

Bruk av overvann i digitalisert urbant landbruk



Norsk institutt for vannforskning

RAPPORT

Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Sør

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Innlandet

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Vest

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Danmark

Njalsgade 76, 4. sal
2300 København S, Danmark
Telefon (45) 39 17 97 33

Internett: www.niva.no

Tittel Bruk av overvann i digitalisert urbant landbruk	Løpenummer 7306-2018	Dato 20.11.2018
Forfatter(e) Stephen John Sayfritz Andreas Capjon	Fagområde Forurensninger	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Agder	Sider 17

Oppdragsgiver(e) Regionale forskningsfond Agder (RFFAGDER)	Oppdragsreferanse Tone Haraldsen - 283290
	Utgitt av NIVA Prosjektnummer 180007

Sammen drag

Hovedmålet med prosjektet har vært å bygge kunnskap om bruk av overvann i digitalisert urbant landbruk. Resultatene og erfaringene fra prosjektet bidrar til å berede grunnen for etablering av et hovedprosjekt for utprøving i større skala, i et samarbeid mellom relevante aktører som lokale myndigheter, kommuner, entreprenører, eiendomsforvaltere og forskningspartnere.

I prosjektet ble to FarmBot Genesis v1.3 -systemer (automatiserte digitale systemer for sensorbasert overvåking av urbant landbruk) bygd og utplassert for utprøving i Kristiansand og i Losæter (Oslo) av NIVA. I Oslo foregikk utprøvingen sammen med Bybonden. Erfaring fra utplassering av FarmBot-systemet i Kristiansand er god men sett i lys av driftsproblemer både der og på Losæter, er nåværende FarmBot v1.3 ikke robust/driftssikker nok foreløpig for en hel vekstsesong uten tilsyn. Driftsproblemer førte til høyere tidsbruk på Delmål 1 (felttester) enn planlagt. Analyse av jordprøvene for miljøgifter tyder ikke på at det var noen vesentlig oppkonsentrering i løpet av sesongen. Det er imidlertid nødvendig å undersøke for flere miljøgifter enn det som innledningsvis ble undersøkt i dette forprosjektet, også i plantene, og flere mulige helseaspekter av urbant landbruk bør inngå i et hovedprosjekt.

Bynett Sør og NIVA jobber nå med å utvikle et RFFAgder hovedprosjekt rundt overvann, vannutfordringer og urbant landbruk mot fristen i februar 2019.

Fire emneord	Four keywords
1. Urbant landbruk	1. Urban farming
2. Overvann	2. Storm water
3. Digitalisering	3. Digitalization
4. Miljøgifter	4. Pollutants

Denne rapporten er kvalitetssikret iht. NIVAs kvalitetssystem og godkjent av:

Stephen John Sayfritz
Prosjektleder

Marianne Olsen
Forskningsleder

ISBN 978-82-577-7041-9
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

RFFAgder Forprosjekt 283290
Bruk av overvann i digitalisert urbant landbruk
Fagrapport

Innholdsfortegnelse

1	Introduksjon.....	7
2	Delmål 1.....	8
2.1	Forberedelse av mini-felttestene	8
2.2	Testfelt Kristiansand	10
2.2.1	Planting og drift – Testfelt Kristiansand.	11
2.3	Testfelt Losæter i Oslo sentrum.....	12
2.3.1	Planting og drift - Testfelt Losæter.....	12
2.4	Oppsummering testfelt.....	14
3	Delmål 2.....	14
3.1	Fremtidig hovedprosjektsøknad	14
4	Referanser.....	15

Sammendrag

Hovedmålet med prosjektet har vært å bygge kunnskap om bruk av overvann i digitalisert urbant landbruk. Resultatene og erfaringene fra prosjektet bidrar til å berede grunnen for etablering av et hovedprosjekt for utprøving i større skala, i samarbeid mellom relevante aktører som lokale myndigheter, kommuner, entreprenører, eiendomsforvaltere og forskningspartnere.

I prosjektet ble to FarmBot Genesis v1.3 -systemer (automatiserte digitale systemer for sensorbasert overvåking av urbant landbruk) bygd og utplassert for utprøving i Kristiansand og i Losæter (Oslo) av NIVA. I Oslo foregikk utprøvingen sammen med Bybonden. Erfaring fra utplassering av FarmBot-systemet i Kristiansand er god men sett i lys av driftsproblemer både der og på Losæter, er nåværende FarmBot v1.3 ikke robust/driftssikker nok foreløpig for en hel vekstsesong uten tilsyn. Driftsproblemer førte til høyere tidsbruk på Delmål 1 (felttester) enn planlagt. Analyse av jordprøvene for miljøgifter tyder ikke på at det var noen vesentlig oppkonsentrering i løpet av sesongen. Det er imidlertid nødvendig å undersøke for flere miljøgifter enn det som innledningsvis ble undersøkt i dette forprosjektet, også i plantene, og flere mulige helse-aspekter av urbant landbruk bør inngå i et hovedprosjekt.

