motstandsegenskap som deretter kan spre seg mellom ulike typer bakterier. Selv om antibiotikaresistens er lav i Norge, øker den gradvis, og det er bekymring for at behandlingene vi har i dag ikke lengre skal greie å bekjempe problemet. Banerjee & Heijden (2022) rapporterer at antibiotikaresistens årlig i verden gir 700 000 dødsfall som følge av ubehandlede infeksjoner.

Resirkulering av planteavfall kan bidra til spredning av antibiotikaresistens (VKM, 2022, s.10), da planteavfall og rester fra matindustrien kan inneholde dette (Focker et al., 2022). Jord kan inneholde antibiotikaresistens på grunn av mennesker generelt bruker mye antibiotika som tilslutt når jorda forklarer Banerjee & Heijden (2022). De deler en bekymring for at mange jordbakterier nå er motstandsdyktige ikke bare mot én, men flere typer antibiotika, slik som multiresistente enterobakterier. Resistens kan nå grønnsaker via jord grunnet bruk av dyregjødsel, men jord kan imidlertid også fra naturens side ha mikroorganismer som frigir antibiotikaresistens for å bekjempe andre mikroorganismer.

Vi vet ikke nok om antibiotikaresistens i matplanter i Norge til å si noe sikkert om forekomst forteller Simonsen et. al. (2021), men sier at det kan være en risiko knyttet til ferske matplanter. Risikofaktorer for antibiotikaresistens i matkjeden er bruk av dyre- og menneskegjødsel, plantevernmidler, tungmetaller og import av matplanter fra høyrisikoland der resistens er mer utbredt eller antibiotika brukes i plantevern. Ezugworie et al. (2021) sier antibiotikaresistens kan knyttes til kompost, men spesielt når husdyrgjødsel brukes. Liao et al. (2019) forteller imidlertid at antibiotikaresistens også kan finnes i kompost av matavfall. De meddeler et behov for bedre komposteringsmetoder som hindrer utslipp av denne trusselen til jorden, fordi dagens tradisjonelle komposteringsmetode ikke tilstrekkelig eliminerer antibiotikaresistens. Thakali & MacRae (2021, s. 1 og 12) konkluderer med at forskning på antimikrobielle resistensgener under kompostering er begrenset med varierende resultater, som gjør at mer forskning er nødvendig for å forstå og håndtere problemet

Det bør tas ekstra forhåndsregler for de som lettere rammes av matsmitte som gravide, barn, de som har høy alder og sykdom. (FHI, 2018a). Selv om patogenet er tilstede forteller Currie & Beattie (2015) at det ikke trenger å gjøre en syk, men at faktorer ved helsen øker sannsynlighet for å bli rammet. De rapporterer om fare for en infeksjon selv om den er sjelden. Patogener som anses som sjeldne og aktuelt hovedsakelig for utsatte kan likevel være lurt å være oppmerksom på, spesielt om de gir større helsekonsekvenser, og spesielt ved kort eksponering.

4.2.2.3 Ønskede mikroorganismer

Jord med mindre variasjon av ønskede mikroorganismer kan være mer utsatt for å samle opp helseskadelige bakterier og antibiotikaresistens, som kan knyttes til at jorden forstyrres grunnet at mennesker endrer, forenkler og bygger ut jorda forteller Banerjee & Heijden (2022). De sier at det i byområder ser ut til at jorda kan inneholde mer sykdomsfremkallende bakterier og antibiotikaresistens sammenlignet med landlige områder.

Tilsetning av kompost til jord og avlinger, samt skånsom håndtering jorden, bidrar kjemisk til å forbedre maten via mikroorganismer forteller Montgomery & Bikle (2022, s. 130-167). De presenterer praktiske eksempler på bønder som, gjennom bruk av kompost, har opplevd forbedring i både avlingens mengde og næringsinnhold, takket være jordlivet. Kompost har potensial til å inokulere jorden indirekte med Mykorrhiza-sopp. Kombinasjoner med rhizobakterier har også vist seg å gi gode

resultater. Forskerne viser til flere studier som indikerer en økning i næringsstoffettheten, inkludert vitaminer, mineraler, antioksidanter og fyto-kjemikalier. De fremhever at komposteringsmetoder har betydning, og understreker viktigheten av både bakterier og sopp i kompostprosessen.

Helseeffektene av direktekontakt med naturlige materialer, inkludert kompost utforskes av noen studier. Bu et al. (2022) utforsker sammenhengen mellom arbeid med kompost og tarmhelse. De finner ulike effekter av forskjellige typer kompost på som ga en liten, men tydelig endring i sammensetningen av mikrober i magen til gartnere. To andre studier, Verrillo et al. (2022) og Grönroos et al. (2019), ser på kompost i forhold til hudhelse. Verrillo et al. (2022) fokuserer på betennelsesdempende egenskaper av humussyre fra grønnkompost som en mulig behandling for hudsykdommer. Grönroos et al. (2019) undersøkte hvordan kortvarig håndkontakt med naturmaterialer økte mikrobielt mangfold på huden, og ved å spre seg til resten av kroppen, potensielt kan redusere risikoen for immunmedierte sykdommer ved å stimulere immunsystemet.

Organisk masse er fordelaktig mikrobiota i jord, som kan bidra styrker helsen til både jord, planter og mennesker både direkte og indirekte (Banerjee et al., 2022; Sun et al., 2023). Sun et al. (2023) sier at jord- og plantesystemer kan bringe inn bra mikrobiom som kan bidra til å redusere skadelige stoffer i inneluft. De sier at mikroorganismer i inneluften kan påvirke helsen, og sykdomsfremkallende bakterier kan for eksempel føre til astma og allergier. Å ha jord og planter innendørs sier de kan være gunstig ved å konkurrere med skadelige bakterier og styrke immunforsvaret. Mikrolivet i jorden omtales som en sentral sammenheng for menneskers, dyrs og jordens helse, konseptet «en-helse» og beskriver at det både kan påvirke helsen positivt og uheldig (Banerjee et al., 2022).

Det er et forholdet mellom urban jord og menneskers helse beskriver Sun et al. (2023) utforsker hvordan jords biologiske mangfold er en sentral nøkkeløkosystemkomponent som støtter økosystemet og menneskers helse. Urban jordmiljøet kan positivt påvirke menneskers helse gjennom ulike mekanismer, inkludert undertrykkelse av patogener, sanering av jord, formingen av et gunstig menneskelig mikrobiom og potensial for immunforsvarsfremming. Samtidig øker risikoen for helse ved reduksjon av det biologiske mangfoldet i urban jord. Dette fører til negative helsekoblinger som tilstedeværelsen av jordpatogener, medikamentresistente bakterier og potensialet for klimagassutslipp fra dårlig fungerende jord. For å håndtere denne problematikken foreslår forskerne målrettede strategier for å forbedre det biologiske mangfoldet i urban jord, både utendørs og innendørs. De understreker viktigheten av organisk materiale for å støtte et positivt og beskyttende jordmiljø.

Den menneskelige tarmen blir sammenliknet med jord av Blum et al. (2019, s. 11) som konkluderer med at "The soil contributes to the human gut microbiome—it was essential in the evolution of the human gut microbiome and it is a major inoculant and provider of beneficial gut microorganisms. In particular, there are functional similarities between the soil rhizosphere and the human intestine. In recent decades, however, contact with soil has largely been reduced, which together with a modern lifestyle and nutrition has led to the depletion of the gut microbiome with adverse effects to human health.»

Det mangler foreløpig nok forskning til å bekrefte konseptet med at miljøets små organismer påvirker oss, selv om det virker lovende forteller Kendzior et al. sier at «there is some evidence suggesting that humans may also benefit directly from exposure to the soil microbiome, the primary examples focusing on the human immune system» (2022, s. 12), videre at det er «there are strong theoretical arguments and some evidence of a direct relationship between the soil microbiome and human health» (2022, s. 5) og at Likevel konkluderer de med at (2022, s. 8) "The direct relationship between the soil microbiome and human health remains to be established, although the conceptual

framework of likely connections is strong".

Sirkulære matsystem omdanner organisk også økosystemtjenester (Van Zanten et al., 2023, s. 320). Kendzior et al. (2022, s. 3) beskriver at en annen måte jorda påvirker helsen vår ved at jorda fungerer som et avgjørende grunnlag for at vi kan leve og understøtter for vårt velvære. Jorda gir oss ulike tjenester som er viktige for livet på jorden, økosystemtjenester. Dette inkluderer mat, fiber til klær og tekstiler, drivstoff, rensed vann, redusert forurensning i jorden, lagring av karbon, regulering av klimaet, styring av næringskretsløpet, et sted der levende organismer kan leve, materialer for bygging, bevaring av kulturarv og kontroll av flom.

Kosthold kan påvirke sammensetningen av tarmfloraen forteller FAO (2022, s. 75-77a), som igjen kan ha positive effekter på helsen gjennom beskyttelse av tarmen, utvikling av immunsystemet, produksjon av vitamin D og produksjonen av gunstige kortkjedede fettsyrer. På den annen side advarer de om at en ubalansert tarmflora kan være assosiert med betennelse og metabolske forstyrrelser, såkalte ikke-smittsomme sykdommer (NCD) der forstyrrelser mulig kan forbindes med tilsetninger, rester av stoffer eller forurensninger i maten.

Helsefordelaktige stoffer i plantebasert avfall kan utvinnes på alternative måter, ikke bare gjennom nedbrytning via kompostering. Sabater et al. (2021) forteller at teknologi kan identifisere bioaktive stoffer, spesielt ufordøyelige karbohydrater med prebiotiske egenskaper som kan brukes for å fremme helse på flere måter ved å stimulere gunstige tarmmikroorganismer. Forskerne antyder at denne tilnærmingen kan brukes til å skape spesifikke produkter som målrettet påvirker tarmmikrobiotaen, med formål om å forbedre menneskers helse.

5.2.3 Kjemiske faktorer i en sirkulær matkjede

5.2.3.1 Sirkulering av kjemiske stoffer som påvirker helse

Det er en blanding av gunstige og uønskede kjemiske stoffer i maten, der Folkehelseinstituttet (u.å.) påpeker er en dualitet; "Mange av miljøgiftene får vi først og fremst i oss via maten, som samtidig er den viktigste kjelda til næringsstoff, vitamin, mineral og andre biologisk aktive stoff".

Uønskede kjemikalier, både naturlige og menneskeskapt, finnes i maten og er en del av vårt daglige miljø beskriver FHI (2019);

Vi blir daglig eksponert for en rekke uønskede kjemiske forbindelser, inkludert små mengder i maten vi spiser. Noen av disse stoffene tilsettes bevisst til maten (tilsetningsstoffer), noen dannes under varmebehandling av maten (prosessrelaterte forurensninger), og andre er rester fra matproduksjonen (plantevernmidler og legemiddelrester). Mange av disse forbindelsene stammer imidlertid fra miljøforurensning. I tillegg finnes det naturlige giftstoffer i maten som produseres av planten selv eller som for eksempel dannes av muggsopp som angriper planter.

Introduksjonen av uønskede kjemiske og biologiske stoffer, inkludert de som kommer fra resirkulering av planteavfall, utgjør en utfordring for mattryggheten i sirkulære matkjeder i Europa (Focker et al., 2022). Helsekadelige stoffer i avfall kan bevege seg og konsentreres oppover i næringskjeden, med potensielle skadevirkninger på nåværende og fremtidige generasjoner gjennom eksponering via mat, jord, vann, luft, graviditet eller morsmelk (Miljøstatus, 2023).

Den generelle miljøforurensningen, som også kan påvirke matproduksjonsledd som planteavfall, kompost, jord og matplanter, er av betydning for forurensning i sirkulære matkjeder. Det er

bekymringsfullt at jordens tålegrense for miljøforurensning er overskredet, som markerte den femte overskridelsen av jordens ni tålegrenser ifølge Stockholm Resilience Centre (2022). Økningen av menneskeskapt kjemiske stoffer, inkludert plastforurensning, har betydelige konsekvenser for helse og økologi i følge Persson et al. (2022). Med over 350 000 ulike kjemiske stoffer på markedet, fra plantevernmidler og medisiner til forbruker- og industriprodukter, kreves reduksjon av produksjon og utslipp, og håndtering av de som allerede er i miljøet for å begrense skader på mennesker og økosystemer. De foreslår trygge og bærekraftige praksiser, inkludert ansvarlig sirkularitet som nødvendige tiltak. Nyopprettet FN-panelet for forurensning (Regjeringen, 2023) og global plastavtale (FN, 2022), samt tiltak fra både EU og Norge (Miljøstatus, 2023), forsøker å håndtere denne utfordringen. Å stoppe kilden til forurensning kan være viktig for sirkulært urbant landbruk fordi selv om det er mulig å sette i verk tiltak for å hindre uønskede stoffer fra å komme inn i matkjeden, kan det være utilstrekkelig og ineffektivt på lang sikt hvis man ikke håndterer den underliggende rotårsaken – nemlig for store utslipp av uønskede stoffer. Å adressere denne grunnleggende årsaken er dermed sentralt for å oppnå bærekraft og effektivt håndtere risikoen knyttet til mattrygghet i sirkulært urbant landbruk.

Kompost spiller imidlertid også en avgjørende rolle for ønskede stoffer, og kan reintrodusere viktige elementer som humus og næringsstoffer, tilbake til jorden (Majeed et al., 2021, s. 255). Wail & Brandy (2017, 601-760) beskriver at kritiske kjemiske komponenter gjenvinnes og sirkuleres gjennom ulike økosystemer, og dermed legger grunnlaget for sunn vekst og helse gjennom næringskjeden. I henhold til Wail & Brandy (2017, s. 544-598) representerer kompostering en nedbrytningsprosess av organisk materiale utenfor jordmiljøet. Organisk materiale som så tilsettes jorden, kategoriseres som en aktiv del, rik på mikrobiell aktivitet, energirike og essensielle næringsstoffer, samt en passiv del bestående av materialer som forblir relativt intakte over tid. Flere steder har utfordringer knyttet til bevaring av organisk masse, spesielt den vitale aktive komponenten, som kan møtes gjennom kompostering kombinert med mindre invasive dyrkingsmetoder.

Plantemateriale som komposteres består av en viktig tørr masse og vann, forklarer de. Den tørre massen utgjør en kompleks blanding av organiske molekyler, inkludert proteiner, fett og voks, karbohydrater som stivelse og sukkerarter, samt fiber som cellulose, hemicellulose og lignin, i tillegg til planteforbindelser som polyfenoler. Den kjemiske sammensetningen av denne tørre massen, bestående av karbon, oksygen og hydrogen, oppstår gjennom fotosyntesen, der planten bruker sollys, karbondioksid fra luften og vann. Mikronæringsstoffer, avgjørende for vekst og vitalitet hos planter, mikroorganismer og makroorganismer som oss, er inkorporert i denne tørre massen, hentet opp fra jorden gjennom plantens røtter. Kompostering av organisk avfall kan betraktes som en metode for å reintrodusere disse varierte "livets byggesteiner" tilbake til jorden, og dermed bidra til å opprettholde jordens fruktbarhet og muliggjøre nye runder med bærekraftig resirkulering av disse livsviktige stoffene.