Støtte til et hovedprosjekt var i utgangspunktet tenkt omsøkt fra NFR og RFFAgder, og etter samtale med Sørlandets europakontor ble også «Innovative and citizen-driven food system approaches in cities (CE-SFS-24-2019)» i H2020-programmet vurdert. NIVA har lagt ut en «pitch» på nettsiden for denne utlysningen. Bynett Sør er et faglig forum som bidrar med forslag til fremtidige strategier og løsninger for en kunnskapsbasert og bærekraftig by, og er en viktig partner i forhold til mulige NFR- og RFFAgder-prosjekter. Bynett Sør og NIVA jobber nå med å utvikle et RFFAgder hovedprosjekt rundt overvann, vannutfordringer og urbant landbruk mot fristen i februar 2019.

1 Introduksjon

Klimaet lokalt, nasjonalt og globalt er i forandring. I Norge vil dette kunne føre til utfordringer som følge av økt nedbør og det er forventet at regnflommene blir større og kommer oftere (1). For perioden frem til 2100 er det antatt en økning i årlig nedbør på ca. 18% (7 - 23%). Grønne flater i byen representerer en bufferkapasitet for overvann som bidrar til å redusere faren for flom, og i dette ligger det et potensiale for kombinasjon med lokalt forankret matproduksjon, i såkalt urbant landbruk (urban farming). Kombinasjonen av tilgang på vann, urbant landbruk og videre utnyttelse av overskudd av næringsstoffer fra dyrkingen til småskala oppdrett (hydroponi), gir mulighet til ressurseffektiv lokal matproduksjon av høy kvalitet. Kortreist matproduksjon reduserer transportbehovet og gir derfor et lavere karbonfotavtrykk, noe som er svært relevant i klima-sammenheng sett i lys av at transportsektoren står for 31% av Norges klimagassutslipp (2).

Urbant landbruk og utnyttelse av overvann er ikke en ny kombinasjon: I Machu Picchu ble vann bevart og gjenbrukt som en del av byens trappe-arkitektur, og grønnsaksengene ble designet for å samle sol for å forlenge vekstsesongen (4). Siden årtusenskiftet har urbant landbruk fått et økende fokus i forskning og i bærekraftig byutvikling. Oppmerksomhet er viet til forbedring av sosial samholdighet og samfunnsutvikling (5), styrking av sosiale nettverk, læringsutbytte (6) og helsefordeler (7), i tillegg til det økonomiske potensialet og muligheten for å sikre tilgang til kortreist mat (8). Flere grønne områder i byen vil også gi et bedre bomiljø og økt trivsel. I dette prosjektet ønsket vi å kombinere utnyttelse av urbant overvann med nye automatiserte digitale systemer for matproduksjon, basert på «open-source» (www.FarmBot.io) som innebærer automasjon og sensorbasert overvåking av urbant landbruk.

Hovedmålet med prosjektet har vært å bygge kunnskap om bruk av overvann i digitalisert urbant landbruk. Resultatene og erfaringene fra prosjektet bidrar til å berede grunnen for etablering av et hovedprosjekt for utprøving i større skala, i samarbeid mellom relevante aktører som lokale myndigheter, kommuner, entreprenører, eiendomsforvaltere og forskningspartnere.

Følgende delmål er identifisert for prosjektet:

- M1 (Delmål 1): å vise verdien av automatisert urbant landbruk til flere aktører ved å skaffe et relevant datagrunnlag gjennom to mini-felttester.
- M2 (Delmål 2): å etablere et konsortium for en fremtidig hovedprosjektsøknad.

Prosjektet er organisert i arbeidspakker, 1 og 2, knyttet til hvert av delmålene.

2 Delmål 1

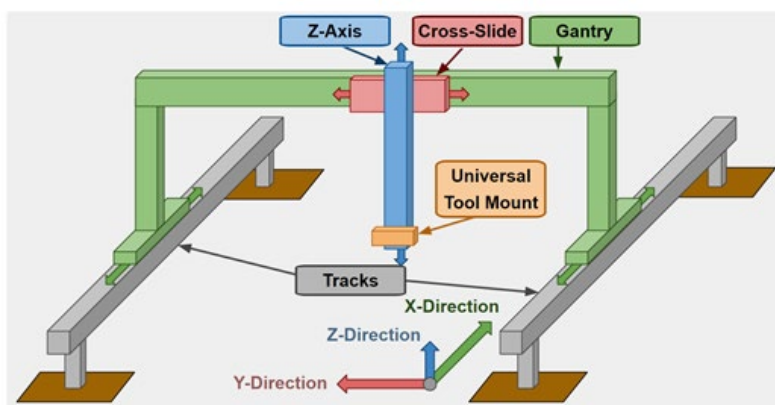
Forskningsspørsmål: Er en digitalisert plattform som «FarmBot» robust nok til å gjøre urbant landbruk økonomisk bærekraftig? Blir miljøgifter fra byluft og nedbør oppkonsentrert ved urbant landbruk?

Prosjektet skal bidra til digitalisering av urbant landbruk ved å demonstrere at automatiserte og sensorbaserte systemer (Farmbot.io) er modent for bredere anvendelse enn den nåværende manuelle tilnærmingen. Digitalisering av urbant landbruk vil redusere risiko for lav og ustabil produksjon som følge av manglende kunnskap, motivasjon og gjennomføringsevne. I tillegg vil digitalisering redusere driftskostnader forbundet med arbeidskraft, noe som kan bidra til å gjøre produksjonen økonomisk bærekraftig. Digitalisering av urbant landbruk vil være nyttig for flere i samfunnet: i) det vil åpne for nye tjenester og forretningsmuligheter. Et eksempel kan være en utnyttelse av en takhage på et kontorbygg. Maten som dyrkes på taket med oppsamlet regnvann kan brukes i kantinen, matsøppel fra kantinen kan komposteres og brukes som gjødsel i matproduksjonen på taket. En slik null-transports tilnærming vil kutte CO₂-utslipp; ii) integrasjon av urbant landbruk i nye og eksisterende bydels-prosjekter vil kunne ha positive effekter på sosial samhörighet og samfunnsutvikling (5), samt styrking av sosiale nettverk. Digitalisering vil gjøre det mer gjennomførbart og robust; iii) det er mulig at tilgang til mer lokalprodusert/egenprodusert grønt vil kunne redusere vekst i kjøttforbruk i norske husholdninger, som er et bidrag til redusert CO₂-utslipp fra mat.

2.1 Forberedelse av mini-felttestene

To FarmBot Genesis v1.3 ble innkjøpt fra FarmBot.io i USA. Disse blir levert som «kits» og måtte settes sammen i henhold til instruks fra leverandør, <https://genesis.farm.bot/docs/intro>. Det ble brukt rundt 25 timer per FarmBot.

FarmBot er en åpen kildekode («open source») presisjonslandbruksmaskin (figur 1), som består av en kartesisk koordinat-basert robotisert landbruksmaskin, programvare (figur 2) og dokumentasjon. Prosjektet tar sikte på å skape en åpen og tilgjengelig teknologi som hjelper alle å dyrke mat. Siden FarmBot er et åpent kildekodeprosjekt tillater det maskinvare-, programvare- og dokumentasjonsendringer.



Figur 1 – FarmBot, skjematisk oversikt. Kilde: FarmBot.io.



Figur 4 – FarmBot 2 utplassert på Losæter i Oslo sentrum. Foto: S. Sayfritz

Siden dette forsøksfeltet ikke ble dekket til, var det eksponert for byluft og støv. Vann til plantene kom enten som nedbør eller kommunalt drikkevann.

2.2 Testfelt Kristiansand

Jord til drivhuset for testen i Kristiansand ble kjøpt hos Felleskjøpet og var ferdig gjødslet. Tre stikkprøver av jorden ble tatt ved prosjektstart og analysert for en rekke tradisjonelle miljøgifter ved et akkreditert laboratorium. Prøvene ble klassifisert i henhold til veileder TA-2553/2009 «Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn», se tabell 1.

Tabell 1 – Tilstandsklasser fra veileder TA-2553/2009. Kilde: Statens Forurensningstilsyn (nå Miljødirektoratet).

Tilstandsklasse	1	2	3	4	5
Beskrivelse av tilstand	Meget god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Øvre grense styres av	Normverdi	Helsebaserte akseptkriterier	Helsebaserte akseptkriterier	Helsebaserte akseptkriterier	Nivå som anses å være farlig avfall

Tabell 2 viser hvilken parameter som ble førende for klassifiseringen av de enkelte prøvene. Før planting var tilstanden i alle tre jordprøvene «god». Vedlegg A viser alle analyseresultater.

Tabell 2 – Tilstandsklasser for jordprøver tatt i forbindelse med oppstart i Kristiansand.

Prøvenavn	Klassifisering	Høyeste parameter	Konsentrasjon (mg/kg TS)
Tid 0 (1)	2	Sum 7 PCB	0,014
Tid 0 (2)	2	Sum 7 PCB	0,016
Tid 0 (3)	2	Sum 7 PCB	0,011

2.2.1 Planting og drift – Testfelt Kristiansand.

Fire plantesorter ble plantet i mai 2018: reddik, pastinakk, ruccolasalat og babysalat. Plantene i 2/3 av testfeltet (vekst-kassen) ble hovedsakelig vannet av FarmBot med takvann, med unntak av to tørkeperioder da drikkevann ble benyttet (takvannstanken ble fylt med drikkevann). Resterende 1/3 ble vannet med drikkevann.

FarmBot ble igangsatt i mai og var i drift i opptil 3 uker om gangen. Det var noen mindre driftsproblemer i forbindelse med x-aksen (se figur 1). Nettløsningen til FarmBot fungerte meget bra, slik at man fikk varsling via e-post ved stopp. Driftsproblemene bestod i stopp av robot midt i en vanningsrunde på grunn av for høy mekanisk motstand. Driftsproblemene som ble erfart med nåværende versjon av FarmBot (v1.3), gjøre at FarmBot kan ikke stå uten tilsyn en helt vekstsesong, noe som vil være en viktig faktor for at urbant landbruk blir økonomisk bærekraftig.

Det ble plantet og høstet i flere runder i løpet av sesongen. Et UV-lys ble benyttet for å øke vekst, se figur 5. For å sjekke effekt av urban nedbør på miljøgift-konsentrasjoner i jorden, ble det tatt jordprøver mot slutten av sesongen for analyse av miljøgifter i henhold til TA-2553/2009.