5.2.3.2 Kjemisk forurensning

5.2.3.2.1 Organisk kjemisk forurensning

Organiske forurensninger fra avfall kan komme inn i den urbane komposten (Tendero & Phung, 2021, s. 49). Husholdningsavfallkompost kan inneholde miljøgifter (Domingo & Nadal, 2009) Å kompostere matavfall garanterer ikke alltid at mat dyrket på dette blir helt trygt å spise, men kompost på planteavfall har generelt mindre organiske forurensninger enn andre typer (van Asselt et al, 2023, s. 10320-10324). For å redusere forurensning og velge mer rene ingredienser til komposten, er det essensielt å ha kunnskap om hvilke typer forurensning som kan være til stede i ulike plantematerialer

og hvor mye uønskede stoffer som kan akkumuleres gjennom hvert trinn av matsirkelen forteller Focker et al (2022), som også legger til at det finnes regelverk for mengde forurensning i matavfall som regulerer mengde uønskede stoffer i rester som brukes til mat til dyr.

Gjenbruk av avfall som ressurs kan akkumulere helseskadelige miljøgifter som kan bli værende i naturen og overføres til planter (VKM, 2022, s. 10). Faren kan bygge seg opp hvis en komposterer planteavfall som er forurenset fra tidligere i følge (Focker et al, 2022). De sier at hageavfall fra områder nær veitrafikk, kan potensielt inneholde Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAHs) fra ufullstendig forbrenning av for eksempel drivstoff – men kan også finnes i annet planteavfall og rester fra matindustrien. Potensielle farer i kompostering av plantavfall som de fremhever av uønskede stoffer er PFAS, PCB-er og dioksiner er mest utbredt, men også PAH og PCDD kan ende opp i komposten og påvirke miljøet og helsen vår når komposten brukes i matproduksjon. De to førstnevnte PCBs og PFAS-er, som ikke brytes ned under kompostering, fremhever også (van Asselt et al, 2023, s. 10320) at er farer i kompost som potensielt kan hope seg opp i miljø, matplante og mennesker. Gruppen halogenerte organiske forbindelser består av mange typer stoffer med ulike egenskaper, deriblant PCB. Studier gir ulike resultater på hva som skjer med disse under kompostering. Mange av disse havner i mat, og det er mest vanlig at de kommer inn under matproduksjonen, men de kan også stamme fra matemballasje (Thakali & MacRae, 2021, s. 1 og 12). Focker et al. (2022) sier farlige kjemikalier i papir- og pappemballasje kan utgjøre en mattrykksrisiko ved overføring til mat. Dette inkluderer fyllstoffer, belegg, trykksverte og lim som kan være tilført med vilje, dannes utilsiktet, eller akkumuleres i resirkulert emballasje. Resirkulert plast kan også utfordre matsikkerheten på grunn av nedbrytningsstoffer og tilsetningsstoffer.

Det er spesiell bekymring for at noen av disse stoffene kan endre seg til en mer giftig form eller øke i mengde under komposteringsprosessen. For eksempel kan mengden av PAH og PCB dobles, mens PCDD-er kan øke opptil fjorten ganger. PAH (polyaromatiske hydrokarboner) er en aktuell trussel i urbant landbruk som kan tas opp i matplanten, men å skylle matplantene med vann for å fjerne PAH som kan havne på plantens overflate fra luften (Eiter et al., 2022, s. 6-7).

Planter kan ta opp kjemiske farer ved dyrking i forurenset jord (van Asselt et al, 2023, s. 10319). Av organiske forurensninger som kan komme fra kompost havne i jord og hope seg opp i planter og til og med i mennesker har vannløselige typer som PFOS og PFOA høyere risiko for å ende opp i matplanter fordi kan transporteres til røttene via vann ifølge Focker et al. (2022), mens fettløselige forurensninger som dioksiner som var en aktuell fare i kompost, i tillegg til klorpesticider PBDEs og HBCD er mindre tilgjengelige for opptak, da de har en tendens til å binde seg til organisk materiale i jorden.

Det kan være plantevernmidler i planteavfall og rester fra matindustrien med begrensede nedbrytning som gjør at de bli værende lenge i miljø (Focker et al, 2022). Ugressmidlene Linuron og metribuzin brytes effektivt så å si helt ned under kompostering av plantemateriale (Fountoulakis et al., 2010). Restene av mat fra husholdninger, som kan inneholde plantevernmidler, blir en del av komposten forteller Růžicková et al. (2021). De fant fire ulike plantevernmidler i komposten: Methyl trithion og Dioxacarb for å bekjempe insekter, samt Bifenox og Desmetryn for å håndtere ugress. Plantekompost er registrert for å redusere opptaket av visse vannavstøtende forurensninger i matplanter. Dette gjelder for stoffer som imidacloprid, brukt mot skadedyr, boscalid mot soppinfeksjoner, metribuzin for ugresskontroll, samt 4-tert-octylfenol og bisfenol-A fra plastprodukter, som kan ha negative påvirkninger på helse, inkludert nevrologiske og hormonelle effekter (Focker et al, 2022). Hvert år evaluerer Mattilsynet frukt, grønnsaker og bær for plantevernmidler (Mattilsynet, 2022). Basert på disse resultatene har Økologisk Norge satt opp en liste over de mest sprøytede

matvarene, med særlig fokus på importerte planter (Hustad, 2023). De følger metoden til Environmental Working Group i USA, som årlig rangerer frukt og grønnsaker etter mengden pesticidrester på markedet i en liste kalt "Dirty Dozen" (Environmental Working Group, 2023a), samt de minst forurensede alternativene i en liste kalt "Clean Fifteen" (Environmental Working Group, 2023b). Ifølge Mattilsynet (2022) har ingen funn overskredet trygge nivåer i norske matvarer, og de testede matvarene ligger innenfor akseptable grenser for plantevernmidler i forhold til inntak. Mattilsynet (2023d) skriver imidlertid at matvekster fra utlandet ofte kan inneholde høyere nivåer av plantevernmidler sammenlignet med norske varer. Når det gjelder helseeffekten av kombinasjonen av flere plantevernmidler, er det utfordrende å vurdere, og organisasjoner som WHO, FAO og EU arbeider med å fastsette trygge grenser for dette. De sier at flere kilder ikke vurderer kombinasjonen av flere plantevernmidler som en stor helsefare. De forteller imidlertid at spesielle vekster og enkelte deler kan ha høyere konsentrasjoner, som appelsinskall, der skrelling kan gjøres hvis en ønsker å redusere eksponeringen.

Av legemidler er det funnet tre antibiotika i kompost og Ibox i spesifikt urban kompost (Asselt et al, 2023, s. 10322-10223).

Kjemiske stoffer fra planter og sopp

En trussel knyttet til planteavfall er utslipp av kjemiske skadelige mykotoksiner fra noen typer sopp, identifisert som den mest aktuelle kjemiske faren (Focker et al., 2022). Disse mykotoksinene, som ofte kan finnes i rester fra matindustrien, utgjør potensielle risikoer vet vi ikke nok om helseeffektene av når de nedbrytes. Mykotoksiner nevnes imidlertid ikke videre som en aktuell fare ved kompost. Domingo & Nadal (2009) advarer også om giftstoffer fra sopp og andre mikrober i kompost laget av organisk husholdningsavfall. Dette sier de utgjør en potensiell risiko for spesielt for ansatte ved komposteringsanlegg som de anbefaler helsekontroller, men som også kan ramme forbrukere av grønnsaker dyrket i slik kompost. Ifølge Tendero & Phung (2021, s. 49-50) kan bakterier og sopp som produsere giftige eller allergifremkallende stoffer som forårsake irritasjon, allergier eller betennelser på hud, i øyne, tarm og spesielt luftveier. Spesifikke sopparter, som *Stachybotrys atra*, *Aspergillus flavus* og *Aspergillus fumigatus*, kan føre til mer alvorlige luftveiskomplikasjoner.

5.2.3.2.2 Uorganisk kjemisk forurensning

Det er totalt seksti grunnstoffer i naturen, kjent som tungmetaller fordi de er kompakte metaller (Store norske leksikon, 2005-2007). Noen av disse er nødvendige for helsen til planter og dyr inkludert oss i små mengder som mikronæringsstoffer, men de kan være skadelige og giftige i overskudd (Thakali & MacRae, 2021, s. 2; Asselt et al. 2023, s. 10326; Miljøstatus, 2023). Spesielt farlige for helsen er kvikksølv, kadmium og bly (FHI, 2020), som regnes som miljøgifter (Miljøstatus, 2023).

Tungmetaller kan akkumuleres i jorden og matplanter, inkludert de spiselige delene som gjør at de er relevante å vurdere i sirkulære matkjeder (Focker et al., 2022; Eiter et al., 2022; Thakali & MacRae, 2021, s. 2). Tungmetaller finnes i de fleste matvarer, og kan kobles til menneskelig aktivitet som eksempelvis industri og bruk av fosforgjødsel forteller Thakali & MacRae, 2021 (s. 2-12). De opplyser om at metaller oftest havner i spisevekster under matproduksjonen, men at metallene også er til stede på hvert matsirkelens trinn, der behandling og emballering av maten i stor grad også påvirker.

Tungmetaller kan finnes i plantemateriale, inkludert matrester fra industrien (Focker et al., 2022) og husholdningsavfallskompost (Domingo & Nadal, 2009). Selv om mengde metaller som tas med

plantemateriale inn i kompost påvirker metallmengden i komposten, gjør Thakali & MacRae (2021, s. 2-12) en også oppmerksom på at komposteringsprosessen i seg selv kan øke metallkonsentrasjonen i komposten. Dette antydes at skyldes endringen til mindre organisk masse ved nedbryting som metallet kan binde seg til. På den annen side meddeler Asselt et al., (2023, s. 10319) at moden kompost kan redusere tilgjengeligheten av metaller for planter og organismer, grunnet mengden humus øker med kompostens alder som forbedrer dens evne til å binde metaller.

Mat kan ha for mye tungmetall selv om komposten ikke har det hevder Thakali & MacRae, (2021, s. 2-12). De oppdaget at mat dyrket på kompost som overholdt strenge grenser for kompostens tungmetallinnhold endte opp med høyere metallkonsentrasjon når den hadde nådd forbrukeren enn nivåene som var tillatt i komposten. Denne økningen av miljøgiftene bly, kadmium, i tillegg til arsen i fra start basert på godkjent kompost og til høyest mengde metaller i slutten av matens livssyklus, tror de skyldes at metallene gradvis samler seg opp på matens reise fra produksjon til transport, lagring og tilslutt salg.

Noen planter absorberer mer tungmetaller enn andre (Focker et al., 2022; Augustsson et al., 2018), der bladgrønnsaker (Thakali & MacRae, 2021, s. 2) og poteter er noen eksempler (Augustsson et al., 2018). I salat og raigrass dyrket på forskjellige komposter av metallrikt byavfall var det mest av Sink (Zn) og kobber (Cu) (Asselt et al., 2023, s. 10321). Metallene sink, nikkel og kobber er påvist i sirkulære matkjeder, som kan være helsegunstige og ugunstige avhengig av om mengden (Asselt et al. 2023). Selv om en på bakgrunn av dette kan tenke at det er relevante metaller å være oppmerksom på grunnet mulig overførbart sirkulær eller kontekst, er det mange faktorer som kan påvirke om metaller blir tatt opp og i hvilken grad.

Jord- og planteinnhold følger ofte hverandre, men kan variere på grunn av påvirkende faktorer som type matvekst, grad av forurensning, type metall og om det er i en kjemisk form som kan tas opp av plantene, i tillegg til jordens karakteristikk som kan fremme eller hemme metallabsorpsjon (Asselt et al., 2023, s. 10323; Augustsson et al., 2018). Noen planter, som bladgrønnsaker og poteter, kan absorberer for eksempel mer av visse tungmetaller enn andre (Focker et al., 2022; Augustsson et al., 2018). Grunnet alle disse påvirkende faktorene kan en få avlinger som har metallinnhold innen trygge grenser, selv om jorden er nokså forurenset (Augustsson et al., 2018).

Det er viktig å evaluere alle potensielle kilder og eksponeringsmåter for metaller for å fullt ut forstå risikoen informerer Augustsson et al. (2018), spesielt i områder kjent for forurensning. Selv om metallnivåene i maten er trygge, kan vi likevel bli eksponert ved å puste inn metaller som er knyttet til støvpartikler. I tillegg påpeker Eiter et al. (2022, s. 6-31) at metallstøv fra ulike kilder i byen kan avsette seg på forskjellige steder, som for eksempel i toppjorden, og dette støvet kan virvles opp eller transporteres med luften når jorda manipuleres. Forskerne sier at tungmetaller er vanlige i bymiljøer og bør vurderes av urbant landbruk. De påpeker imidlertid at disse metallene vanligvis absorberes i små mengder av matplanter, spesielt når det er tilstrekkelig organisk materiale til stede (Eiter et al., 2022, s. 6-31).

Det kan være forskjell i tungmetallinnholdet mellom ulike typer kompost avhengig av hva de er laget av, der plantekompost vanligvis kommer bedre ut med lavere mengder forteller Asselt et al. (2023, s. 10323). De opplyser at plantekompost i seg selv et potensial for å redusere mengden tungmetaller i avlinger dyrket på forurenset jord. De forklarer at komposteringsprosessen kan påvirke metallene positivt ved å gjøre dem mer stabile, som kan antydes at betyr mindre reaktive og

potensielt redusere deres skadeeffekt. De viser til tre studier der metallforurensning i avling minsket ved å bruke plantekompost, såkalt remediering. Imidlertid nevner de et tilfelle der nivåene økte.

Norske barn har flere miljøgifter i kroppen konstaterer Paulsen et al. (2023, s. 7-8). PFAS, i mengder som anses som helsefarlige, ble funnet hos en tredjedel av 670 norske barn i alderen 7 til 14 år gjennom urin- og blodprøver. Resultatene speiler lignende funn i Europa. Forskerne stiller spørsmål ved om mengden miljøgifter kan være knyttet til barnas kosthold og påpeker at barna generelt rapporterte lavt inntak av grønnsaker, frukt og bær. PFAS er en av de mest utbredte truslene i plantekompost (Focker et al., 2022).