Figur 5 – UV-lys ble brukt for å øke vekst. Foto: Stephen Sayfritz

Tabell 3 viser hvilken parameter som ble førende for klassifiserer av hver prøve ved avslutning av testen. Etter sesongen ble tilstanden i dyrkjingsjorden klassifisert til «god» eller «meget god» tilstand.

Dette betyr at bruk av urban nedbør i Kristiansand har ikke noen negativ påvirkning på jord på kort sikt i forhold til de analyserte parameterne.

Tabell 3 – Tilstandsklasser for jordprøver tatt i forbindelse med avslutning av testfelt i Kristiansand.

Provenavn	Klassifisering	Høyeste parameter	Konsentrasjon (mg/kg TS)
Takvann 1	2	Sink (Zn)	220
Takvann 2	2	Sink (Zn)	220
Takvann 3	1	Sink (Zn)	190
Drikkevann	2	Sink (Zn)	210

2.3 Testfelt Losæter i Oslo sentrum

Jorden som ble bruk i testfeltet i Oslo ble fremskaffet og forberedt av Bybonden. Tre stikkprøver fra jorden ble tatt innledningsvis og analysert for flere miljøgifter ved et akkreditert laboratorium, se tabell 4. Tilstanden i jord på alle tre prøver var «meget god».

Tabell 4 - Tilstandsklasser for jordprøver tatt i forbindelse med oppstart av testfelt i Oslo.

Provenavn	Klassifisering	Høyeste parameter	Konsentrasjon (mg/kg TS)
Losæter 1	1	Sink (Zn)	140
Losæter 2	1	Bly (Pb)	47
Losæter 3	1	Sink (Zn)	130

2.3.1 Planting og drift - Testfelt Losæter

Fire plantesorter ble plantet i mai 2018: ruccolasalat, rødbet, mizuna og koriander. Plantene ble hovedsakelig vannet av FarmBot med kommunalt drikkevann. Dette testfeltet ble ikke dekket til og var dermed eksponert for naturlig nedbør, byluft og støv. FarmBot ble igangsatt i mai og var i drift i 2 uker. Det var imidlertid omfattende problemer med drift knyttet til dette FarmBot-systemets bevegelser i flere akser (se figur 1). I tillegg var det noen problemer innledningsvis med tilgang på stabil vanntilførsel, som ikke skyldtes systemet. Vann ble skrudd av (sentralt) på Losæter på kvelden av utenforstående. Dette ble løst etter hvert og stabil vanntilførsel sikret. FarmBot-systemet sto uten tilsyn i Oslo sentrum i hele perioden uten skade/hæverk.

Selv om flere driftsproblemer var mulige å løse via nettet, viste FarmBot v1.3 seg å være lite robust og krevde relativt mye vedlikehold/tilsyn. Figur 6 viser Farmbot på Losæter midt i sesongen.



Figur 6 – Farmbot på Losæter. Foto: Stephen Sayfritz

Møt slutten av sesongen ble flere jordprøve tatt for analyse av miljøgifter i henhold til TA-2553/2009. Tabell 5 viser hvilken parameter som ble førende for klassifisering av den enkelte prøven. Etter sesongen ble jorden klassifisert til «god» eller «meget god» tilstand. Siden dette testfeltet ikke var tildekket gjennom sesongen, inkluderte jordprøvene eventuelt noe deponert bystøv. Resultatene tilsier at etablering av urbant landbruk i Oslo ikke har noen negativ påvirkning på jord på kort sikt i forhold til de analysert parameterne. Imidlertid ble det i april 2018 publisert et dokument fra EU (8) basert på artikkelen «Potential contamination of copper oxide nanoparticles and possible consequences on urban agriculture» (9) hvor det står følgende:

“Researchers have assessed the phyto-toxic effects of copper nanoparticles on vegetables grown within urban gardens, comparing increasing doses of these nanoparticles to simulate potential aerial deposition to extreme pollution of CuO-NP in a range of increasing exposure periods. Lettuce and cabbage absorbed high amounts of copper nanoparticles, after 15 days of exposure, which interfered with photosynthesis, respiration and also reduced growth. Under the specific exposure conditions of the study the researchers indicate that metal nanoparticles could lead to potential health risks to humans from the contamination of crops from pollution”.

Det er derfor meget viktig er mulige helseaspekter av urbant landbruk blir vurdert i et evt. hovedprosjekt.

Tabell 5 - Tilstandsklasser for jordprøver tatt i forbindelse med avslutning av testfelt i Oslo.

Prøvenavn	Klassifisering	Høyeste parameter	Konsentrasjon (mg/kg TS)
Nr: 1	1	Sink (Zn)	150
Nr: 2	1	Sink (Zn)	170
Nr: 3	2	Sink (Zn)	200

2.4 Oppsummering testfelt

FarmBot-systemer (v1.3) ble bygd og utplassert for utprøving i Kristiansand og i Losæter (Oslo) av NIVA. I Oslo foregikk utprøvingen sammen med Bybonden. Erfaring fra utplassering av FarmBot-systemet i Kristiansand er god men sett i lys av driftsproblemer både der og på Losæter, er nåværende FarmBot v1.3 ikke robust/driftssikker nok foreløpig for en hel vekstsesong uten tilsyn. Driftsproblemer førte til høyere tidsbruk på Delmål 1 enn planlagt. Analyse av jordprøvene for miljøgifter tyder ikke på at det var noen vesentlig deponering eller oppkonsentrering i løpet av sesongen. Det er imidlertid nødvendig å undersøke for flere miljøgifter enn det som innledningsvis ble undersøkt i dette forprosjektet, også i plantene, og flere mulige helse-aspekter av urbant landbruk bør inngå i et hovedprosjekt.

3 Delmål 2

3.1 Fremtidig hovedprosjektsøknad

Støtte til et hovedprosjekt var i utgangspunktet tenkt omsøkt fra NFR og RFFAgder, og etter samtale med Sørlandets europakontor ble også «Innovative and citizen-driven food system approaches in cities (CE-SFS-24-2019)» i H2020-programmet vurdert. NIVA har lagt ut en «pitch» på nettsiden for denne utlysningen:

«Norwegian Institute for Water Research (NIVA) is a non-profit research foundation based in Oslo, Norway, as well as several smaller cities (rural and coastal areas). We are active within both community based and automated urban farming. Together with other local partners we conduct applied research, demonstrate new technologies and approaches, and engage consumers/citizens. The institute's research comprises a wide array of environmental, climatic and resource-related fields.»

Sørlandets europakontor har laget en oversikt av konsortier som tidligere har lyktes i lignende EU-utlysninger. Med bakgrunn i dette kontakte vi Prof.dr.ir. J.S.C. Wiskerke, Professor and Chair of Rural Sociology ved Wageningen University for å diskutere mulig samarbeid. Etter flere runder ble det imidlertid konkludert med at det ikke var grunnlag for å gå videre med samarbeidet.

Bynett Sør er et faglig forum som bidrar med forslag til fremtidige strategier og løsninger for en kunnskapsbasert og bærekraftig by, og er en viktig partner i forhold til mulige NFR- og RFFAgder-prosjekter. 10 kommuner i Agder deltar i Bynett Sør sammen med UIA, NIVA og andre partnere. I 2017 avholdt Bynett Sør en workshop med tittel «Innovasjonsarena om vannutfordringer- og løsninger». I dette prosjektet var det planlagt avholdt en ny workshop sommeren 2018. På grunn av driftsproblemer

med testfeltene måtte imidlertid den planlagte workshopen utsettes. Bynett Sør avholdt på sin side en workshop i august 2018 med tittel «Sørlandsbyene som «Urban Living Lab». Videre er det planlagt en ny workshop i Grimstad knyttet til vannutfordringer/overvann den 18. desember 2018. Formålet med workshopen vil være et skritt på veien i samarbeidet mellom Bynett Sør og NIVA for å utvikle et RFFAgder hovedprosjekt rundt overvann, vannutfordringer og urbant landbruk mot fristen i februar 2019.

4 Referanser

- 1 - Hanssen-Bauer, I., Førland, E.J., Haddeland, I., Hisdal, H., Mayer S., Nesje, A., Nilsen, J.E.Ø., Sandven, S., Sandø, A.B., Sorteberg, A. & Ådlandsvik B. (Red.) (2015) Klima i Norge 2100. Kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning oppdatert i 2015. NCCS report no. 2/2015.
- 2 – Veikart for næringslivets transportert – med høy mobilitet mot null utslipp i 2050. <https://www.nho.no/siteassets/nhos-filer-og-bilder/filer-og-dokumenter/energi-og-klima/veikart-for-naringslivets-transporter.pdf>
- 3 - Vijoen, Andre, et al. (2005). Continuous Productive Urban Landscapes. Architectural Press, Burlington MA.
- 4- . Karner, S. (ed) (2010): Local Food Systems in Europe. Case studies from five countries and what they imply for policy and practice [online]. http://www.genewatch.org/uploads/f03c6d66a9b354535738483c1c3d49e4/FAAN_Booklet_PRINT.pdf, [04 October 2017].
- 5 - Nussbaum, M (2011) Creating Capabilities: The Human Development Approach. Cambridge, MA: Belknap of Harvard UP
- 6 -Teig, E., Amulya, J., Bardwell, L., Buchenau, M., Marshall, J. A., & Litt, J. S. (2009). Collective efficacy in Denver, Colorado: Strengthening neighborhoods and health through community gardens. *Health & Place*, 15(4), 1115-1122.
- 7 - FAO (2009) Food for the Cities. Available: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/ak824e/ak824e00.pdf> Retrieved: 1.02.2016.
- 8) http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/potential_contamination_copper_oxide_nanoparticles_possible_consequences_urban_agriculture_505na3_en.pdf
- 9) Xiong, T.T., Dumat, C., Dappe, V., Vezin, H., Schreck, E., Sahid, M., Pierart, A. & Sobanksa, S. (2017) Copper Oxide Nanoparticle Foliar Uptake, Phytotoxicity, and Consequences for Sustainable Urban Agriculture. *Environmental Science and Technology*. 78:5774-5782. DOI:10.1021/acs.est.6b005546

Vedlegg A.

Losæter testfelt, Oslo – Jordprøver tatt ved oppstart.