5.2.3.3 Ønskede kjemiske stoffer i næringskjeden

Det eksisterer en sammenheng mellom jordens næringsstoffstatus, kvaliteten på matplantene og menneskers helse. Jord spiller en dual rolle, både som årsak til næringsmangel og som en løsning ved berikelse av essensielle næringsstoffer som videreføres i næringskjeden (FAO, 2023, s. 1-2) (Montgomery & Biklé, 2022, s. 130-167). Dagens helseutfordringer handler dermed ikke bare om hva vi spiser, men også om hvordan vi dyrker det vi spiser. En pågående trend indikerer at maten i dag er mindre næringsrik enn tidligere (Montgomery & Biklé, 2022).

Nedgang i essensielle mineraler i frukt og grønnsaker over tid pekes på av Mayer et al. (2022), dette gjaldt også i Storbritannia som de har undersøkt nærmere. Forskerne antyder at disse reduksjonene kan knyttes til endringer i landbrukspraksis, avlings sorter og økende karbondioksidnivåer. De oppfordrer til en grundig kartlegging av disse reduksjonene og foreslår tiltak for å adressere årsakene.

Tiltak for å forbedre makro- og mikronæringsstoffstatusen er avgjørende både for planter og mennesker, da begge deler behovet for 18 av de samme næringsstoffene fra jorden forteller FAO & Global Soil Partnership (2022). De forteller at berikelse av jord med organisk materiale, i tillegg til å minimere jordarbeid, benytte jorddekke og praktisere avlingsrotasjon, er avgjørende for "bærekraftig jordforvaltning for sunne jord, sunn mat og sunne mennesker".

Flertallet av nødvendige næringsstoffer kan hentes fra varierte plantekilder og de nye nordiske kostholdsråd (Blomhoff et al., 2023, s. 96) anbefales også rikelig med matplanter for god helse. Av nødvendige næringsstoffer vi trenger for god helse beskriver Blomhoff et al. (2023, s. 107-187) energigivende stoffer som karbohydrater, protein, fett, og fettsyrer. I tillegg til disse **makronæringsstoffer** vi trenger i større mengder av, må vi ha mindre mengder av **mikronæringsstoffene vitamin A, D, E, K, C, og B-vitaminer og mineraler** som kalsium, fosfor, magnesium, natrium, kalium, jern, sink, jod, selen, kobber, krom, mangan, molybden, og fluor for god helse. I tillegg nevnes andre nødvendige næringsstoffer som **kostfiber, kolin, antioksidanter, og fyto-kjemikalier**.

WHO European Office for the Prevention and Control of Noncommunicable Diseases (2021, s. 6). «Taken together, the beneficial effects of plant-based diets, including the protection they offer against premature mortality, provide strong evidence for public health guidelines recommending healthful plant-based diets as a means to prevent and control NCDs», men sier at en da må være bevisst på å spise variert nok med matvekster.

For at urbant landbruk skal kunne levere optimalt med balanserte makronæringsstoffer må det dyrkes og spise variert av alle plantegrupper, mer mangfoldig enn det som er typisk i dag. Det kan også handle om å ta i bruk mindre kjente matplanter forteller Righini et al. (2023).

5.3 Tiltak som kan fremme trygghet og helse i dyrking av matvekster på kompost i by

Dette tema nevner kort noen tiltak man kan gjøre for forebygge uønskede konsekvenser med praktiske tiltak for å styrke mattrygghet i sirkulær matproduksjon i byområder.

Kontrollering av planteinnsats og alle trinn i matkjeden er avgjørende for å sikre en trygg og sunn matforsyning. Biologisk forurensning i sirkulære matsystemer krever spesiell oppmerksomhet på sykdomsfremkallende mikroorganismer i planteavfall, da de kan konsentreres gjennom resirkulering (VKM, 2022, s. 10). Utilstrekkelig håndtering av planteavfall til kompost kan også resultere i spredning av kjemisk forurensning (Eiter et al., 2022). En grundig undersøkelse av potensielle farer i materialene før de brukes i matproduksjon, sammen med nødvendige forholdsregler, er foreslått av Asselt et al. (2023, s. 10319) for å redusere risikoen for mattrygghetsproblemer. Focker et al. (2022) anbefaler forbehandling av planteavfall før kompostering som en tilnærming for å hindre risiko i matkjeden. Selv om de ikke spesifiserer metoder, påpeker de at fjerning eller reduksjon av uønskede stoffer fra materialene kan føre til en kompost som opprettholder mattryggheten samtidig som den forbedrer jordegenskapene. Nøye overvåking er avgjørende for å redusere nivået og hyppigheten av forurensning i hele matsirkelen sier Thakali & MacRae (2021, s. 1 og 12). De påpeker at alt starter med kvaliteten på matavfallet som går inn i komposten, men sier de også kan snike seg inn i hvert ledd av matkjeden med hver sine typiske kilder og mekanismer. Det er derfor også nødvendig å stoppe de karakteristiske forurensning på disse stedene for å bevare integriteten til hele matsirkelen.

Sikker lagring av kompost, hygienisering ved tilstrekkelig høy temperatur, og avvente bruk til komposten er moden er viktige tiltak for å forhindre reforensning og sikre trygg bruk (De Corato, 2020; Tendero & Phung, 2021).

Å minske forurensning i jorden med organisk materiale som kompost er en anbefalt løsning rettet mot urbant landbruk i Oslo for å minske forurensning i jord for å begrense opptaket av uønskede stoffer, det er riktignok i jord som er litt og ikke mye forurenset (Eiter et al, 2022, s. 6-7).

Å være ekstra nøye med hygiene på ferske råvarer og skrelle de kan øke mattrygghet (FHI, 2018b). Renslighet og vask, varming og velg lokalt er god praksis (FHI, 2018a).

For å redusere tungmetallnivåer i matvekst kan en gjøre enkle tiltak som å skrelle og varmebehandle ved å steke eller koke den (Thakali & MacRae, 2021, s. 2). Vask og skrell av rotgrønnsaker kan avhjelpe fordi konsentrasjon av tungmetaller kan være høyere skallet sammenlignet med selve grønnsaken (Joner & Grønlund, 2023, s.127). Videre kan tilsetning av biokull til jord og kompost, samt bruk av skjermende vegetasjon eller gjerde mot veien, bidra til å redusere mengden metall (Eiter et al., 2022, s. 6-7). Metaller ansamler seg primært i en sone på opptil 10 meter unna vei, i 10 cm av toppjorden. I urbant landbruk kan denne metallutsettelse ses som en nyttig 10mx10cm huskeregel for plassering av avlinger (Eiter et al., s. 7). For øvrig er det viktig å huske på at kompostering av eget avfall for dyrking utløser forpliktelser til å overvåke tungmetallnivåer når produksjonen overskrider 2 tonn kompost (Mattilsynet, 2023a).

Vær bevisst hva slags avfall er komposten laget av, da det kan påvirke risikoen for uønskede stoffer. Bykompost består ofte av en plantedel, men kan også inneholde materialer fra animalsk opphav (Tendero & Phung, 2021, s. 42). Overlevelse av uønskede mikroorganismer fra avføring eller dyr, som eksempelvis eggskall og kjøttrester kan være en fare knyttet til utilstrekkelig varmeutvikling (Tendero & Phung, 2021, s. 49-50). Selv om grønnkompost vanligvis ikke fremmer vekst av sykdomsfremkallende bakterier, kan det være en potensiell trussel sier Focker et al. (2022). Plantekompost viser også lavere verdier av organiske forurensinger (van Asselt et al, 2023) Andre

biologisk trusler i tillegg til patogene bakterier som virus og prioner knytter Focker et al. (2022) i større grad til organisk avfall fra animalsk opprinnelse, og sier en må være oppmerksom på disse ved bruk av animalske avfallsprodukter i kompostering. At avfall som kan ha spor av dyr i seg reguleres av Animaliebiproduktforskriften (2016: §2) grunnet mulig helseisiko til denne typen avfall kan også underbygge å utelate animalsk matavfall fra kompost hvis det er enkelt å skille ut slik som Erälinna & Szymoniuk (2021, s. 10) valgte å gjøre ved kompostering i sirkulært urbant landbruk i Finland for å redusere risiko.

En test kan avgjøre om kompost kan inneholde organismer som kan være problematiske, men også mange gode som kan forebygge sykdom forteller De Corato (2020). For å enklere vurdere om komposten er positiv eller potensielt farlig, ønsker forfatteren enkle og raske analysemetoder av mikroorganismer der Eco plates nevnes som en mulig metode for å "diagnostisere" om komposten er av god kvalitet eller ikke. Måling av akkumulering og fordeling av farer i matproduksjonssystemet, samt utvikle kontroll- og risikoreducerende strategier foreslås for å identifisere mattrygghetsfarer i sirkulærøkonomien foreslår de (Focker et al., 2022)

Design ut farer av systemet kan være en Zou et al. (2022) laget en modell for sirkulære urbane matsystemer som integrerer fire separate sirkularitetsmodeller i en omfattende urban matkjede-modell for en helhetlig forståelse av sirkularitet i matkjeden. Modellen integrerer kompostering som et trinn. I denne helhetlige modellen ses forurensning og avfall ses som designfeil som skulle vært fjernet eller unngått fra starten av, som krever et bedre design. Også Focker et al. (2022) foreslår også å tenke igjennom og implementere designprinsipper i sirkulære systemer for å forebygge mattrygghetsrisikoer, som de kaller "trygg ved design". De sier det er et forebyggende tiltak som er en mulighet på hvordan man kan håndtere risikoer. Det kan innebære designing av en løsning som hindrer risiko i å komme inn i maten.

Forurensning kan reduseres ved hjelp av planter forteller Shmaefsky (2020, s. 32) som lister opp 21 måter dette kan gjøres på i landbruket. Shmaefsky (2020, s. 1) forteller videre at naturens evne hos organismer til å fjerne eller bryte ned forurensninger, bioremediering er en skånsom og økonomisk rensemetode sammenlignet med bruk av kjemikalier eller fysiske inngrep. Fytoremediering er en bioremedieringsmetode som bruker planter til å suge opp forurensninger fra jord og vann. I tillegg kan planterøtter og området rundt røttene hjelpe med å ta opp eller bryte ned farlige stoffer. Shmaefsky (2020, s. 64) konkluderer med at av de ulike tilnærminger konkluderer de med at fytoremediering er en klok, kostnadseffektiv og miljøvennlig måte å rense landbruket for forurensning. Den involverer bruk av planter som kan absorbere tungmetaller, såkalt fytoutvinning ved hjelp av planter som samler opp den uorganisk forurensning, tillegg til bruk av kombinasjon av mikrober og planterøtter, mikrobiell støttet rhizoremediering, for å bryte ned organiske forurensninger.

Ny teknologi forteller Ebenso et al (2022, s. 5-7) kan forbedre urban matproduksjon ved å overvåke og optimalisere jord-, plante- og dyrehelse, en helse. For eksempel kan en app analysere plantebilder og lage rapporter om jordkvaliteten på et bestemt sted. Denne appen bruker store datamengder, kunstig intelligens og menneskelig ekspertise for å identifisere plantetyper og analysere jordkvaliteten. Bærbare enheter med sensorer brukes også til å vurdere jordhelsen.

Unngå å selv skape uønskede stoffer og helsekonsekvenser

Komposteringsanlegg har luktproblemer, som kan føre til protester mot avfallshåndtering av organisk husholdningsavfall (Cheng et al., 2019). Om luftbårne partikler fra kompostanlegg kan være farlige for folk som bor i nærheten sier en litteraturgjennomgang at vi ikke har god nok informasjon til å si noe om (Robertson et al, 2019). Dårlig lukt kan være en fysisk stressor som kan gi psykosomatiske

symtomer og muskel- og skjellettplager (Houtman et al., 1994, s. 142). Ubehagelig lukt gir superraskt signal til hjernen om flukt så en instinktivt trekker seg unna det som tolkes som farlig for å beskytte helse og liv forteller Iravani et al (2021). Reaksjonen, som skjer på under et tredjedels sekund, gjør at flukt som følge av luktesansen er mer ubevisst enn respons på fare fra det en ser og hører. De sier vi reagerer spesielt sterkt på lukt fra råttent mat for å ikke spise noe bedervet, i tillegg til lukt fra kompost, våt jord eller fermenterte produkter med sopp sammenliknet med annen lukt.

Bruke urbant landbruk til å øke matkunnskap for god ernæring og mattrygghet. Urbant landbruk bidrar også til å øke matkunnskap (International Resource Panel, 2021, s. 21). Å vite hvordan mat produseres og prepareres er viktig kunnskap hos yngre verden over for at å evne å ernære seg tilstrekkelig godt (FAO, Rikolto, & RUAFA, 2022, s. 24-26). Kunnskapsmangel om prosess fra jord til bord, såkalt matanalfabetisme, ses på som en folkehelsestrussel også blant yngre også i Norge (Meld. St. 19 (2014–2015), s. 64). Studien til Groufh-Jacobsen et al. (2023, s 1-10) viste at majoriteten av de 165 norske deltakerne mellom 16-24 år hadde moderat kunnskap om mat og ernæring i samsvar med norske kostholdsråd. Videre indikerte resultatene at dietten til mange deltakere ikke oppfylte optimale ernæringsstandarder. De utførte studien for å undersøke sammenhengen mellom matkunnskap og ernæring, og de fant at grupper som konsumerte mest planter hadde bedre kunnskap og kvalitet på kostholdet sammenlignet med andre grupper.

5.4 Behov for helse i byer

Dette kapittelet forsterker forbindelsen mellom bærekraftig matproduksjon og helse i bymiljøet ved å undersøke de spesifikke helsebehovene i byen som sirkulær urban matproduksjon bør ta hensyn til for å imøtekomme.

Det er vanlig at urban kontekst påvirker helse uheldig forteller FAO (2019a, s. 8). De forteller at matrelaterte utfordringer som under-, overernæring og ikke smittsomme sykdommer er vanlige problemer i byer globalt. Næringsfattig bearbeidet mat høyt i fett, sukker og salt er en helserisiko sammen med manglende tilgang til grønne områder, fysisk aktivitet pekes på som noen av årsakene.

Overvekt og fedme i alle aldersgrupper og mangelfull ernæring blant eldre er vanlige i Norge (FN-sambandet, 2023g). I Norge har flertallet voksne, samt 1 av 6 barn og ungdom overvekt eller fedme ifølge Meyer & Bergh (2022). BMI, kroppsmasse i forhold til høyde, øker også sannsynlighet for ikke-smittsomme sykdommer og antas å føre til om lag 2800 årlige dødsfall, relatert til hjerte- og karsykdommer, diabetes og andre kroniske lidelser. Vektøkningen tilskrives endring i måten vi lever på og omgivelser som favoriserer usunn mat og sittestilling, beskrevet som et "fedmefremmende samfunn" av Meyer and Bergh (2022). Vektutfordringen sier de rammer ulikt basert på bosted og utdanning.