Prøvenavn	Enhet	Losæter 1	Losæter 2	Losæter 3
Klassifisering	-	Klasse 1	Klasse 1	Klasse 1
Arsen (As)	mg/kg TS	3,3	4,0	2,4
Bly (Pb)	mg/kg TS	22	47	17
Kadmium (Cd)	mg/kg TS	0,25	0,27	0,19
Kvikksølv (Hg)	mg/kg TS	0,039	0,039	0,023
Kobber (Cu)	mg/kg TS	39	41	38
Sink (Zn)	mg/kg TS	140	150	130
Krom (Cr)	mg/kg TS	15	16	13
Nikkel (Ni)	mg/kg TS	15	16	9,9
Alifater C5-C6	mg/kg TS	< 7,0	< 7,0	< 7,0
Alifater >C6-C8	mg/kg TS	< 7,0	< 7,0	< 7,0
Alifater >C8-C10	mg/kg TS	< 3,0	< 3,0	< 3,0
Alifater >C10-C12	mg/kg TS	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Alifater >C12-C16	mg/kg TS	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Alifater >C12-C35	mg/kg TS	nd	nd	nd
Alifater >C16-C35	mg/kg TS	< 10	< 10	< 10
Alifater C5-C35	mg/kg TS	nd	nd	nd
PCB 28	mg/kg TS	< 0,00050	< 0,00050	< 0,00050
PCB 52	mg/kg TS	< 0,00050	< 0,00050	< 0,00050
PCB 101	mg/kg TS	0,00064	0,00078	0,00069
PCB 118	mg/kg TS	< 0,00050	< 0,00050	< 0,00050
PCB 153	mg/kg TS	0,00091	0,00085	0,00065
PCB 138	mg/kg TS	0,00073	0,00097	0,00077
PCB 180	mg/kg TS	< 0,00050	0,00056	< 0,00050
Sum 7 PCB	mg/kg TS	0,0023	0,0032	0,0021
Naftalen	mg/kg TS	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Acenaftalen	mg/kg TS	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Acenaften	mg/kg TS	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Fluoren	mg/kg TS	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Fenantren	mg/kg TS	< 0,010	0,011	< 0,010
Antracen	mg/kg TS	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Fluoranten	mg/kg TS	0,030	0,039	0,025
Pyren	mg/kg TS	0,017	0,026	0,016
Benzo[a]antracen	mg/kg TS	0,010	0,012	0,011
Krysen/Trifenylene	mg/kg TS	0,014	0,015	0,013
Benzo[b]fluoranten	mg/kg TS	0,049	0,051	0,045
Benzo[k]fluoranten	mg/kg TS	< 0,010	0,012	< 0,010
Benzo[a]pyren	mg/kg TS	0,018	0,020	0,018
Indeno[1,2,3-cd]pyren	mg/kg TS	0,011	0,012	0,011
Dibenzo[a,h]antracen	mg/kg TS	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Benzo[ghi]perylene	mg/kg TS	0,011	0,012	< 0,010
Sum PAH(16) EPA	mg/kg TS	0,16	0,21	0,14
Benzen	mg/kg TS	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Toluen	mg/kg TS	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Etylbenzen	mg/kg TS	< 0,010	< 0,010	< 0,010
m,p-Xylen	mg/kg TS	< 0,020	< 0,020	< 0,020
o-Xylen	mg/kg TS	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Xylener (sum)	mg/kg TS	< 0,030	< 0,030	< 0,030
Tørrstoff	%	47,0	47,3	70,0

Losæter testfelt – Jordprøver tatt ved avslutning av testen.

Prøvenavn	Enhet	Nr: 1	Nr: 2	Nr: 3
Klassifisering	-	Klasse 1	Klasse 1	Klasse 2
Arsen (As)	mg/kg TS	3,0	3,5	4,0
Bly (Pb)	mg/kg TS	22	24	28
Kadmium (Cd)	mg/kg TS	0,39	0,40	0,42
Kvikksølv (Hg)	mg/kg TS	0,033	0,039	0,035
Kobber (Cu)	mg/kg TS	44	52	51
Sink (Zn)	mg/kg TS	150	170	200
Krom (Cr)	mg/kg TS	13	16	16
Nikkel (Ni)	mg/kg TS	14	17	18
Alifater C5-C6	mg/kg TS	< 7,0	< 7,0	< 7,0
Alifater >C6-C8	mg/kg TS	< 7,0	< 7,0	< 7,0
Alifater >C8-C10	mg/kg TS	< 3,0	< 3,0	< 3,0
Alifater >C10-C12	mg/kg TS	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Alifater >C12-C16	mg/kg TS	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Alifater >C12-C35	mg/kg TS	13	15	16
Alifater >C16-C35	mg/kg TS	13	15	16
Alifater C5-C35	mg/kg TS	13	15	16
PCB 28	mg/kg TS	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020
PCB 52	mg/kg TS	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020
PCB 101	mg/kg TS	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020
PCB 118	mg/kg TS	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020
PCB 153	mg/kg TS	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020
PCB 138	mg/kg TS	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020
PCB 180	mg/kg TS	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020
Sum 7 PCB	mg/kg TS	nd	nd	nd
Naftalen	mg/kg TS	< 0,030	< 0,030	< 0,030
Acenaftylen	mg/kg TS	< 0,030	< 0,030	< 0,030
Acenaften	mg/kg TS	< 0,030	< 0,030	< 0,030
Fluoren	mg/kg TS	< 0,030	< 0,030	< 0,030
Fenantren	mg/kg TS	< 0,030	< 0,030	< 0,030
Antracen	mg/kg TS	< 0,030	< 0,030	< 0,030
Fluoranten	mg/kg TS	< 0,030	< 0,030	0,033
Pyren	mg/kg TS	< 0,030	< 0,030	< 0,030
Benzo[a]antracen	mg/kg TS	< 0,030	< 0,030	< 0,030
Krysen/Trifenylen	mg/kg TS	< 0,030	< 0,030	< 0,030
Benzo[a]pyren	mg/kg TS	< 0,030	< 0,030	< 0,030
Indeno[1,2,3-cd]pyren	mg/kg TS	< 0,030	< 0,030	< 0,030
Dibenzo[a,h]antracen	mg/kg TS	< 0,030	< 0,030	< 0,030
Benzo[ghi]perylen	mg/kg TS	< 0,030	< 0,030	< 0,030
Sum PAH	mg/kg TS	0,043	0,048	0,089
Benzen	mg/kg TS	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035
Toluen	mg/kg TS	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Etylbenzen	mg/kg TS	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Aromater >C8-C10	mg/kg TS	< 4,0	< 4,0	< 4,0
Aromater >C10-C16	mg/kg TS	< 0,90	< 0,90	< 0,90
Aromater >C16-C35	mg/kg TS	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Methylchysener/benzo(a)anthracener	mg/kg TS	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Methylpyrene/fluoranthense	mg/kg TS	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Tørrstoff	%	73,3	62,8	66,0
Oljetype < C10	-	Utgår	Utgår	Utgår
Oljetype > C10	-	Ospec	Ospec	Ospec
m/p/o-Xylen	mg/kg TS	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Benzo(b,k)fluoranten	mg/kg TS	0,043	0,048	0,056
Sum karsinogene PAH	mg/kg TS	0,043	0,048	0,056

Krisitansand testfelt – Jordprøver tatt ved oppstart.

Prøvenavn	Enhet	TID 0- (1)	TID 0-(2)	TID 0-(3)
Klassifisering	-	Klasse 2	Klasse 2	Klasse 2
Arsen (As)	mg/kg TS	3,6	3,4	3,7
Bly (Pb)	mg/kg TS	27	25	27
Kadmium (Cd)	mg/kg TS	0,40	0,39	0,41
Kvikksølv (Hg)	mg/kg TS	0,056	0,052	0,061
Kobber (Cu)	mg/kg TS	27	28	29
Sink (Zn)	mg/kg TS	180	170	180
Krom (Cr)	mg/kg TS	9,8	9,8	10
Nikkel (Ni)	mg/kg TS	6,7	6,0	7,5
Alifater C5-C6	mg/kg TS	< 7,0	< 7,0	< 7,0
Alifater >C6-C8	mg/kg TS	< 7,0	< 7,0	< 7,0
Alifater >C8-C10	mg/kg TS	< 3,0	< 3,0	< 3,0
Alifater >C10-C12	mg/kg TS	< 5,3	< 5,0	< 5,0
Alifater >C12-C16	mg/kg TS	< 5,3	< 5,0	< 5,0
Alifater >C12-C35	mg/kg TS	27	14	22
Alifater >C16-C35	mg/kg TS	27	14	22
Alifater C5-C35	mg/kg TS	27	14	22
PCB 28	mg/kg TS	0,0052	0,0048	< 0,00050
PCB 52	mg/kg TS	0,0018	0,0023	0,0016
PCB 101	mg/kg TS	0,0015	0,0020	0,0014
PCB 118	mg/kg TS	0,0012	0,0017	0,0016
PCB 153	mg/kg TS	0,0014	0,0021	0,0021
PCB 138	mg/kg TS	0,0013	0,0019	0,0020
PCB 180	mg/kg TS	0,0014	0,0016	0,0027
Sum 7 PCB	mg/kg TS	0,014	0,016	0,011
Naftalen	mg/kg TS	< 0,011	< 0,010	< 0,010
Acenaftalen	mg/kg TS	< 0,011	< 0,010	< 0,010
Acenaften	mg/kg TS	< 0,011	< 0,010	< 0,010
Fluoren	mg/kg TS	< 0,011	< 0,010	< 0,010
Fenantren	mg/kg TS	0,040	0,038	0,037
Antracen	mg/kg TS	< 0,011	< 0,010	< 0,010
Fluoranten	mg/kg TS	0,17	0,19	0,16
Pyren	mg/kg TS	0,13	0,15	0,12
Benzo[a]antracen	mg/kg TS	0,025	0,039	0,029
Krysen/Trifenylen	mg/kg TS	0,033	0,050	0,037
Benzo[b]fluoranten	mg/kg TS	0,13	0,14	0,14
Benzo[k]fluoranten	mg/kg TS	0,036	0,034	0,037
Benzo[a]pyren	mg/kg TS	0,031	0,034	0,038
Indeno[1,2,3-cd]pyren	mg/kg TS	0,047	0,029	0,027
Dibenzo[a,h]antracen	mg/kg TS	< 0,011	< 0,010	< 0,010
Benzo[ghi]perylen	mg/kg TS	< 0,011	0,010	< 0,010
Sum PAH(16) EPA	mg/kg TS	0,64	0,71	0,63
Benzen	mg/kg TS	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Toluen	mg/kg TS	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Etylbenzen	mg/kg TS	< 0,010	< 0,010	< 0,010
m,p-Xylen	mg/kg TS	< 0,020	< 0,020	< 0,020
o-Xylen	mg/kg TS	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Xylener (sum)	mg/kg TS	< 0,030	< 0,030	< 0,030
Tørrstoff	%	38,0	42,7	43,3

Kristiansand testfelt – Jordprøver tatt ved avslutning av testen.