Inntak av grønnsaker per innbygger i Norge er lavt i forhold til resten av Europa (Ritchie et al., 2017). Den norske befolkningen har mangelfulle matvaner med lavt inntak av fiberrike matplanter som "grønnsaker, frukt, bær, grove kornvarer", samt overdrevent inntak av salt, sukker og ugunstig fett (Helsedirektoratet, 2022, s. 50). Helsedirektoratet (2021, kapittel 4.2 Kosthold, avsn. Helsedirektoratets kostråd) meddeler at kun 22% menn og 25% kvinner spiser anbefalt mengde grønnsaker, frukt og bær. **Det er få som følger kostholdsrådene**, selv om flesteparten er klar over «fem om dagen».

Dårlig kosthold er en hovedårsak til sykdom og kortere levetid, og påpeker at etterfølgelse av deres kostråd kan bedre livslengde og redusere risiko for diabetes type 2, kreft, hjerte- og karsykdommer i følge Helsedirektoratet (2022, s. 3). Både de og Verdens helseorganisasjon har satt mål om å redusere

disse type sykdommene innen 2025 og 2030. Å følge kostholdsråd kan gi betydelige positive samfunnsresultater som bedre folkehelse, mindre sykdom og død, med årlig gevinst på 154 milliarder kroner i økt levetid og livskvalitet for hver innbygger, samt mindre bruk av helsetjenester og tap i produksjon (Sælensminde et al., 2016, s. 5). De nylanserte nordiske kostholdsråd skal fremme helse og bærekraft (Blomhoff et al., 2023, s. 8). Det pågår en debatt på om flere perspektiver burde vært integrert i rådene og i hvilken grad de skal påvirke nye norske lokaltilpassede kostholdsråd (Tvinnereim, 2023). Uavhengig av dette anbefaler både norske og nye nordiske rådene for kosthold økt inntak av matplanter for helse. Urbant sirkulært landbruk kan her være et kinderegg som kan bidra til å støtte helsefremmende inntak av matplanter, samtidig som det kan bedre ressursutnyttelse og bidra til å nå bærekrafts mål.

Implementeringen av sirkulært urbant landbruk bør vurdere lokal kontekst og sosiale ulikheter, da disse faktorene enten kan støtte eller motvirke helseutfall (International Resource Panel, 2021, s. 21-22). Byer strever generelt med å innføre sirkulært bylandbruk grunnet barrierer på institusjonell, atferdsmessig, teknisk og romlig styringsnivå. Spesifikke utfordringer som påvirker mattrygghet, som dårlig kvalitet på kompost, vann og luft, samt bruk av plantevernmidler er særlig utfordrende i områder der økonomi og infrastruktur ikke har utviklet seg til moderne standarder.

Urbant landbruk har potensial til å utjevne helseforskjeller i by ved å tilby bedre tilgang til mat, avgjørende for å møte helt grunnleggende ernæringsbehov. Det gir også muligheter for matauk med ferske, varierte og næringsrike råvarer, og dermed forbedret kosthold spesielt for mindre privilegerte grupper (FAO, Rikolto, & RUAF, 2022, s. 24-26) (International Resource Panel, 2021, s. 21). I Norge indikerer resultater fra en spørreundersøkelse at deltakere i urbant landbruk opplevde generell forbedring i fysisk helse, med omtrent 70 prosent rapportering om sunnere kosthold og cirka 80 prosent økt inntak av flere og varierte grønnsaker etter å ha startet med andelslandbruk.

Fattige, lavinntekts- eller minoritetsgrupper kan stå overfor økt risiko for kjemiske og biologiske farer i maten de dyrker i forhold som er mer forurensende. Det internasjonale ressurspanelet (2021, s. 21). Grupper med lav sosioøkonomisk status i byer har ofte begrenset tilgang til helsefremmende miljø, inkludert grøntområder og urbant landbruk, og er mer utsatt for forurensning - med sammenheng mellom økende jordforurensning og disse befolkningsgruppene (Rate, 2022, s. 336-339).

Ulik helsefordeling knyttet til tilgangen på grønne områder i byer er et anerkjent fenomen og reflekteres i økende interesse for begrepet "grønn rettferdighet" der urbant landbruk kan være et grønt element Figari (2019, s.3). Ujevn fordeling av helsefremmende miljømikrober blir også sett i lys av miljørettferdighet, der sosial status og bostedssted spiller en rolle for folks helse (Choudoir & Eggleston, 2022).

5.5 Forskningslandskapet

Grunnet flere vinklinger er det å få oversikt over hele forskningslandskapet med så store mengder litteratur på hvert felt vanskelig. Derfor vises det heller til hva artikler som har oppsummert på disse områdene sier om forskningslandskapet.

Mikrobiomforskningen, å studere de mikroskopiske organismer som finnes i matsystemet er i rask vekst, ifølge Meisner et al. (2022), som undersøkte alt fra avfallshåndtering til miljø, matproduksjon, matforedling og menneskers helse. Deres gjennomgang avslørte at 91% av studiene var snevert fokusert på spesifikke deler av økosystemet, primært menneskelig helse, og neglisjerte avfall i stor

grad. Overraskende viste det seg at bare 0,1% av de 78122 analyserte publikasjonene tok en helhetlig tilnærming som koblet de ulike delene sammen. Forskerne peker på en tydelig fragmentering av kunnskap om mikrobiomet, da forskningen i stor grad begrenser seg til isolerte deler av matsystemet. For å løse dette gapet anbefaler de en overgang fra å studere enkeltkomponenter til å løfte blikket for en systemtilnærming. Dette innebærer å utforske sammenhenger mellom miljø, mennesker, planter, dyr, mat og jord, for å forstå årsakssammenhenger og effekter. Å rette fokus mot mikrobiomens funksjoner, heller enn spesifikke arter og utnytte disse funksjoner for å skape et sirkulært og bærekraftig matsystem anbefales. Videre oppfordres det til å utforske forbindelsene mellom mikrobiom og helse, med sikte på å utvikle forebyggende og behandlende tiltak mot sykdommer knyttet til mikrobiell ubalanse, unngå uønskede bivirkninger og begrense utviklingen av resistens.

Selv om Kendzior et al. (2022, s. 3) hevder at forskning på mikroorganismer i jorden øker kraftig, påpeker Aguilar-Paredes et al. (2023) at forskningen på kompost i hovedsak vektlegger fordelene for plantedyrking og gir mindre oppmerksomhet til kompostens påvirkning på jordens mikrobiota, deres samspill med planter og effekt på avlinger.

Sirkulær matproduksjon i Europa står overfor økende utfordringer knyttet til mattrygghet, og det er en erkjent mangel på kunnskap om disse risikoene (EFSA et al., 2022; Focker et al., 2022). Ifølge den europeiske myndigheten for næringsmiddeltrygghet (EFSA, 2022, s 7-8) er det utilstrekkelig med informasjon om ny sirkulær mat sine konsekvenser for helsen til mennesker, dyr, planter og miljøet. Hovedmengden av litteraturen fokuserer på risiko i dyrefôr, og spesielt insekter som spiser organisk avfall for så å brukes til fôr og mat. Nivåene av kjemiske og biologiske farer i disse er innenfor EU sine trygghetsgrenser. EFSA savner mer informasjon om allergiske og fysiske risikoer i sirkulær mat, da de sier forskningen har sett mer på biologiske, kjemiske og miljømessige farer. De råder og til å være oppmerksom på at det kan være andre potensielle farer knyttet til mat importert fra regioner med andre reguleringer enn i EU.

Det begrenset forskning spesifikt rettet mot urbane sirkulære matsystemer meddeler Zou et al., (2022, s. 25). Det gjelder kjemiske farer i gjenbruk av rester av avling i bydyrking (van Asselt et al., 2023, s. 10319). Når det gjelder kompostfarer trengs økt innsats for å forstå konsekvensene av kjemisk og biologisk forurensning og hvorvidt de vedvarer igjennom komposteringsprosessen (Thakali & MacRae, 2021, s. 12).

6.0 Diskusjon

Det er viktig å identifisere hvilke stoffer som er mest betydningsfulle når man tar hensyn til flere uønskede elementer. Thakali & MacRae (2021) og Focker et al. (2022) er to studier som vurderer både kjemiske og biologiske risikoer i sirkulære matsystemer og er dermed mer spesifikke for denne problemstillingen. Focker et al. (2022) undersøker dette spesielt i en europeisk kontekst, som derfor bedre kan tilpasses den norske konteksten. Begge studiene bekymrer seg for de halogenerte organiske forbindelsene PCBs og PFAS i kompost. Focker et al. (2022) legger og til dioksiner av halogenerte organiske forbindelser og nevner tungmetaller og patogener som hovedtrusler i kompost. Ingen av disse nevner legemidler som en trussel. Det gjør imidlertid Asselt et al. (2023), men de fokuserer utelukkende på kjemiske farer i sirkulære matkjeder. I tillegg til at de fremhever tungmetaller og forurensning fra miljø som farer likt som de to andre litteraturgjennomgangene, nevner de også prosesseringkjemikalier, plantevernmidler, og legemidler som risikoer i matsirkelen. Antibiotika og plantevernmidler nevnes som aktuelt i planteavfall- og rest også av Focker et al (2022). I urbant landbruk, hvor man dyrker ferske råvarer og lager mat fra bunnen av, antas forurensningen fra matprosessering å være lavere. Plantevernmidler anses som en mindre aktuell trussel i hageavfall fra urbant landbruk, fordi det ofte følger økologiske prinsipper. Matavfall består ofte av skrell og ytre

deler, som potensielt kan være mer utsatt for plantevernmidler. Noen skrelldele har kjent høyere konsentrasjon (Mattilsynet, 2023d), som eksempelvis appelsinskall. Noen typer skrell kan også ha økt verdier av tungmetaller (Joner & Grønlund, 2023, s.127). Selv om komposteringsprosessen ofte effektivt bryter ned uønskede stoffer, er det eksempler på at noen øker under prosessen. For å minimere risikoen kan man velge å justere mengden skall og ytre deler i komposten, spesielt fra områder med mindre regulering av uønskede stoffer. Å utarbeide en kunnskapsbasert kompostliste eller veileder med informasjon om matvekster og plantedeler som har tendens til å være utsatt for høye nivåer av forurensning av tungmetaller og plantevernmidler, kan gi en bevisst tilnærming til kompostering og muligheten til å ta nødvendige forholdsregler. Siden tungmetaller ofte ligger 10mx10cm fra vei, og at andre forurensningen var knyttet til trafikk (Eiter et al., s. 7) – kan det å ikke bruke hageavfall herfra kanskje også være risikoreduserende med tanke på opphopning av forurensning i kompost.

Når det gjelder legemidler, indikerer Asselt et al. (2023, s. 10322-10223) at kompost, sammenlignet med dyre- og menneskegjødning har lavere risiko knyttet til antibiotika og kjemikalier fra hygiene- og skjønnhetspleie. Likevel synes antibiotika å være mer relevant for vurdering av risiko i kompost, ettersom tre typer ble påvist. Tross Ibux ble funnet i urban kompost, er den mindre aktuell fordi den i liten grad absorberes av planter. Kjemikalier fra hygiene- og skjønnhetspleie anses også som mindre aktuelt fordi de ikke nevnes i kompost, absorberes i mindre grad av planter og utgjør en mindre trussel for helse.

Halogenerte organiske forbindelser og antibiotikaresistens utgjør en større risiko enn tungmetaller og matbårne mikroorganismer i sirkulære matsystemer basert på kompostering av matavfall når kjemiske og biologiske risikoer veies opp mot hverandre konkluderer Thakali & MacRae (2021).

Ingen av inkluderte artiklene gir informasjon om de mest aktuelle risikoene i spesifikt en norsk kontekst. Funnene fra Paulsen et al. (2023) kan imidlertid indikere at den halogenerte organiske forbindelsen PFAS som er funnet i forhøyede verdier i norske barn, dermed kan være et stoff å være oppmerksom på.

Kjenn og kritisk velg ditt avfall og fjern risikoingredienser

Kvaliteten på komposten er avhengig av sammensetningen av avfallet som komposteres. Å være bevisst på avfallssammensetningen er avgjørende, da dette utgjør et kritisk trinn hvor uønskede stoffer kan introduseres i matsystemet. Å kunne identifisere de typiske risikoene assosiert med det spesifikke avfallet som brukes, og gjennomføre undersøkelser og tester for å avdekke nivåer av forurensning kan være en ide. Å kjenne historikken til avfallet, og vurder opphavet med tanke på innsatsfaktorer, hentested, lagringsforhold og emballasje kan og vurderes. Å gjøre ekstra vurderinger på om en skal ta i bruk rester fra importert mat som en ikke kjenner innsatsfaktorer eller historikk til, eller som kan være underlagt et mindre strengt lovverk knyttet til uønskede stoffer i dyrking kan også være en tanke. Å overveie å kun kompostere kun planteavfall er en mulighet, da det kan være færre risikoer sammenlignet med animalske biprodukter. Animalske biprodukter er underlagt strengere regelverk grunnet dette, og kan tenkes å øke risikoen for bioakkumulering siden det er organisk avfall som plasserer seg høyere i matkjeden. Å rense forurensning med planter, remediering (Shmaefsky, 2020, p. 1, 32 og 64) kan mulig utforskes som et risikoreduserende tiltak rettet mot både planteavfall og kompost.

For at et kjemisk stoff skal kunne påvirke vår fysiske helse, må det først komme i kontakt med, eller tas opp i kroppen. Veier for eksponering kan skje ved innånding av partikler i luft og hudkontakt som kan gi lokal påvirkning i hud og luftveier, eller tas inn i kroppen via fordøyelsen som ved inntak av mat

og drikke. For å kunne vurdere om kjemiske stoffer påvirker helsen trengs kunnskap om hvor godt et stoff absorberes og påvirker kroppens celler via blod, såkalt biotilgjengelighet. Stoffer med lav biotilgjengelighet har begrenset påvirkning, mens de med høy biotilgjengelighet kan ha mer markante effekter til å enten støtte til kroppsfunksjoner eller forstyrre hormoner, organer og øke risiko for sykdom.

Biotilgjengeligheten til et stoff kan variere avhengig av formen det har og sammenhengen det eksisterer i, for eksempel når det befinner seg i kompost. Når kompost brukes, er det viktig å forstå potensielle endringer i biotilgjengelighet for å vurdere om det faktisk er i en form så det tas opp i kroppen og påvirker helse. Under kompostering kan kjemiske stoffer i mat- og hageavfall bli brutt ned og omformet, noe som kan påvirke hvor godt de kan tas opp. Noen stoffer som var biotilgjengelige i sin opprinnelige form, kan bli mindre tilgjengelige etter kompostering på grunn av kjemiske endringer eller binding til andre stoffer i komposten. På samme måte kan noen stoffer som i utgangspunktet ikke var biotilgjengelige, bli mer tilgjengelige etter kompostering når de blir nedbrutt til enklere former. Det er derfor nødvendig å vurdere hvordan kompostering påvirker stoffer, deres interaksjon med biologiske prosesser i jorden, om de er i en form som kan absorberes av planter, og deretter eventuelt påvirke mennesker via inntak, innånding eller kontakt gjennom prosessen fra avfall til tarm.

Hvis matrester har vært i kontakt med plast- eller papiremballasje som er behandlet med uønskede kjemikalier, bør dette vurderes. Det er viktig å også vurdere å unnlate å bruke papp og papir som er behandlet med kjemikalier i komposten, da noen kan bruke dette som «brunt» materiale i kompostering. Det er også være et enkelt tiltak å inspisere for synlig mugg.

En mer lokal tilnærming der man selv komposterer, kan tenkes å øke eierskapet til hva som legges i komposten og gjøre det enklere å fjerne synlige gjenstander som emballasje og plast som kan ha uønskede stoffer, som ellers kan ende opp utilsiktet i store komposteringsanlegg. Lokal kjennskap til kilden for mat- og hageavfall kan også være en styrke, da feilsøking av komposten blir enklere, og man kan lettere identifisere og ansvarlig gjøre kilden for uønskede stoffer.

En annen faktor som kan påvirke helserisiko, er den individuelle mottakeligheten for sykdom. Oppmerksomhet på grupper med økt sårbarhet for matbåren sykdom, som barn, eldre, gravide, syke og immunsvekkede personer som deltar og spiser i urbant sirkulært landbruk er viktig, men også sårbarhet for andre forurensninger. Det kan kreve ekstra forholdsregler for å sikre mattrygghet som å sikre personlig hygiene, regelmessige prøver for å sikre trygg jord-, kompost- og vannkvalitet, samt etterlevelse av dyrkingspraksiser som minimerer uønskede stoffer. Det kan være interessant å undersøke i hvor stor grad urbane bønder tenker på dette i «inn-på-tunet» eller sansehageaktiviteter.

Matbåren smitte kan tenkes å gå begge veier, der både kompost og mat kan påvirke mennesker, samtidig som mennesker kan være smittebærere som påvirker maten. Risikoen kan tenkes å mulig være høyere ved deltakelse av personer som bor på institusjoner, som kan ha økt forekomst av kontaktsmitte som ESBL og MRSA sammenlignet med andre deltakergrupper. For å redusere risikoen kan det vurderes å teste deltakere i landbruksaktiviteter, i tillegg til å implementere strenge tiltak for god mat hygiene gjennom hele prosessen, fra matavfall og kompostering til matinntak.

Fordeler og ulemper med mattrygghet i sirkulært urbant landbruk

Lokal sirkulær matproduksjon, der kompostering skjer med ingredienser fra nærområdet, kan styrke kontroll over kilden. Kortere avstander i et lokalt system kan potensielt gi rask identifisering av forurensning og gjøre det enklere finne kilden. Selv om kompostens ingredienser er kjent og kontrollerte, betyr det ikke nødvendigvis at alle risikoer er eliminert. Sårbarhet kan knyttes til eventuell forurensning av få kilder en er svært avhengig av, mer enn i en konvensjonell matkjede som

får tilførsel fra ulike områder som kan "spe ut" forurensning. Å inkludere flere kilder til kompost og jordforbedring kan tenkes å redusere denne sårbarheten. Selvom komposten er mattrygg kan risiko også komme fra forurensning i jord, luft, vann i de øvrige matleddene, tross det delvis kan forebygges ved jordprøver og nøye vurdering av det organiske materialets opphav og sted i forhold til forurensning fra biler, industri osv. Små, lokale sirkulære matkjeder kan ha variasjoner i mattrygghet knyttet til ulike produksjonsmetoder, kunnskapsnivåer og ressurstilgjengelighet som kan føre til utilstrekkelig overvåking, feilhåndtering av kompost eller forurensning sammenliknet med en konvensjonell matkjede hvor det typisk er mer konsistente standardiserte retningslinjer og sentralisert kontroll som effektivt kan oppdage og håndtere feil eller forurensning på større skala. Oppskalering av sirkulært urbant landbruk kan gjøre risikoer mer komplekse, og gi behov for å styrke koordinering, utdanning og tilsyn for å sikre tilstrekkelig mattrygghet i systemet.

Det finnes reguleringer som fastsetter hvilke stoffer som tillates, og trygge mengder av disse i fôr til dyr. Disse retningslinjene er utarbeidet for å beskytte helsen til dyrene og menneskene som spiser dyr eller produktene fra dyr. Det er derfor rimelig å anta at de samme kravene for planterester som settes til dyremat for å verne dem, også vil kunne ivareta vår helse i matproduksjon til oss basert på planterest- og avfall. Grenser for skadelige stoffer i maten i regelverk for sirkulært plantefôr til dyr, kan derfor gi en pekepinn på hva som kan være trygg bruk av plantemateriale også til bruk i kompost. Å minske uønsket risiko i planteavfall til kompost kan en med andre ord si at mulig kan minske uønskede virkninger av risiko for jord, vegetasjon, dyr eller mennesker når komposten tas i bruk. Retningslinjer for trygg sirkulær bruk av planterest- og avfall til kompost kan være et område som det bør forskes mer på.

Tilnærmingen til kompost og matsystemet kan handle om å se på kompostens helse som en nøkkel tilstand for resten av matkjeden. Det starter med en "helsekontroll", med diagnostisering av kompost, jord og matplanter ved å vurdere historikk, ta prøver og analysere risiko/potensial. Når helsestatus er avklart, gjøre «behandlingstiltak» for redusere risiko og maksimere potensialet, for eksempel gjennom remediering og nøye overvåking. Samtidig fokuserer på å støtte naturens egne prosesser, positive miljømikrober som mulig kan fremme helse både for oss og økosystemer og som bidrar til nedbryting og sirkulasjon av næringsstoffer, for å dra nytte av naturlige styrkende mekanismer.

For en urban bonde kan dette innebære å tenke helhetlig og skape løsninger som gir fordeler for jord, dyr og mennesker med kontinuerlige forbedring for å sikre løsninger som fremmer helse på flere nivåer. Ved å kombinere en medisinsk tilnærming for å unngå sykdom med en tilnærming for å fremme sunne systemer, kan dette ses som en balansert én-helse tilnærming.

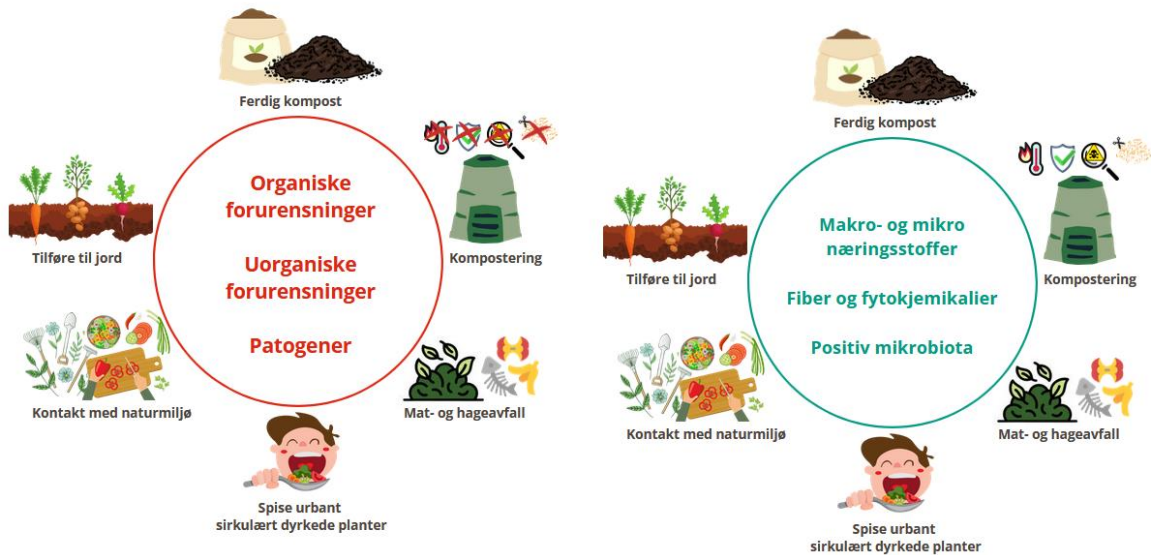
Et integrert perspektiv på kompost og matsystemet gir muligheten til å utvikle bærekraftige, helsefremmende kompostpraksiser som har positive effekter både for mennesker og økosystemet de lever i.

Innføring av kontrollpunkter ved hvert trinn i matkjeden, inkludert kompostering, kan være en tilnærming for å opprettholde helsestandarder gjennom hele prosessen fra produksjon til forbruk. For eksempel en systematisk "sjekklister" utformet for å identifisere og håndtere potensielle risikoer samtidig som man maksimerer helsegevinstene i hvert trinn. Å forenkle en helhetlig tilnærming til en slik oppskrift laget basert på forskning, eksperter og praktisk brukerkunnskap kan muligens styrke helsen i hvert ledd og dermed sikre at matkjeden som helhet oppfyller nødvendige standarder.

Dette kan inkludere styrket overvåking og kontroll gjennom hele matkjeden, fra avfall til forbruk, ved hjelp av regelmessige inspeksjoner, testing for forurensninger, sjekklister for kvalitet og bruk av avansert teknologi som sensorer og sporbarhetssystemer.

Videre kan det utvikle lokale retningslinjer og standarder tilpasset internasjonale beste praksiser, samtidig som de tar hensyn til regionale forhold og utfordringer. Utdanning og opplæring å informere bønder, produsenter og andre involverte i matproduksjon om riktig bruk av ressurser, kompostering og resirkulering for å redusere feil og risikoer knyttet til prosessene kan og være en ide.

Det oppfordres til samarbeid og partnerskap for å møte matsystemets kompleksitet, med brobygging mellom produsenter, myndigheter, forskningsinstitusjoner og andre aktører for å utveksle kunnskap og utvikle beste praksiser og rammer. Det ses et behov for forskning og innovasjon, spesielt knyttet til mattrygghet i sirkulære matsystemer, med fokus på tiltak som reduserer risiko for at dette konseptet skal være forsvarlig og ha tillitt som trygt, sunt og bærekraftig.



Figur 4 Oversikt over uønskede og ønskede faktorer å være oppmerksomme på for trygg og sunn sirkulær matkjede. Illustrasjon laget av kandidat

7.0 Konklusjon

Urban dyrking på lokalt avfall fremmes som bærekraftig, med både potensielle helseutfordringer og muligheter for helse.

Resultatene viser at matkjeden kan transportere helsefordeler og risikoer, inkludert bra og ugunstige mikroorganismer, antibiotikaresistens, kjemisk forurensning og essensielle næringsstoffer. Disse faktorene kan påvirke miljøet, maten og vår helse på flere måter.

For å redusere risikoene bør man begrense biologisk og kjemisk forurensning i komposten, sikre helsetrygt planteavfall, følge komposthygieneregler, og være oppmerksom på potensielle risikoer i resten av matkjeden. Kompostens positive egenskaper bør utnyttes, og dens kobling til helsefordeler for mennesket bør utforskes mer. Potensialet for et sikkert og sirkulært urbant landbruk gjennom å eliminere farer og integrere helseaspekter kan gjøres gjennom hvordan matsystemets utformes.

Kompostens helse kan ses som avgjørende for matsystemets øvrige helse. En "helsekontroll" og påfølgende "behandlingstiltak" kan minimere risikoer og maksimere potensial, samtidig som støtte til naturlige prosesser og positive miljømikrober bidrar til helhetlig helseforbedring for jord, planter og dyr, inklusivt mennesket.

Matproduksjon og forbruk er en årsak til stort klima-, miljø- og sosialt avtrykk. Det representerer imidlertid også nøkkelen til løsning i en stadig urbanisert verden. Fokus på mattrygghet og ernæringstett mat i sirkulært urbant landbruk kan være en strategi for å balansere ressursbruk, forbedre matfordeling og samtidig adressere miljø- og helseutfordringer globalt.

8.0 Referanser

- Aguiar-Paredes, A., Valdes, G., Araneda, N., Valdebenito, E., Hansen, F., & Nuti, M. (2023). Microbial Community in the Composting Process and Its Positive Impact on the Soil Biota in Sustainable Agriculture. *Agronomy-Basel*, 13(2). <https://doi.org/10.3390/agronomy13020542>
- Amuasi, J.H., Lucas, T., Horton, R. & Winkler, A.S. (2020). Reconnecting for our future: The Lancet One Health Commission. *Lancet*, 395(10235), 1469-1471. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)31027-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)31027-8)
- Animaliebiproduktforskriften. (2016). *Forskrift om animalske biprodukter som ikke er beregnet på konsum* (FOR-2016-09-14-1064). Lovdata. <https://lovdata.no/forskrift/2016-09-14-1064>
- Arbeidsmiljøloven. (2005). *Lov om arbeidsmiljø, arbeidstid og stillingsvern mv.*(LOV-2005-06-17-62). Lovdata. https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2005-06-17-62/KAPITTEL_1#KAPITTEL_1
- Ascher, B., Halvorsen A. H. & Johansson, U. (2019). *Attractive Nordic Towns – Strategies Towards a Sustainable Future*. Sweco. <https://www.regjeringen.no/contentassets/217782ca1e9e4991bf26e7784d1f1591/attractive-nordictowns-strategiestowardsasustainablefuture.pdf>
- Assmuth, T., Chen, X., Degeling, C., Haahtela, T., Irvine, K., N., Keune, H., Kock, R., Rantala, S. Rüegg, S. & Vikström, S. (2020). Integrative concepts and practices of health in transdisciplinary social ecology. *Socio-Ecological Practice Research*, 2020(2),71–90. <https://doi.org/10.1007/s42532-019-00038-y>
- Astrup, E., Blix, H. S., Eriksen-Volle, Hanne-Merete, Litleskare, I., Elstrøm, P. (2021, 26. november). Antibiotikaresistens i Norge. FHI. <https://www.fhi.no/nettpub/hin/smitte/resistens/>
- Augustsson, A., Uddh-Söderberg, T., Filipsson, M., Helmfrid, I., Berglund, M., Karlsson, H., Hogmalm, J., Karlsson, A. & Alriksson, S. (2018). Challenges in assessing the health risks of consuming vegetables in metal-contaminated environments. *Environment International*, 113(2018), 269-280. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.10.002>.
- Banerjee, S., & van der Heijden, M. G. A. (2022). Soil microbiomes and one health. *Nature Reviews Microbiology*. <https://doi.org/10.1038/s41579-022-00779-w>
- Bardalen, A., Skjerve, T. A. & Olsen, H. F. (2020). *Bærekraft i det norske matsystemet. Kriterier for bærekraftig produksjon*. (SBN 978-82-575-1788-5). NMBU. <https://main-bvxea6i-kdsvgmpf4iwws.eu-5.platformsh.site/sites/default/files/pdfattachments/baerekraftnorskematsystemt.pdf>
- Blomhoff, R., Andersen, R., Arnesen, E. K., Christensen, J. J., Eneroth, H., Erkkola, M., Gudaviciene, I., Halldorsson, T. I., Høyer-Lund, A., Lemming, E. W., H.M., M., Pitsi, T., Schwab, U., Sikсна, I., Thorsdottir, I., & Trolle, E. (2023). *Nordic Nutrition Recommendations 2023* (2023:003). Secretary of the Nordic Council of Ministers Nordic Council of Ministers. <file:///C:/Users/bruker/Downloads/nord2023-003.pdf>
- Blum W.E.H., Zechmeister-Boltenstern S. & Keiblinger K.M. (2019). Does Soil Contribute to the Human Gut Microbiome? *Microorganisms*, 7(9), 287. doi: 10.3390/microorganisms7090287.
- Brann- og eksplosjonsvernloven. (2002). *Lov om vern mot brann, eksplosjon og ulykker med farlig stoff og om brannvesenets redningsoppgaver* (LOV-2002-06-14-20). Lovdata. <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2002-06-14-20>