Prøvenavn	Enhet	Takvann 1	Takvann 2	Takvann 3	Drikkevann
Klassifisering	-	Klasse 2	Klasse 2	Klasse 1	Klasse 2
Arsen (As)	mg/kg TS	3,9	3,4	3,5	4,9
Bly (Pb)	mg/kg TS	44	30	30	29
Kadmium (Cd)	mg/kg TS	0,49	0,50	0,48	0,50
Kvikksølv (Hg)	mg/kg TS	0,055	0,066	0,057	0,063
Kobber (Cu)	mg/kg TS	47	46	36	35
Sink (Zn)	mg/kg TS	220	220	190	210
Krom (Cr)	mg/kg TS	12	10	11	12
Nikkel (Ni)	mg/kg TS	8,4	8,6	7,2	9,0
Alifater C5-C6	mg/kg TS	< 7,0	< 7,0	< 7,0	< 7,0
Alifater >C6-C8	mg/kg TS	< 7,0	< 7,0	< 7,0	< 7,0
Alifater >C8-C10	mg/kg TS	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0
Alifater >C10-C12	mg/kg TS	< 5,1	< 5,1	< 5,0	< 5,0
Alifater >C12-C16	mg/kg TS	< 5,1	< 5,1	< 5,0	< 5,0
Alifater >C12-C35	mg/kg TS	49	50	33	43
Alifater >C16-C35	mg/kg TS	49	50	33	43
Alifater C5-C35	mg/kg TS	49	50	33	43
PCB 28	mg/kg TS	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020
PCB 52	mg/kg TS	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020
PCB 101	mg/kg TS	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020
PCB 118	mg/kg TS	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020
PCB 153	mg/kg TS	< 0,0020	< 0,0020	0,0022	< 0,0020
PCB 138	mg/kg TS	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020
PCB 180	mg/kg TS	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020
Sum 7 PCB	mg/kg TS	nd	nd	< 0,0070	nd
Naftalen	mg/kg TS	< 0,031	< 0,031	< 0,030	< 0,030
Acenaftylen	mg/kg TS	< 0,031	< 0,031	< 0,030	< 0,030
Acenaften	mg/kg TS	< 0,031	< 0,031	< 0,030	< 0,030
Fluoren	mg/kg TS	< 0,031	< 0,031	< 0,030	< 0,030
Fenantren	mg/kg TS	< 0,031	< 0,031	< 0,030	< 0,030
Antracen	mg/kg TS	< 0,031	< 0,031	< 0,030	< 0,030
Fluoranten	mg/kg TS	0,12	0,15	0,14	0,13
Pyren	mg/kg TS	0,096	0,12	0,11	0,10
Benzo[a]antracen	mg/kg TS	< 0,031	0,040	0,037	< 0,030
Krysen/Trifenylen	mg/kg TS	0,042	0,051	0,053	0,041
Benzo[a]pyren	mg/kg TS	0,034	0,053	0,044	< 0,030
Indeno[1,2,3-cd]pyren	mg/kg TS	0,033	0,058	0,032	0,030
Dibenzo[a,h]antracen	mg/kg TS	< 0,031	< 0,031	< 0,030	< 0,030
Benzo[ghi]perylen	mg/kg TS	0,033	0,051	< 0,030	0,041
Sum PAH	mg/kg TS	0,52	0,73	0,59	0,48
Benzen	mg/kg TS	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035
Toluen	mg/kg TS	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Etylbenzen	mg/kg TS	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Aromater >C8-C10	mg/kg TS	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0
Aromater >C10-C16	mg/kg TS	< 0,92	< 0,92	< 0,90	< 0,90
Aromater >C16-C35	mg/kg TS	< 0,51	< 0,51	< 0,50	< 0,50
Methylchryse/ benzo(a)anthracener	mg/kg TS	< 0,51	< 0,51	< 0,50	< 0,50
Methylpyrene/fluoranthene	mg/kg TS	< 0,51	< 0,51	< 0,50	< 0,50
Tørrstoff	%	39,1	39,0	46,0	42,3
Oljetype < C10	-	Utgår	Utgår	Utgår	Utgår
Oljetype > C10	-	Ospec	Ospec	Ospec	Ospec
m/p/o-Xylen	mg/kg TS	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Benzo(b,k)fluoranten	mg/kg TS	0,16	0,21	0,17	0,14
Sum karsinogene PAH	mg/kg TS	0,27	0,41	0,34	0,21

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsniv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no