- Braut, G., S. & Larsen, Ø. (2018, 21. desember). *Forebyggende medisin*. I Store medisinske leksikon på snl.no. Hentet 1. desember 2023 fra https://sml.snl.no/forebyggende_medisin
- Bu, S., Comstock, S., Alaimo, K. & Alyssa Beavers (2022). Impact of Compost Amendments on the Human Gut Microbiota During Gardening. *Current Developments in Nutrition*, 6(1), 1000. <https://doi.org/10.1093/cdn/nzac069.005>
- Callens, K., Bessy, C., Bogdanski, A., Fontaine, F., Gurkan, C., Espinosa, S., N., Raffa, D., W. , & Grooters, S. (2019). *Microbiome: The missing link? Science and innovation for health, climate and sustainable food systems*. FAO. <https://www.fao.org/3/ca6767en/CA6767EN.pdf>
- Canet-Martí, A., Pineda-Martos, R., Junge, R., Bohn, K., Paço, T.A., Delgado, C., Alenćikien'e, G., Skar, S.L.G. & Baganz, G.F.M. (2021). Nature-Based Solutions for Agriculture in Circular Cities: Challenges, Gaps, and Opportunities. *Water*, 2021(13), 2565. <https://doi.org/10.3390/w13182565>
- Circle Economy & Circular Norway. (2020). *The Circularity Gap Report Norway: Closing the Circularity Gap in Norway*. The Platform for Accelerating the Circular Economy (PACE). https://de312f73-4ba4-4a83-b0e6-01dc20f54c34.filesusr.com/ugd/8853d3_4878d746a9fc40f0a9aacd113e090abc.pdf
- Cornell University Library. (u.å.). *What type of review is right for you?*. Hentet 12. mai fra https://guides.library.cornell.edu/ld.php?content_id=52561085
- Currie, S. L. & Beattie, T., K. (2015). Compost and Legionella longbeachae: an emerging infection?. *Perspectives in Public Health*, 135(6), 309-315. <https://doi.org/10.1177/1757913915611162>
- Departementene. (2016). *Kjente ressurser – uante muligheter: Regjeringens bioøkonomistrategi* (W-0013B). Nærings- og fiskeridepartementet. https://www.regjeringen.no/contentassets/32160cf211df4d3c8f3ab794f885d5be/nfd_biokononomi_strategi_uu.pdf
- Departementene. (2021a). *Dyrk byer og tettsteder: Nasjonal strategi for urbant landbruk* (M-0755B). Landbruks- og matdepartementet, Landbruks og matdepartementet, Kommunal og moderniseringsdepartementet, Helse og omsorgsdepartementet, Klima og miljødepartementet, Arbeids og sosialdepartementet og Kunnskapsdepartementet. <https://www.regjeringen.no/contentassets/4be68221de654236b85b76bd77535571/207980-strategi-for-urbant-landbruk-web.cleaned-1.pdf>
- Departementene. (2021b). *Nasjonal strategi for ein grønn, sirkulær økonomi* (T-1573 N). Klima- og miljødepartementet. <https://www.regjeringen.no/contentassets/f6c799ac7c474e5b8f561d1e72d474da/t-1573n.pdf>
- Despoudi, S., Sivarajah, U. & Dora, M. (2021). *From Linear to Circular Food Supply Chains: Achieving Sustainable Change* (1. utg.). Palgrave Macmillan Cham.
- Det Norske Videnskaps-Akademi. (2022). *Veier til et mer bærekraftig matsystem i Norge*. <https://dnva.no/sites/default/files/files/2022-11/Veier%20til%20et%20mer%20b%C3%A6rekraftig%20matsystem%20i%20Norge.pdf>
- Dombu, S., V., A., B., Strand, E., Henriksen, B. & L., L. (2021). *Norsk matsikkerhet og forsyningsrisiko: Rapport fra arbeidsgruppe i NIBIO* (NIBIO rapport 7/145/2021). NIBIO. https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/bitstream/handle/11250/2767673/NIBIO_RAPPORT_2021_7_145_Revidert%20utgave.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Domingo, J. L., & Nadal, M. (2009). Domestic waste composting facilities: A review of human health risks. *Environment International*, 35(2), 382-389. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2008.07.004>.

- Ebenso, B., Otu, A., Giusti, A., Cousin, P., Adetimirin, V., Razafindralambo, H., Effa, E., Gkisakis, V., Thiare, O., Levavasseur, V., Kouhoude, S., Adeoti, K., Rahim, A. & Mounir, M. (2022). Nature-Based One Health Approaches to Urban Agriculture Can Deliver Food and Nutrition Security. *Frontiers in Nutrition*, 2022(9), 773746. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.773746>
- EEA. (2020). *Bio-waste in Europe — turning challenges into opportunities* (EEA Report 04/2020/ISSN 1977-8449). <file:///C:/Users/bruker/Downloads/TH-AL-20-010-EN-N%20Bio-waste%20in%20Europe%20-%2018%2006%2020-1.pdf>
- EEA. (2023, 6. desember). *Soil*. <https://www.eea.europa.eu/en/topics/in-depth/soil?activeTab=07e50b68-8bf2-4641-ba6b-eda1afd544be>
- EFSA (European Food Safety Authority), James, K., Millington, A. & Randall, N. (2022). Food and feed safety vulnerabilities in the circular economy. *EFSA Supporting Publications* 2022, 19(3), EN-7226. 1-112. <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2022.EN-7226>
- Eiter, S., Fjellstad, W., Fjoreid, B., Hanserud O. S. & Mæhlum T. (2022). *Klima- og miljøkriterier i urbant landbruk: Faggrunnlag og anbefalinger for Oslo kommune* (8/18/2022). NIBIO. https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/bitstream/handle/11250/2978635/NIBIO_RAPPORT_2022_8_18.pdf?sequence=1
- Ellen MacArthur Foundation. (2019). *Cities and Circular Economy for Food*. <https://emf.thirdlight.com/file/24/K6L0nIrKMZq-8vK6HoTK6iyBra/Cities%20and%20circular%20economy%20for%20food.pdf>
- Ellen MacArthur foundation. (u.å.). *Food and the circular economy – deep dive*. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/food-and-the-circular-economy-deep-dive>
- Environmental Working Group. (2023a). Dirty Dozen. Hentet 10. juli 2023 fra <https://www.ewg.org/foodnews/dirty-dozen.php>
- Environmental Working Group. (2023b). Clean fifteen. Hentet 10. juli 2023 fra <https://www.ewg.org/foodnews/clean-fifteen.php>
- Erälinna L. & Szymoniuk B. (2021). Managing a Circular Food System in Sustainable Urban Farming. Experimental Research at the Turku University Campus (Finland). *Sustainability*, 13(11), 6231. <https://doi.org/10.3390/su13116231>
- EU. (2020). *Farm to Fork Strategy: For a fair, healthy and environmentally-friendly food system*. https://food.ec.europa.eu/system/files/2020-05/f2f_action-plan_2020_strategy-info_en.pdf
- EU. (u.å.). *Research and innovation: Food 2030*. Hentet 28. mars 2023 fra https://research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/environment/bioeconomy/food-systems/food-2030_en
- Ezugworie, F. N., Igbokwe, V. C. & Onwosi, C.O. (2021). Proliferation of antibiotic-resistant microorganisms and associated genes during composting: An overview of the potential impacts on public health, management and future. *Science of The Total Environment*, 784, 147191. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147191>.
- FAO & Global Soil partnership. (2022) Soil the foundation of nutrition. <https://www.fao.org/3/BC275e/bc275e.pdf>
- FAO & Ruaf. (2023). *Building sustainable and resilient city region food systems: Assessment and planning handbook* (ISBN 978-92-5-137785-7). <https://doi.org/10.4060/cc5184en>
- FAO, Rikolto, & RUAF. (2022a). *Urban and peri-urban agriculture sourcebook – From production to food systems* (ISBN 978-92-5-136111-5). <https://www.fao.org/3/cb9722en/cb9722en.pdf>
- FAO, UNEP, WHO, & WOA. (2022b). *One Health Joint Plan of Action (2022-2026): Working together for the health of humans, animals, plants and the environment* (978-92-4-005913-9). <https://doi.org/10.4060/cc2289en>
- FAO. (2011). *Global food losses and food waste – Extent, causes and prevention* (978-92-5-107205-9). Rome. <https://www.fao.org/3/i2697e/i2697e.pdf>

- FAO. (2014). *SAFA Sustainability assessment of food and agriculture systems: Guidelines* (ISBN 978-92-5-108485-4). Rome. <https://www.fao.org/3/i3957e/i3957e.pdf>
- FAO. (2018). *Sustainable food systems: Concept and framework* (CA2079EN/1/10.18). <https://www.fao.org/3/ca2079en/CA2079EN.pdf>
- FAO. (2019a). *FAO framework for the Urban Food Agenda: Leveraging sub-national and local government action to ensure sustainable food systems and improved nutrition* (ISBN 978-92-5-131274-2). <https://www.fao.org/documents/card/en/c/ca3151en>
- FAO. (2019b). *The International Code of Conduct for the Sustainable Use and Management of Fertilizers*. <https://www.fao.org/3/ca5253en/CA5253EN.pdf>
- FAO. (2021a). *Aspirational Principles and Criteria for a Sustainable Bioeconomy*. Rome. <https://www.fao.org/3/cb3706en/cb3706en.pdf>
- FAO. (2021b). *Bioeconomy for a sustainable future*. <https://www.fao.org/3/cb6564en/cb6564en.pdf>
- FAO. (2022a). *Thinking about the future of food safety: A foresight report* (ISBN 978-92-5-135783-5). Rome. <https://doi.org/10.4060/cb8667en>
- FAO. (2022b, 27. juli). *Saving our soils by all earthly ways possible*. <https://www.fao.org/fao-stories/article/en/c/1599222/>
- FAO. (2022c). *Building a resilient and sustainable future: Join the FAO Green Cities Initiative* (CC2494EN/1/11.22). <https://www.fao.org/3/cc2494en/cc2494en.pdf>
- FAO. (2023, 17. mai). *Sustainable and circular bioeconomy for food systems transformation*. <https://www.fao.org/in-action/sustainable-and-circular-bioeconomy/resources/news/details/en/c/1639771/>
- FAO. (2023b). *Technical guidelines on soils for nutrition – Sustainable soil management for nutrition-sensitive agriculture*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc5069en>
- FHI (2018a, 5. september). *Hva kan smitte gjennom mat og vann?* <https://www.fhi.no/sm/smitte-fra-mat-vann-dyr/topp-tre/sykdommer-som-kan-smitte-gjennom-ma/>
- FHI. (2018b, 13. juni). *Forebygging av matbåren smitte i helseinstitusjoner*. <https://www.fhi.no/sm/smitte-fra-mat-vann-dyr/forebygging-av-matbaren-smitte-i-helseinstitusjoner/>
- FHI. (2019, 15. mars). *Om fremmedstoffer i mat*. <https://www.fhi.no/kl/miljogifter/fremmedstoffer-i-mat/om-fremmedstoffer-i-mat/generelt/?term=>
- FHI. (2020, 17. februar) *Metaller i mat*. <https://www.fhi.no/kl/miljogifter/fremmedstoffer-i-mat/ulike-fremmedstoffer-i-mat/metaller-i-mat/?term=>
- FN-sambandet. (u.å.). *Befolkning i byområder*. Hentet 1. juli 2023 fra <https://www.fn.no/Statistikk/befolkning-i-byomraader>
- FN-sambandet. (2023a, 2. mai). *Ansvarlig forbruk og produksjon*. <https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal/ansvarlig-forbruk-og-produksjon>
- FN-sambandet. (2023b, 3. februar). *Rent vann og gode sanitærforhold*. <https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal/rent-vann-og-gode-sanitaerforhold>
- FN-sambandet. (2023c, 2. februar). *Stoppe klimaendringene*. <https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal/stoppe-klimaendringene>

- FN-sambandet. (2023d, 2. februar). *Livet på land*. <https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal/livet-paa-land>
- FN-sambandet. (2023e, 1. februar). *Bærekraftige byer og lokalsamfunn*. <https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal/baerekraftige-byer-og-lokalsamfunn>
- FN-sambandet. (2023f, 2. mai). *God helse og livskvalitet*. <https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal/god-helse-og-livskvalitet>
- FN-sambandet. (2023g, 3. februar). *Utrydde sult*. <https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal/utrydde-sult>
- FN-sambandet. (2023h). *Befolkning i byområder*. Hentet 1. juli 2023 fra <https://www.fn.no/Statistikk/befolkning-i-byomraader>
- FN-sambandet. (2023i). *Befolkningstetthet*. Hentet 1. juli 2023 fra <https://www.fn.no/Statistikk/befolkningstetthet>
- Focker, M., van Asselt, E. D., Berendsen, B. J. A., van de Schans, M. G. M., van Leeuwen, S. P. J., Visser, S. M. & Van der Fels-Klerx, H. J. (2022). Review of food safety hazards in circular food systems in Europe. *Food Research International*, 158(2022), 111505. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111505>
- Folkehelseinstituttet. (u.å.). *Avdeling mattrygghet: Avdelinga arbeider med tarmflora, miljøgifter og kosthold*. Hentet 15. mai 2022 fra <https://www.fhi.no/om/organisasjon/Mattrygghet/>
- Folkehelseloven. (2011). *Lov om folkehelsearbeid* (LOV-2011-06-24-29). Lovdata. <https://lovdata.no/lov/2011-06-24-29>
- Forskrift om organisk gjødsel. (2003). *Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav* (FOR-2003-07-04-951). Lovdata. Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav. <https://lovdata.no/forskrift/2003-07-04-951>
- Forurensningsloven. (1981). *Lov om vern mot forurensninger og om avfall* (LOV-1981-02-13-6). Lovdata. <https://lovdata.no/lov/1981-03-13-6>
- Fountoulakis, M.S., Makridis, L., Pirounaki, E. K., Chroni, C., Kyriacou, A., Lasaridi, K. & Manios, T. (2010). Fate and effect of lin-uron and metribuzin on the co-composting of green waste and sewage sludge. *Waste Management*, 30(1), 41–49. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.08.014>
- Fuchs, J. G. (2017). Composting process management and compost benefits for soil fertility and plants. *Acta Horticulturae*, 1164, 195-202. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1164.25>
- Gjøtterud, S. (u.å.). *TRANSTIKK – Transfaglig undervisning og læring i master i Urbant Landbruk*. NMBU. Hentet 5. april 2023 fra <https://www.nmbu.no/aktuelt/node/44405>
- Groufh-Jacobsen, S., Larsson, C., Van Dael, e W.V., Margerison, C., Mulkerrins, I., Aasland, L.M. & Medin, A.C. (2023). Food literacy and diet quality in young vegans, lacto-ovo vegetarians, pescatarians, flexitarians and omnivores. *Public Health Nutrition*. 2023, 1-11. doi:10.1017/S1368980023002124
- Grönroos M., Parajuli A., Laitinen O.H., Roslund, M.I., Vari H.K., Hyöty H., Puhakka, R. & Sinkkonen A. Short-term direct contact with soil and plant materials leads to an immediate increase in diversity of skin microbiota. *Microbiologyopen*, 8(3), Artikkel e00645. <https://doi.org/10.1002/mbo3.645>
- Helmfrid, I., Hällsten, A.-L., Ståhlbom, B. & Hellström, L. (2007). *Miljömedicinsk riskbedömning med avseende på konsumtion av analyserade vegetabilier, fisk och kräftor från Gusum*. Yrkes- och miljömedicinskt centrum Universitetssjukhuset & Enheten för Epidemiologi och miljömedicin. <https://docplayer.se/11321701-Miljomedicinsk-riskbedomning-med-avseende-pa-konsumtion-av-analyserade-vegetabilier-fisk-och-kraftor-fran-gusum.html>

- Helsebiblioteket. (2021, 17. september). *Kunnskapsbasert praksis*.
<https://www.helsebiblioteket.no/innhold/artikler/kunnskapsbasert-praksis/kunnskapsbasertpraksis.no#>
- Helsedirektoratet. (2021, 20. oktober). *Sektorrapport om folkehelse 2021: 4.2. Kosthold*.
<https://www.helsedirektoratet.no/rapporter/sektorrapport-om-folkehelse>
- Helsedirektoratet. (2022). *Utviklingen i Norsk kosthold 2022* (IS-3054).
https://www.helsedirektoratet.no/rapporter/utviklingen-i-norsk-kosthold/Utviklingen%20i%20norsk%20kosthold%202022%20-%20Kortversjon.pdf/_attachment/inline/b8079b0a-fefe-4627-8e96-bd979c061555:e22da8590506739c4d215cfd628cfaaa3b2dbc8/Utviklingen%20i%20norsk%20kosthold%202022%20-%20Kortversjon.pdf
- Hustad, M.L. (2023, 5. Juli). Sprøytegift i mat. Økologisk Norge.
<https://okologisknorge.no/prosjekter/sproeytegift-i-mat/>
- International Resource Panel (2021). *Urban Agriculture's Potential to Advance Multiple Sustainability Goals: An International Resource Panel Think Piece*. Ayuk, E.T., Ramaswami, A., Teixeira, I., Akpalu, W., Eckart, E., Ferreira, J., Kirti, D., and de Souza Leao, V. A think piece of the International Resource Panel. (ISBN 978-92-807-3920-6) United Nations Environment Programme.file:///C:/Users/bruker/Downloads/urban_agriculture.pdf
- IPBES. (2019). *Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. S. Díaz, J. Settele, E. S. Brondízio E.S., H. T. Ngo, M. Guèze, J. Agard, A. Arneth, P. Balvanera, K. A. Brauman, S. H. M. Butchart, K. M. A. Chan, L. A. Garibaldi, K. Ichii, J. Liu, S. M. Subramanian, G. F. Midgley, P. Miloslavich, Z. Molnár, D. Obura, A. Pfaff, S. Polasky, A. Purvis, J. Razzaque, B. Reyers, R. Roy Chowdhury, Y. J. Shin, I. J. Visseren-Hamakers, K. J. Willis, and C. N. Zayas (Red.). (ISBN 978-3-947851-13-3). IPBES secretariat.
<https://zenodo.org/record/3553579>
- IPCC. (2022a). *Summary for Policymakers* [P.R. Shukla, J. Skea, A. Reisinger, R. Slade, R. Fradera, M. Pathak, A. Al Khourdajie, M. Belkacemi, R. van Diemen, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley, D. McCollum, S. Some, P. Vyas, (Red.)]. I Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley, (Red.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. doi: 10.1017/9781009157926.001.
https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_SummaryForPolicy_makers.pdf
- IPCC. (2022b). *Summary for Policymakers* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösche, V. Möller, A. Okem (eds.)]. I Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösche, V. Möller, A. Okem, B. Rama (Red.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 3–33, doi:10.1017/9781009325844.001.

https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_SummaryForPolicy_makers.pdf

Joner, E. & Grønlund, A. (2023). *Finger'n i jorda*. Jordnært press.

Kawai, K., Liu, C., Premakumara, & Gamaralalage, J. D. (2020). *CCET guideline series on intermediate municipal solid waste treatment technologies: Composting*. UNEP og IGES.

<https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/33737/Composting.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Kendzior, J., Warren Raffa, D. and Bogdanski, A. 2022. *The soil microbiome: a game changer for food and agriculture – Executive summary for policymakers and researchers*. Rome, FAO.

<https://doi.org/10.4060/cc0717en>

Kristiansen, N. (2023, 23. November). *Det har blitt 50 prosent mer forskning på sju år. Drukner de viktige funnene?* <https://www.forskning.no/forskningsmetode-om-forskning/det-har-bli-50-prosent-mer-forskning-pa-sju-ar-drukner-de-viktige-funnene/2281883>

Landbruksdirektoratet. (2020). *Nasjonalt program for jordhelse: Faggrunnlag og forslag til utvikling av tiltak og virkemidler for økt satsing på jordhelse* (Rapportnummer 13/2020).

https://www.landbruksdirektoratet.no/nb/filarkiv/rapporter/Nasjonalt%20program%20for%20jordhelse.%20Rapport%20nr_13_2020.pdf/_attachment/inline/6fff33e6-b4f4-4e65-9d53-4edf628db4a4:eaed346e45814aac397ee823a2bcd847ab037791/Nasjonalt%20program%20or%20jordhelse.%20Rapport%20nr_13_2020.pdf

Lange, L., Berg, G., Cernava, T., Champomier_Vergès, M., Charles, T., Cocolin, L., Cotter, P., D'Hondt, Kostic, T., Mahuin, E., Makhalyane, T., Meisner, A., Ryan, M., Krian, G., S., de Souza, R., S., Sanz, Y., Schloter, M., Smidt, H., Wakelin, S & Sessitsch, A. (2022). Microbiome ethics, guiding principles for microbiome research, use and knowledge management. *Environmental Microbiome* 17, 50. <https://doi.org/10.1186/s40793-022-00444-y>

Lemunier, M., Francou, C., Rousseaux, S., Houot, S., Dantigny, P., Piveteau, P., & Guzzo, J. (2005). Long-term survival of pathogenic and sanitation indicator bacteria in experimental biowaste composts. *Applied and Environmental Microbiology*, 71(10), 5779-5786.

<https://doi.org/10.1128/Aem.71.10.5779-5786.2005>

Liao, H., Friman, V.-P., Geisen, S., Zhao, Q., Cui, P., Lu, X., Chen, Z., Yu, Z. & Zhou, S. (2019). Horizontal gene transfer and shifts in linked bacterial community composition are associated with maintenance of antibiotic resistance genes during food waste composting. *Science of The Total Environment*, 660(2019), 841-850. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.353>.

Majeed, L.R., Rashid, S., Pahalvi, H.N., Nisar, B., Ganai, B.A. (2021). Role of Microbiota in Composting. I Hakeem, K.R., Dar, G.H., Mehmood, M.A., Bhat, R.A. (Red.) *Microbiota and Biofertilizers*.

Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-48771-3_15

Major, E., F., Dalgard, O.S., Mathisen, K.S., Nord, E., Ose, S., Rognerud, M. & Aarø, L.E. (2011). *Bedre føre var...Psykisk helse: Helsefremmende og forebyggende tiltak og anbefalinger* (rapport 2011:1). Folkehelseinstituttet.

<https://www.fhi.no/globalassets/dokumenterfiler/rapporter/2011/rapport-20111-bedre-fore-var---psykisk-helse-helsefremmende-og-forebyggende-tiltak-og-anbefalinger-pdf.pdf>

Martin, M., Orsini, F., Fraccascia, L., Milestad, R., & Jensen, P., F. (u.å.). *Rethinking Food systems: Circular Economy and Urban Agriculture: About this research topic*. Frontiers. Hentet 1. juni

- 2023 fra <https://www.frontiersin.org/research-topics/20118/rethinking-food-systems-circular-economy-and-urban-agriculture#overview>
- Mattilsynet. (2023b, 16. august). *Om mattilsynet*. https://www.mattilsynet.no/om_mattilsynet/
- Matloven. (2003). *Lov om matproduksjon og mattrygghet* (LOV-2003-12-19-124). Lovdata. <https://lovdata.no/lov/2003-12-19-124>
- Mattilsynet. (2022, 31. oktober). Rapport: Rester av plantevernmidler i næringsmidler 2021. https://www.mattilsynet.no/mat_og_vann/uonskede_stofferimaten/rester_av_plantevermidler_i_mat/rester_av_plantevernmidler_i_naeringsmidler_2021.48327
- Mattilsynet. (2022b, 5. september). Antibiotikaresistens er et lite problem i Norge – men trusselen vokser globalt. https://www.mattilsynet.no/mat_og_vann/smitte_fra_mat_og_drikke/antibiotikaresistente_bakterier/antibiotikaresistens_er_et_lite_problemm_i_norge_men_trusselen_vokser_globalt.47926
- Mattilsynet. (2023a, 3. november). *Regler for kompostering og bokashi fra restauranter, kantiner, skoler og barnehager*. <https://www.mattilsynet.no/planter-og-dyrking/gjodsel-jord-og-dyrkingsmedier/regler-for-kompostering-og-bokashi-fra-restauranter-kantiner-skoler-og-barnehager#kap-2-krav-til-varmebehandling-av-kompost>
- Mattilsynet. (2023d, 28. september). Spørsmål og svar om rester av plantevernmidler i mat. <https://www.mattilsynet.no/mat-og-drikke/uonskede-stoffer-i-mat/rester-av-plantevernmidler-i-mat/sporsmal-og-svar-om-rester-av-plantevernmidler-i-mat>
- Mattilsynet. (2023c, 26. oktober). *Regler for privat kompostering og bokashi*. <https://www.mattilsynet.no/planter-og-dyrking/gjodsel-jord-og-dyrkingsmedier/regler-for-privat-kompostering-og-bokashi>
- Mayer A.B., Trenchard L. & Rayns F. (2022). Historical changes in the mineral content of fruit and vegetables in the UK from 1940 to 2019: a concern for human nutrition and agriculture. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 73(3), 315-326. <https://doi.org/10.1080/09637486.2021.1981831>
- McEldowney, J. (2017). *Urban agriculture in Europe: Patterns, challenges and policies* (ISBN 978-92-846-2506-2). <file:///C:/Users/bruker/Downloads/urban%20agriculture%20in%20europe-QA0717165ENN.pdf>
- Meisner, A., Wepner, B., Kostic, T., van Overbeek, L. S., Bunthof, C. J., de Souza, R. S. C., Olivares, M., Sanz, Y., Lange, L., Fischer, D., Sessitsch, A., Smidt, H., & Consortium, M. (2022). Calling for a systems approach in microbiome research and innovation. *Current Opinion in Biotechnology*, 73, 171-178. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2021.08.003>
- Meld. St. 45 (2016–2017). *Avfall som ressurs – avfallspolitikk og sirkulær økonomi*. Klima-og miljødepartementet. <https://www.regjeringen.no/contentassets/4c45f38bddee47a7b7847af108894c0c/no/pdfs/stm201620170045000dddpdfs.pdf>
- Meyer, H., E., & Bergh, I., H. (2022). *Folkehelse rapporten: Overvekt og fedme i Norge*. Folkehelseinstituttet. <https://www.fhi.no/nettpub/hin/ikke-smittsomme/overvekt-og-fedme/>

- Microbiome support. (2020). *Microbes are everywhere in the food system*.
https://www.microbiomesupport.eu/wp-content/uploads/2020/06/infographic_final-EN.pdf
- Microbiome support. (2022). *Microbiomes delivering healthy and sustainable food systems*.
<https://www.microbiomesupport.eu/wp-content/uploads/2022/11/MicrobiomeSupport-Factsheet-1.pdf>
- Miljødirektoratet. (2022, 28. desember). *Behandling av avfall*.
<https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/avfall/behandling-av-avfall/>
- Miljøstatus (2023, 15. februar). *Miljøgifter: 75stoffer og stoffgrupper på prioritetslisten*.
<https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/miljogifter/>
- Montgomery, D. R. & Biklé, A. (2022). *What Your Food Ate: How to Heal Our Land and Reclaim Our Health*. Norton.
- Murphy, S., Gaffney, M. T., Fanning, S. & Burgess, C. M. (2016). Potential for transfer of *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* Senftenberg from contaminated food waste derived compost and anaerobic digestate liquid to lettuce plants. *Food Microbiology*, 59(2016), 7-13. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2016.04.006>
- Murphy, S., Gaffney, M. T., Fanning, S. & Burgess, C. M. (2016). Potential for transfer of *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* Senftenberg from contaminated food waste derived compost and anaerobic digestate liquid to lettuce plants. *Food Microbiology*, 59, 7-13. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2016.04.006>
- NIBIO. (2017, 12. oktober 2017). *Kompost*. <https://nibio.no/tema/jord/organisk-avfall-som-gjodsel/kompost>
- NIBIO. (2023). *Implementering av nasjonalt jordovervåkingsprogram på jordbruksjord*. Hentet 10. juli fra <https://nibio.no/prosjekter/Implementering-av-nasjonalt-jordovervåkingsprogram-pa-jordbruksjord-copy>
- NIBIO. (u.å.a). *Folkehelse, matproduksjon og matforbruk - hva er sammenhengen?*. Hentet 4. juli 2023 fra <https://www.nibio.no/tema/mat/en-helse-i-landbruks-og-matproduksjonen/folkehelse-matproduksjon-og-matforbruk-hva-er-sammenhengen>
- NIBIO. (u.å.b). *En-helse i landbruks- og matproduksjonen: Tverrfaglig kunnskap om hvordan norsk matproduksjon påvirker helsen til mennesker, dyr, planter og økosystemer*. Hentet 09. juni, 2023 fra <https://www.nibio.no/tema/mat/en-helse-i-landbruks-og-matproduksjonen>
- NMBU. (u.å.). *Urbant landbruk*. Hentet 7. april 2023 fra <https://www.nmbu.no/studier/studietilbud/master-to-arige/urbant-landbruk/node/41588>
- NORM/NORM-VET. (2021). *Usage of Antimicrobial Agents and Occurrence of Antimicrobial Resistance in Norway*. (1890-9965). Norsk overvåkingsystem for antibiotikaresistens hos mikrober (NORM), Veterinærinstituttet & Folkehelseinstituttet.
file:///C:/Users/bruker/Downloads/NORM%20NORM-VET%202021_m%20forside.pdf
- NOU 2023:17. (2023). *Nå er det alvor: Rustet for en usikker fremtid*. (2023:17) Departementenes sikkerhets- og serviceorganisasjon.
<https://www.regjeringen.no/contentassets/4b9ba57bebae44d2bebfc845ff6cd5f5/no/pdfs/nu202320230017000dddpdfs.pdf>

- NTNU Undervisning. (2018, 29. desember). Litteraturstudie som metode [Video]. YouTube.
<https://youtu.be/KF3PtpaDsm8?si=X9xBEWPPKs8anVsi>
- Oviedo-Ocaña, E.R., Dominguez, I. & Komilis, D. (2019). Co-composting of Green Waste Mixed with Unprocessed and Processed Food Waste: Influence on the Composting Process and Product Quality. *Waste Biomass and Valorization* 2019(10), 63–74. <https://doi.org/10.1007/s12649-017-0047-2>
- Paulsen M.M., Thomsen C., Brantsæter A.L., Granum B. & Haug L.S. (2023). Miljøgifter i norske barn: Resultater fra Miljøbiobanken (Rapport 2023) Folkehelseinstituttet.
<https://www.fhi.no/publ/2023/miljogifter-i-norske-barn/#hovedbudskap>
- Persson, L., Carney Almroth, Collins, C.D., Cornell, S., de Wit, C. et.al. 2022. Outside the Safe Operating Space of the Planetary Boundary for Novel Entities. *Environmental Science and Technology*, <https://doi.org/10.1021/acs.est.1c04158>
- Persson, M. (2021). *Hvordan skrive en litteraturgjennomgang: En praktisk guide*. Universitetsforlaget.
- Regjeringen (2023, 10. mars). *Etablering av vitenskapspanel for kjemikalier, avfall og hindre forurensning*. <https://www.regjeringen.no/no/tema/klimate-og-miljo/forurensning/innsiktsartikler-forurensning/plastavtalen/etablering-av-vitenskapspanel-for-kjemikalier-avfall-og-hindre-forurensning/id2966218/>
- Regjeringen. (2023a, 20. juni). *Farm to Fork*. <https://www.regjeringen.no/no/sub/eos-notatbasen/notatene/2022/juni/farm-to-fork/id2960634/>
- Regjeringen. (2023b, 7. februar). *Utvalg skal utrede tiltak for å halvere matsvinnet, inkludert en matkastelov*. <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/utvalg-skal-utrede-tiltak-for-a-halvere-matsvinnet-inkludert-en-matkastelov/id2962252/>
- Regjeringen. (2023c, 10 februar). *Urbant landbruk i planlegging*. <https://www.regjeringen.no/no/tema/plan-bygg-og-eiendom/plan-bygningsloven/planlegging/fagtema/urbant-landbruk/id2901677/?expand=facebook2901695>
- Righini, I., Stanghellini, C., Hemming, S., Graamans L. & Marcelis, L.F.M. (2023). Resources for plant-based food: Estimating resource use to meet the requirements of urban and peri-urban diets. *Food and Energy Security*(12) DOI: 10.1002/fes3.462
- Ritchie, H. & Roser, M. (2017). *Obesity*. OurWorldInData. <https://ourworldindata.org/obesity>
- Ritchie, H., Rosado, P. & Roser, M. (2022). *Environmental Impacts of Food Production*. OurWorldInData. <https://ourworldindata.org/environmental-impacts-of-food>
- Ritchie, H., Rosado, P. & Roser, M. (2023). *Agricultural Production*. OurWorldInData. <https://ourworldindata.org/agricultural-production>
- Ritchie, H., Rosado, P., & Roser, M. (2017). *Diet Compositions*. OurWorldInData. <https://ourworldindata.org/diet-compositions>
- Roser, M. & Ritchie, H. (2019). *Hunger and Undernourishment*. OurWorldInData. <https://ourworldindata.org/hunger-and-overnourishment>
- Royal College of Nursing. (2023, 21. september). *RCN launches new definition of nursing*. <https://www.rcn.org.uk/news-and-events/news/uk-rcn-launches-new-definition-of-nursing-210923>

- Růžičková, J., Raclavská, H., Kucbel, M., Grobelak, A., Šafář, M., Raclavský, K., Švédová, B., Juchelková, D. & Moustakas, K. (2021). The potential environmental risks of the utilization of composts from household food waste. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 24663–24679. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09916-5>
- Sachs, J., D., Lafortune, G., Christian Kroll, Grayson Fuller, C., K. & Woelm F. (2022). *Sustainable Development Report 2022: From Crisis to Sustainable Development: the SDGs as Roadmap to 2030 and Beyond*. Cambridge university press. <https://s3.amazonaws.com/sustainabledevelopment.report/2022/2022-sustainable-development-report.pdf>
- Shmaefsky, B. R. (2020). Principles of Phytoremediation. In B. R. Shmaefsky (Ed.), *Phytoremediation: In-situ Applications*, 1-26. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-00099-8_1
- Simonsen, G. S., Berdal, J. E., Grave, K., Hauge, K., Juvet, L. K., Lunestad, B. T., Riisberg, I., Rørtveit, G., Urdahl, A. M., Årdal, C. O. (2020). *Antibiotikaresistens - Kunnskapshull, utfordringer og aktuelle tiltak: Status 2020 (978-82-8406-153-5)*. Folkehelseinstituttet. <https://www.fhi.no/globalassets/dokumenterfiler/rapporter/2020/amr-kunnskapshull-rapport.pdf>
- Stockholm Resilience Center. (2022, 18. januar). *PLANETARY BOUNDARIES: Safe planetary boundary for pollutants, including plastics, exceeded, say researchers*. <https://www.stockholmresilience.org/research/research-news/2022-01-18-safe-planetary-boundary-for-pollutants-including-plastics-exceeded-say-researchers.html>
- Store norske leksikon (2005-2007). (2020, 5. desember). *Tungmetaller*. I Store norske leksikon på snl.no. Hentet 10. desember 2023 fra <https://snl.no/tungmetaller>
- Strandås, M. (2019, 2. april). *Hva er sykepleie, og hva burde det være?*. <https://sykepleien.no/sykepleien/2019/04/hva-er-sykepleie-og-hva-burde-det-vaere>
- Sun, X., Liddicoat, C., Tiunov, A. et al. (2023). Harnessing soil biodiversity to promote human health in cities. *npj Urban Sustain* 3, 5 (2023). <https://doi.org/10.1038/s42949-023-00086-0>
- Sutton, A., Clowes, M., Preston, L. and Booth, A. (2019), Meeting the review family: exploring review types and associated information retrieval requirements. *Health Information and Libraries journal*, 36(3), 202-222. <https://doi.org/10.1111/hir.12276>
- Svartefoss, S., M. & Borlaug, S., B. (2022). Tverrfaglig forskning - en litteraturgjennomgang. *NIFU-innsikt*, 2022(4), 1-11. <https://nifu.brage.unit.no/nifu-xmlui/bitstream/handle/11250/2992751/NIFU-innsikt2022-4.pdf?sequence=1>
- Sælensminde, K., Johansson, L. & Helleve, A. (2016). *Samfunnsgevinster av å følge Helsedirektoratets kostråd* (Rapport IS-2451). Helsedirektoratet. https://www.helsedirektoratet.no/rapporter/samfunnsgevinster-av-a-folge-helsedirektoratets-kostrad/Samfunnsgevinster%20av%20C3%A5%20f%C3%B8lge%20Helsedirektoratets%20kostr%C3%A5d.pdf/_attachment/inline/aedaf6ba-fa35-4fcf-9e86-cb936ca6ccb4:f43531d1bb8588d090ee55b5d46ddeb4b2da6b23/Samfunnsgevinster%20av%20C3%A5%20f%C3%B8lge%20Helsedirektoratets%20kostr%C3%A5d.pdf

- Tendero, M. and Phung, C. G. (2019). The revival of urban agriculture: an opportunity for the composting stream. *Field Actions Science Reports*, 20(2019), s. 40-51. <http://journals.openedition.org/factsreports/5682>
- Thakali, A., & MacRae, J. D. (2021). A review of chemical and mi-crobial contamination in food: What are the threats to a circular food system?. *Environmental Research*, 2021 (194), 110635. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110635>
- The Urban Food Systems Coalition. (u.å.). *About the coalition*. Hentet 22. mars 2023 fra <https://ufs-coalition.org/>
- Tvinnereim, A. B. (2023, 28. Juni). *Svar på spørsmål om Nordisk ministerråds kostholdsrad*. Regjeringen. <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/svar-pa-sporsmal-om-nordisk-ministerrads-kostholdsrad/id2987173/>
- UN (2022, 2. mars). *Global Plastic Pollution Agreement: A historic moment*. <https://www.unep.org/news-and-stories/video/global-plastic-pollution-agreement-historic-moment>
- UN Environment Program. (2020, 13. juli). *How to feed 10 billion people*. <https://www.unep.org/news-and-stories/story/how-feed-10-billion-people>
- UNEP. (2021). *Food Waste Index Report 2021* (978-92-807-3868-1). <file:///C:/Users/bruker/Downloads/FoodWaste-1.pdf>
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, & Population Division. (2018, 17. februar). *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision*. United Nations. <https://population.un.org/wup/Country-Profiles/>
- United Nations. (2018). *World Urbanization prospects: The 2018 Revision [key facts]*. United Nations. <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-KeyFacts.pdf>
- Universitetsbiblioteket. (2022, 2. september). *Ulike typer kunnskapsoppsummeringer*. Universitetet i Oslo. <https://www.ub.uio.no/skrive-publisere/for-forskere/systematiske-kunnskapsoppsummeringer/typer.html>
- Utsortering og materialgjenvinning av bioavfall og plastavfall. (2022). *Forskrift om endring i avfallsforskriften*. (FOR-2022-06-07-9718). Lovdata. <https://lovdata.no/LTI/forskrift/2022-06-07-971>
- van Asselt, E. D., Arrizabalaga-Larrañaga, A., Focker, M., Berendsen, B. J. A., van de Schans, M. G. M. & van der Fels-Klerx, H. J. (2023). Chemical food safety hazards in circular food systems: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63(30), 10319-10331. <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2078784>
- van Bruggen, A. H. C., Goss, E. M., Havelaar, A., van Diepeningen, A. D., Finckh, M. R., & Morris, J. G., Jr. (2019). One Health - Cycling of diverse microbial communities as a connecting force for soil, plant, animal, human and ecosystem health. *Science of the Total Environment*, 664, 927-937 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.091>
- Van Zanten, H.H.E., Simon, W., van Selm, B., Wacker, J., Maindl, T. I., Frehner, A., Hijbeek, R., van Ittersum, M. K. & Herrero, M. (2023). Circularity in Europe strengthens the sustainability of the global food system. *Nature Food*. 2023(4), 320–330. <https://doi.org/10.1038/s43016-023-00734-9>
- Verrillo, M., Parisi, M., Savy, D., Caiazzo, G., Di Caprio, R., Luciano, M. A., Cacciapuoti, S., Fabbrocini, G., & Piccolo, A. (2022). Antiflammatory activity and potential dermatological applications of

- characterized humic acids from a lignite and a green compost. *Scientific Reports*, 12(1), 2152. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-06251-2>
- VKM, Alexander, J., Hemre, G., Hofshagen, M., Mathisen, G. H., Aasmo-Finne, M., Agdestein, A. Nilsen, A. M., Hessen, D. Elvevoll, E., Bruzell, E., Velle, G., Knutsen, H., Steffensen, I., Bodin, J., Skjerdal, T., Strand, T., Husøy, T., Rafoss, T., Vandvik, V., Wasteson, Y. & Krogdahl Å. (2022). *Matproduksjon, mattrygghet og miljø - innspill om kunnskapsbehov til gjennomføringen av det grønne skiftet: Uttalelse fra hovedkomiteen i Vitenskapskomiteen for mat og miljø (VKM)* (ISBN: 978-82-8259-406-6/VKM Report 2022:30). Vitenskapskomiteen for mat og miljø (VKM).
<https://vkm.no/download/18.933c6721868a526ec31cbcf/1677486652801/Matproduksjon,%20mattrygghet%20og%20milj%C3%B8%20innspill%20om%20kunnskapsbehov%20til%20gjennomf%C3%B8ringen%20av%20det%20gr%C3%B8nne%20skiftet%20.pdf>
- Wail, R., R. & Brady, N., C. (2017). *The Nature and properties of soils*. (15. utg.). Pearson.
- WHO European Office for the Prevention and Control of Noncommunicable Diseases. (2021). *Plant-based diets and their impact on health, sustainability and the environment: a review of the evidence*. WHO Regional Office for Europe.
<https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/349086/WHO-EURO-2021-4007-43766-61591-eng.pdf?sequence=1>
- WHO. (2021, 9. Juni). *Obesity and overweight*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- WHO. (2022, 16. september). *Noncommunicable diseases*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>
- Zou, T., Cheshmehzangi, A., Dawodu, A. & Mangi, E. (2022). Designing an urban food system for achieving circular economy targets: a conceptual model. *In WIT Transactions on the Built Environment*, 210, 15–27. WITPress. <https://doi.org/10.2495/ARC220021>



Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway