Faglig redegørelse og teknologiliste 2015 til brug i forbindelse med ordningen vedrørende tilskud til investeringer i nye teknologier på økologiske bedrifter

DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug Dato: 20. 10. 2015

Udarbejdet af:

Michael Nørremark[1]

Erik Fløjgaard Kristensen[1]

Jørn Nygaard Sørensen[2]

Anders Peter Adamsen[3]

Med faglige bidrag fra:

Hanne Damgaard Poulsen[4]

Peter Lund[4]

Lene Munksgaard[5]

Lene Juul Pedersen[5]

Marianne G. Bertelsen[2]

Karen Koefoed Petersen[6]

Carl Otto Ottosen[6]

Henrik Bjarne Møller[3]

[1] Aarhus Universitet, Institut for Ingeniørvidenskab, Sektion for Mekanik og Materialer

[2] Aarhus Universitet, Institut for Fødevarer, Sektion for Planter, Fødevarer og Bæredygtighed

[3] Aarhus Universitet, Institut for Ingeniørvidenskab, Sektion for Bioteknologi og Kemiteknologi

[4] Aarhus Universitet, Institut for Husdyrvidenskab, Sektion for Husdyrernæring og Miljø

[5] Aarhus Universitet, Institut for Husdyrvidenskab, Sektion for Adfærd og Stressbiologi

[6] Aarhus Universitet, Institut for Fødevarer, Sektion for Planter, fødevarer og klima

Indholdsfortegnelse

Indholdsfortegnelse 2

Indledning 6

Indsatsområde 1. Svin 9

1.1 Bedre hytter 9

1.2 Vandforsyning & 9

1.3 Vandforsyning 9

1.4 Fuldautomatisk fodervogn 10

1.5 Rovdyrsikring af omfangshegn 10

1.6 Sensorregistrering til påvisning af brunst 10

1.7 Foderblandingsanlæg 11

1.8 Fasefodring/to-strenget foderanlæg 11

1.9 System til vådfodring 12

1.10 Fodertrug der reducerer foderspil 12

1.11 Automatisk vægt med registreringssystem 12

1.12 Frostfrie udearealer 13

1.13 Tilsætning af syre til overbrusningsvandet 13

1.14 Transportvogn 13

1.15 Mobile grisehuse inkl. fold 14

1.16 Halmstrøningsmaskine til hytter og svinestalde 14

Indsatsområde 2. Kvæg 15

2.1 Intelligente låger og led 15

2.2 Materialer til drivveje og vejoverføringer/broer 16

2.3 Sensorbaseret måling af græsnings- og ædetid samt velfærd 16

2.4 Græstilbud og måling af biomasse 17

2.5 Mobil malkeanlæg (herunder robot) 17

2.6 Varmebehandlingsanlæg (toastere) 17

2.7 Crimpning af korn og bælgsæd 18

2.8 Software og computer til managementprogrammer 18

2.9 Adfærdssensorer til reproduktion 19

2.10 Intelligent mobil vejning, separation og udfodring - til udendørs brug 19

2.11 Udstyr til at opsamle og udfordre frisk græs i stalden 19
2.12 Strømaskiner 19
2.13 Udstyr til bearbejdning af kompostbund i stalde 19
2.14 Udstyr til indhegning, automatiseret og flytbart 20
2.15 Mælketaxa og mælkeautomater 20
Indsatsområde 3: Frugt, bær og grønt 21
3.1 Nedkøling, langtidsopbevaring og pakning af grøntsager, frugt og grønt, hvor smag såvel som kvalitet optimeres 21
3.2 Tunneldyrkningsbeskyttet produktion 22
3.3 Sorteringsteknologi 24
3.4 CA-lagringskasser 24
3.5 Gødevandingsudstyr 24
3.6 Mobilrobotter til ukrudtsbekæmpelse og monitering i frugt- og bærplantager 25
3.7 Lugemaskiner i rækker af frugttræer og bærbuske 26
3.8 Autostyret og automatisk plantemaskine for samdyrkning 26
3.9 Sprinklersprøjtning/overbrusning med svovl 26
3.10 Varmt-/hedvandsbehandling 27
3.11 Regntag 28
3.12 Løvopsamler 28
3.13 Tørringsanlæg med varmegenindvinding 28
3.14 Bedsystem med faste kørespor 28
3.15 Bedsystem med faste kørespor og reduceret jordbehandling 29
3.16 Klimastationer til beslutningsstøttesystemer ifm. svampebekæmpelse 29
Indsatsområde 4: Planteavl 30
4.1 Autostyring af køretøjer og redskaber 30
4.2 Udstyr til effektiv etablering af slætgræs, grøngødningsafgrøde, og efterafgrøde monteret på radrenser 30
4.3 Mekanisk/fysisk ukrudtsbekæmpelse i afgrøderækker af udplantede afgrøder 31
4.4 Autostyring af radrensersektioner på rad- og bedrenser med stor arbejdsbredde 32
4.5 Autostyring af radrenseraggregater for individuel sænkning og løft ved forager og i kiler 33
4.6 Ukrudtsbrænder med sensor, som registrerer områder med ukrudtsdække 33

4.7 Opsamling/destruktion af ukrudtsfrø ved høst 34
4.8 Lugevogn 34
4.9 Radrensere med mulighed for såning af efterafgrøder/grøngødningsafgrøder med såskær 34
4.10 Ukrudtsstrigling med automatisk trykregulering af fjedretænder 35
4.11 Frilægning af udløbere af rodukrudt, for efterfølgende udtørring og/eller sammenrivning og fjernelse 35
4.12 Kompostvender 36
4.13 Skrælplov, stubharve med fuld gennemskæring og fræser 36
4.14 Skrælplov for økologisk reduceret jordbearbejdning 37
4.15 Udstyr for placering af Øko-gødnings-udtræk og pelleteret øko-gødning 37
4.16 Høst med ribbe-/plukkebord 37
4.17 Energibesparende tørringsanlæg via automatisk styring 38
4.18 Rengøringsvenlige tørrings- og opbevaringssystemer 39
4.19 Korn- og frørenser, herunder oprensning af blandsæd 40
4.20 Sorteringsteknologi; Optisk inspektion af frø og korn til udsæd 41
4.21 Afskalningsanlæg 42
4.22 Forbehandlingsanlæg for plantebiomasse til øko-biogas 42
Indsatsområde 5. Æg og fjerkræ 44
5.1 Overdækning af gyllebeholder 44
5.2 Automatiseret udfodringsteknik til grovfoder 44
5.3 Foderblandingsanlæg til optimeret fodring 44
5.4 Flytbare intelligente hønsehuse og folde 44
5.5 Automatisk vægt- og staldcomputer med styringssoftware 44
5.6 Rovdyrsikring af omfangshegn om udearealer 44
5.7 Afskalningsanlæg 44
Indsatsområde 6. Får og geder 45
6.1 Mobile overdækninger til læmninger og lam 45
6.2 Mobilt lammeskjul 45
6.3 Mobile foderhække 45
6.4 System med mobil fangefold på trailer (ATV og trailer til uvejsomme områder) 45
6.5 Mobil vægt/vægt med IT registreringsprogrammer inkl. trækkraft (ATV) 45

6.6 Mobil hegn til naturarealer....45
6.7 Kameraovervågning/droner til overvågning af får/lam på naturarealer....46
6.8 Vandingstrailer med solceller og frostfri drikkekopper....46
6.9 Frostfri vanding (fast anlæg)....46
6.10 Foder- og halmstrøelsesmaskine med blæsersystem som også kan håndtere ensilage og hø....46
Teknologier fælles for indsatsområderne 1, 2, 5 og 6....47
1-2-5-6.1 Specialudstyr til græsklipning under hegn....47
1-2-5-6.2 Robotudmugning....47
1-2-5-6.3 Sensorovervågning af lagre....47
1-2-5-6.4 Frostfri drikkevandsforsyning inkl. solceller....47
1-2-5-6.5 Strøelsesanlæg - hængebane til dybstrøelsessystemer....48
1-2-5-6.6 Små biogasanlæg med bedre gødningsudnyttelse....48
1-2-5-6.7 Transportvogne med eller uden mobile fangefolde....48
1-2-5-6.8 Kameraovervågning af husdyr....48
Litteraturliste....49

Indledning

NaturErhvervstyrelsen videreføre i 2015 ordningen vedr. tilskud til investering i teknologier på økologiske bedrifter. Ordningens formål er at udvide det økologiske areal og forøge den økologiske produktion indenfor følgende indsatsområder: 1) svin, 2) kvæg, 3) frugt, bær og grønt, 4) planteavl, 5) æg og fjerkræ, samt 6) får og geder.

Til brug for prioriteringen af ansøgninger under tilskudsordningen har NaturErhvervstyrelsen bedt DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug ved Aarhus Universitet om at udarbejde en faglig redegørelse og teknologiliste.

Redegørelse og teknologiliste er udarbejdet som led i "Aftale mellem Aarhus Universitet og Fødevareministeriet om udførelse af forskningsbaseret myndighedsbetjening m.v. ved Aarhus Universitet, DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, 2012-2015".

Adjunkt Michael Nørremark og seniorforsker Anders Peter Adamsen, Institut for Ingeniørvidenskab, har været tovholdere for tilblivelsen af teknologilisten. Der er ydet faglige bidrag fra Hanne Damgaard Poulsen, Peter Lund, Lene Munksgaard, Lene Juul Pedersen, Jørn Nygaard Sørensen, Marianne G. Bertelsen, Karen Koefoed Petersen, Carl Otto Ottosen, Erik Fløjgaard Kristensen og Henrik Bjarne Møller.

Grundlaget for udarbejdelsen af teknologilisten er et forslag til prioritering af indsatsområder, indsatsområder og teknologier under den kommende ordning, som Landbrug & Fødevarer og Økologisk Landsforening har udarbejdet efter anmodning fra NaturErhvervstyrelsen.

Det er fra NaturErhvervstyrelsens side oplyst, at dyrkningsmetoder samt udgifter til opførelse og ombygning af bygninger ikke er tilskudsberettigede under ordningen.

En nærmere præcisering og fortolkning af de bredt beskrevne teknologier og principper m.v. i forslaget fra Økologisk Landsforening og Landbrug & Fødevarer har derfor været nødvendig for at kunne foretage en prioritering.

Konkret er Aarhus Universitet, DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, blevet bedt om på ovennævnte grundlag - i det omfang det er muligt - at forestå en prioritering af konkrete, relevante teknologier inden for hver af de af erhvervet oplyste seks indsatsområder ud fra følgende kriterier:

1. Teknologier, der er særligt relevante for økologisk jordbrugsproduktion,
2. Teknologier, der har potentiale til omlægning af flere ha,

I redegørelsen er teknologierne kategoriseret efter tilsigtet effekt, hvor der er skelnet mellem:

1. Forbedret produktivitet og dermed økonomisk gevinst,

2. Arbejdslettelse i form af fysisk lettelse, mindre tidsforbrug og beslutningsstøtte i form af softwaremanagement, der bearbejder sensor- eller registreringsinput,
3. Forbedret produktion m.h.t. produktionssikkerhed og stabilitet,
4. Produktkvalitet, der er en primær betingelse for markedet.

Disse tilsigtede effekter er dernæst brugt som vurderingskriterier for et økologisk udviklingsindeks (ØUV), som er tildelt de enkelte teknologier.

For nærværende teknologiliste er teknologier relateret til forberedelse til salg inkluderet under de respektive indsatsområder.

I tabelform præsenteres for de gennemgåede teknologier følgende vurderinger:

Teknologilistens kolonneoverskrift	Forklaring af kolonneindhold
Kategori:	Inddeling efter indsatsområde
Tilsigtet nøgleeffekt:	Note vedr. effekt på produktivitet, arbejdslettelse, produktionssikkerhed, kvalitet og andet, som er relateret til fremme af det primære økologiske jordbrug
Nr.:	Reference til afsnit i nærværende rapport
Teknologi:	Teknologiens virkemåde
Beskrivelse af teknologien:	Virkemåden beskrives kort, herunder relevante specifikationer, som gør teknologien innovativ ifht. aktuel praksis på bedrifter
Teknologiens udviklingstrin:	Information om teknologiens udbredelse, specielle forhold vedr. installation m.v.
Driftsmæssig effekt:	Absolut effekt i relation til tilsigtet effekt, så vidt muligt set i forhold til reference, dvs. nuværende 'best practice' på bedrifter.
Vejl. pris for teknologi, inkl. engangs-udgifter ved installation af teknologien:	Forventede etableringsomkostninger per stk., anlæg, ha eller anden enhed, dvs. samlet investering inkl. eventuelle engangs-udgifter ved installation af teknologien
Afkast:	Anslået forhold mellem investering og indtjening i teknologiens levetid
Teknologiens relevans ifht. øko. jordbrugsproduktion:	En vurdering af hvor vigtig/betydende de enkelte teknologier er for økologien, kategoriseret 0, 1 og 2, hvor 0 er lige vigtig/betydende/relevant for øko. og konv., 1 er overvejende vigtig/betydende/relevant for øko., og 2 er kun vigtig/betydende/relevant for øko.
Potentiale i forhold til at økologiske landmænd udvider med flere hektar:	En vurdering baseret på den samlede udredning af den nævnte teknologi, hvor 0 er ingen ha, 1 er mindre end 1000 ha, 2 er mellem 1.000 og 10.000 ha og 3 er mere end 10.000 ha. Vurderingen er et skøn baseret på udredningen.
ØUV indeks:	Det økologiske udviklingsindeks i teknologiliste (ØUV indeks) er en vurdering af hvor stor betydning teknologien har for fremme af økologisk jordbrug i Danmark. Pointene fra de tre kategorier *afkast*, *teknologiens relevans ifht. øko. jordbrugsproduktion* og *potentiale i forhold til at økologiske landmænd udvider med flere hektar*, er summeret og indekseret til to grupperinger af ØUV

Naturerhvervsstyrelsen vil for ansøgninger i 2015 anvende ØUV indekset, bedriftens størrelse, og omkostningseffektivitet beregnet på baggrund af det tilskudsberettigede beløb, til at prioritere ansøgningerne.

Indsatsområde 1. Svin

1.1 Bedre hytter

Farehytten udgør den første betingelse for en velgennemført faring med mange overlevende grise i de første kritiske levedøgn. Hytternes udseende, størrelse og funktionalitet har stort set været uændret siden 1980erne. Derfor har der i mange år været eksperimenteret med nye hyttetyper, der kunne tilgodese søernes behov, de store temperatursvingninger fra sommer til vinter, driftsledernes behov ved tilsyn og kastrering af hangrise, og ikke mindst smågrisenes behov for et tørt leje, og hvor de ikke bliver mast af soen (Petersen & Støvring, 2011). Arbejdet har resulteret i nogle afprøvninger og videreudviklinger af eksisterende hytter. De nye hyttetyper er typisk større og højere, har udstyr til at beskytte smågrisekuld, overvågning med video eller mikrofon (som kræver trådløs kommunikation) og strømforsyning med enten solceller eller batteri. Hytterne kan i princippet også være telte. De er nemme at flytte, robuste og tilpasset landskabet. Når hytterne er større, giver det plads til anordninger, der beskytter smågrise mod, at søerne lægger dem ihjel.
For de drægtige søer er fælleshytter under udvikling. Også her er overvågning med kamera og mikrofon og strømforsyning aktuelt, og her er også tænkt, at der skal være fælles foderforsyning og vand.

1.2 Vandforsyning &
1.3 Vandforsyning

I henhold til ændringen af lov nr. 173 af 19. marts 2001 om udendørs hold af svin ved lov nr. 1562 af 20. december 2006 skal alle svin bortset fra pattegrise under 14 dage altid have fri adgang til rent drikkevand (§ 12).
Etablering af vandforsyning via nedgravede rør til markskel, og slanger til drikkekar bør overvejes, i stedet for vandvognskørsel, som er tidsrøvende og i våde perioder, kan ødelægge jordstruktur ved komprimering.
Den danske lovgivning opfylder dermed EU's reviderede rekommandation om svin af 2. december 2004. Med de nuværende tekniske løsninger kan det imidlertid være vanskeligt at sikre en permanent vandtildeling i perioder med hård frost. Efterfølgende ændringer af lov nr. 173 pålægger derfor justitsministeren at fremsætte forslag om revision af § 12 i folketingsåret 2011-12. Forslaget til revision vil blandt andet ske på baggrund af resultaterne fra en igangværende undersøgelse ved Aarhus Universitet af diegivendes søers vandoptag henover døgnet i vinterhalvåret.
Hidtil har man i de fleste økologiske so-hold tildelt vand til drægtige og diegivende søer fra en vandvogn, der to gange dagligt pumper vand i et vandkar. Ved hård frost kan vandet imidlertid hurtigt fryse til. Metoden giver derfor søerne tidsmæssigt begrænset adgang til vand. Desuden er vandforsyningen med vandvognene tidskrævende. Ofte skal isen hakkes ud af vandkaret under vanskelige, glatte forhold. Der findes frostfrie vandnipler, som direkte kan monteres på vandrør, der ligger frostfrit i jorden (se kvægafsnit). For søerne, der går i flok, er dette en god løsning, selvom

vandforsyningen selvfølgelig skal stå i markskel, så arealet stadig kan pløjes. For den enkelte farefold er dette ikke en mulighed. Der findes gennemstrømningsanlæg med central varmeforsyning, som opvarmer vand og pumper det rundt, hvis temperaturerne nærmer sig frysepunktet. Anlæggene er imidlertid dyre og fungerer ikke fejlfrit. Derfor skal de videreudvikles.

1.4 Fuldautomatisk fodervogn

Robotteknologi er kendetegnet ved udførelse af operationer/bevægelser uden indgriben af en operatør og baseret på automatik styret af sensorinput. Derfor behandles robotteknologi her under tilsigelsen "arbejdslettelse".

Den robotteknologi, som er til rådighed for økologiske svineproduktioner, er en autonom kørende fodervogn, der ved hjælp af programmerede bevægelser kan fylde fodertrug med fuldfoder. Dette vil kun være aktuelt i de drægtige søers folde, hvor fuldfoder er et emne (Landscentret, 2008). De farende søer såvel som slagtesvin skal have kraftfoder. Den selvkørende og doserende fuldfodervogn kan køre ved hjælp af GPS eller ved at følge en nedgravet styreledning. Fælles for begge teknikker er, at der skal etableres en rimeligt fast kørevej til de udendørs folde. Ligesom ved køernes drivveje (se afsnit om køer) skal der ved etablering af permanente veje tænkes på sædskifte og evt. tilladelser fra kommunen. Det er vigtigt, at en autonom fuldfodervogn kan holde og aflæsse på forprogrammerede steder.

1.5 Rovdyrsikring af omfangshegn

I farefoldene er smågrise udsat for rovdyr, mest ræve, men i enkelte tilfælde også glente eller musvåge. Rovdyrsikret omfangshegn kræver finmasket hegnstråd, nedgravet til 20-30 cm og en eltråd udenom. Omkostningerne kan beløbe sig til 250 kr. per løbende meter. De fleste økologiske smågrise producenter praktiserer to-marks drift, hvor de bytter side hvert år, for at give afgrøderne lov til at opsamle gødning. Dette gør, at de to marker indhegnes. Det ville gødningsmæssigt være bedre, hvis man havde en længere omdrift af farefolden, f.eks. tre år, men dette vil gøre indhegningen endnu dyrere.

Der arbejdes med teknologiske løsninger, som virkningsmæssigt kun er afprøvet sparsomt på netop farefolde, men derimod bliver brugt af jordejere, der vil holde krondyr eller rådyr væk fra marken. Der monteres en sensorenhed for hver 200 m, som udstyres med et infrarødt kamera. Ved registrering af uønskede dyr udløses skræmmelyde, lys eller andre afværgelsessignaler. Dette kan være i bestemt rækkefølge eller fastlagt efter programmer i den medfølgende software. Højfrekvenslyde skræmmer f.eks. ræve. Udstyret er ret kostbart, men vil kunne konkurrere med den dyrere el-tråds løsning. Hvis ikke der er strømforsyning i nærheden, kan der påmonteres solfang eller batteri

1.6 Sensorregistrering til påvisning af brunst

I en periode op til 4 uger efter fravænning er det en fordel at have søerne inde for etablering af ornekontakt for at få søerne i brunst, hvorved det også er nemmere at teste søerne for drægtighed. I denne forbindelse kan det nævnes, at der arbejdes på at udvikle sensorsystemer, der på individ basis kan måle søernes brunst og dermed afsløre det bedste tidspunkt for løbning ved orne eller kunstig

insemination (KI). Herved vil det være nemmere at beholde søerne ude i perioden op til KI. Sensorerne skal registrere søernes adfærd. Adfærdsændringer i forhold til "normal" giver tegn på brunst og muligvis også andre parametre. Der skal dog stadig være en periode efterfølgende for at teste drægtigheden.
Der findes kommercielle systemer der registrerer ornekontakt og adfærd ved individuelt båse opstaldning..

1.7 Foderblandingsanlæg

I økologisk slagtesvineproduktion er aminosyretildeling frem over den største udfordring (Hermansen et al., 2011). I (Hermansen et al., 2011) skrives, at "For slagtesvin 30-55 kg vurderes det muligt at sammensætte et hensigtsmæssigt foder baseret på proteinkilderne lupin, hestebønner, ært og rapskage, når der samtidig inkluderes sojakage eller tilsvarende i foderblandingen. For større slagtesvin (55+ kg) og søer vurderes det muligt at sammensætte et hensigtsmæssigt foder på baggrund af proteinkilderne lupin, hestebønner, ært og rapskage.
For smågrise i vægtintervallet fra fravænning til 30 kg vil et korrekt sammensat foder kræve inkludering af animalsk protein som fx fiskeprodukter (fiskemel, fiskeensilage, fiskeprotein hydrolysater). Herudover vil der være behov for at supplere med eksempelvis skummetmælkspulver. For alle økologiske blandinger vil det samlede indhold af rå-protein være højt sammenlignet med minimums- og maksimumsnormerne som følge af vanskelighederne med at afstemme aminosyreprofilen".
Derfor vil det være interessant med et hjemmeblandeanlæg, hvor så meget som muligt eget foder kan blandes med de evt. indkøbte eller behandlede fodermidler. På lige fod med konventionel svineproduktion er rentabiliteten afhængig af produktionsstørrelsen og skal beregnes individuelt for hver producent (Karlsen, 2011). Varmebehandling af proteinafgrøder kan forbedre fodereffektiviteten ved at gøre aminosyrer bedre nedbrydelige. Fermentering af korn og udfodring af det våde materiale kan også forbedre fodereffektiviteten, men vil være besværligt i en åben stald (naturlig ventilation) pga. frost. Fermentering vil derfor kun være interessant, hvis det våde materiale indtørres igen (se afsnit 1.8).

1.8-1.10 Bedre udfodringsteknologi

1.8 Fasefodring/to-strenget foderanlæg

Ved smågrise- og slagtesvineproduktion ændres behovet for næringsstoffer markant med alderen. Når grisene kommer ind fra marken, vejer de typisk 14 kg. Det anbefales, at fodersammensætningen ændres ved 20, 30, og 55 kg vægt (Hermansen et al., 2011). Alt afhængig af, hvordan grisene flyttes rundt i stalden, kunne det være formålstjenligt, hvis man kunne fodre mindst to forskellige foderblandinger i samme sti og gerne på samme tid. Dette vil muliggøre fasefodring, hvor der kan tages højde for ændret næringsstofbehov gennem opdrætsperioden. Fasefodring kræver montering af

ekstra foderstreng med tilhørende trækstation og silo mm. Investeringsomkostningerne afhænger af staldstørrelse og antallet af foderautomater og deres udformning.

1.9 System til vådfodring

Vådfoder har mange ernæringsmæssige fordele og teknologien er velkendt. I økologisk slagtesvineproduktion vil det være særligt interessant at bruge vådfodring, da fermenteringsprocessen øger tilgængeligheden af både protein og fosfor og nedbryder svært fordøjelige fibre til komponenter, der kan udnyttes af dyrene. Grundet praktiske forhold omkring staldindretningen i den økologiske slagtesvinestald, kræver udnyttelsen af teknologien, at vådfodringsanlægget og staldindretningen videreudvikles, således at der tages højde for primært frostsprængninger af foderstrenge og udfodringsventiler.

1.10 Fodertrug der reducerer foderspil

Drægtige og diegivende søer går udendørs og fodres i fodertrug. Specielt i diegivningsperioden forbruger soen meget foder af høj kvalitet. Foderspild ved, at det falder ud af truget og svind pga. fugle, kan være betragteligt, og kan forebygges ved korrekt udformede fodertrug. Forbedret foderudnyttelse vil kunne forbedre produktiviteten og dermed give bedriften bedre resultater og økonomi.

1.10 Individuel fodring

Restriktiv fodring af slagtesvin og søer er en metode til forbedret foderudnyttelse og slagtekvalitet. Gennem lav-energi foderblandinger kan man regulere energioptag på besætningsniveau, men for at mindske variationen mellem dyr behøves fodring på individniveau. Elektronisk individuel fodring af især drægtige og diegivende søer, men også slagtesvin, er en interessant løsning, der har potentiale for effektiv huldstyring samt nedbringelse af foderforbrug, foderspild og arbejdstid anvendt til fodring af dyr. Det er muligt, at elektronisk individuel fodring af slagtesvin er løsningen til at muliggøre slagtesvineproduktion på friland, men der foreligger ikke færdigt udviklede systemer.

1.11 Automatisk vægt med registreringssystem

Flere firmaer arbejder på at lave automatiske vægte, som registrerer dyrene ved hjælp af 'Radio Frequency IDentification' (RFID) genkendelse. Indtil videre kan de bestående digitale vægte udstyres med RFID-antenner. Ofte er vægtene placeret på strategiske steder i stalden (Serup, 2008), og en registrering kan også føre til styret adgang til udlevering eller andet staldsegment. Ved at samle grisenes vægt i et centralt dataregister, bidrages der med at planlægge og kontrollere tilvæksten. Tilvæksten er specielt vigtig i forhold til kødets kvalitet, især mørhed. Det forventes, at elektroniske øremærker, som er specielt interessante, fordi dyrene nemmere kan registreres i flok, også snart vil være almindeligt brugt i svineproduktion.

Individuel mærkning af dyr (søer og slagtesvin) giver driftslederen bedre mulighed for at kontrollere udviklingen. F.eks. vil det ikke kunne "glemmes" at inseminere. Yderligere vil de individuelle registreringer kunne udløse alarm om unormal vækst eller adfærd (hvis der opstilles antenner ved

drikkenipler, etc.). Udvikling af algoritmer til økologiske trivsels- og vækstparametre vil sikkert være en del af kostprisen og dermed gøre udstyret dyrere.

1.12 Frostfrie udearealer

Udearealerne er udsat for frost, og de seneste to hårde vintre (2010, 2011)har der været ca. 70 døgn med frost, hvilket bevirker at der i de perioder ikke kan skrabes. Hvis det udendørs betonareal etableres med et gennemgående rør og tilhørende varmepumpe, ville man kunne holde arealerne frostfri. Dette vil yderligere fordyre anlægsomkostningerne med 500 kr. per stiplads (på hver stiplads produceres tre grise per år). Udregningen af hvor meget kvælstof dette ville kunne spare er vanskelig. Hvis vi antager, at der ikke kan skrabes i 70 dage om året pga. frost, vil der heller ikke fordampe meget, idet nedkøling mindsker fordampning. Effekten af opvarmning af udearealerne ved hjælp af varmepumpe og røranlæg vil derfor primært øge dyrevelfærd og arbejdslettelse. Dyrene kan nemt brække benet, fordi der er glat, og efter frostperioder kan det være meget besværligt at gøre udearealerne rene.

1.13 Tilsætning af syre til overbrusningsvandet

Udover at arealerne skal skrabes dagligt, er det afprøvet om tilsætningsstoffer, der hæmmer fordampning af ammoniak til vandet fra overbrusningsanlæg kunne begrænse kvælstoftabet. Overbrusning er lovkrav, hvis ikke der etableres mulighed for sølebad, hvilket på befæstede udearealer ikke er en god løsning, da det giver for meget vand i gyllen. Det er syren i tilsætningen, der neutraliserer den basiske ammonium og dermed formindsker fordampningen. Eddikesyre virkede klart bedst (Andersen et al., 2009), og med den lille tilsætning (0,66 %) til overbrusningsanlægget er de løbende omkostninger heller ikke store. Der skal investeres i doseringsanlæg, der tilsætter de nødvendige mængder per liter vand. Effekten aftager hurtigt og er ikke aktuel i gylletanken; derfor er det vigtigt, at gyllekanalerne tømmes dagligt, og at der er sikret overdækning af gylletanken. I en cost-benefit analyse lavet af AgroTech i 2009 (Andersen et al., 2009) viste det sig, at investeringen kommer 1,7 gange tilbage.

1.14 Transportvogn

Drægtige søer skal transporteres fra stald til mark, smågrise skal efter fravænning transporteres fra mark til stald. Søerne skal transporteres fra mark til løbeafdelingen. Disse handlinger foregår sommer og vinter og enhver forbedring til indfangning eller håndtering ville kunne lette arbejdsgang og dermed arbejdsmiljøet. Arbejdsmiljøet er ofte antydet som en af stopklodserne for at være økologisk svineproducent, specielt m.h.t. udearbejdet om vinteren.. Specifikke løsninger til udformning og opbygning/sektioneringen etc. skal undersøges, og derfor kan der ikke generelt siges noget om arbejdsbesparelsesstørrelse eller effekt.

1.15 Mobile grisehuse inkl. fold

Der har været udviklet mobile stalde med fold til brug i marken. Denne løsning er særdeles interessant, idet gødningen fordeles direkte i marken, og grisene får grovfoder, samtidig med at der kan installeres vand og automatisk fodring. Flytning er nødvendigt, da græsmåtten ikke kan holde til, at grisene fouragerer i længere tid ad gangen. Pris per stiplads for den mobile hytte beskrevet i Salomon et al. (2009) er på over 10.000 kr. per stiplads (www.voxtorpsgarden.se). Til gengæld er der ingen investering til gylletank. Foderforbruget er lidt højere ved slagtesvin, der er fedet i marken, men kødprocenten er højere (Kai et al., 2011). Mobile hytter kan også bruges direkte i afgrøder, som kan indgå som vigtigt foder f.eks. jordskokker eller sukkerroer.

Som beskrevet i afsnit 1.1 kan sædskiftet også indrettes til at rotere omkring grisenes hytter i marken (som også kan være telte), hvilket vil have samme effekt. Hytterne skal dog kunne flyttes, eller bunden udmuges efter hver fednings cyklus. Et sædskifte omkring mobile eller flytbare huse eller overdækning vil ligeledes kunne bruges af andre dyr såsom høns, kalve eller får.

1.16 Halmstrøningsmaskine til hytter og svinestalde

Ved sohold og slagtesvin på friland skal dyrene forsynes med frisk tørt strøelse jævnligt, hvilket er et stort arbejde når det udføres manuelt. Derfor er en teknisk løsning som transporterer halmen i marken, snitter og blæser det i hytterne interessant. For automatisk strøning af staldafsnit for slagtesvin kunne kvægløsningen overvejes (2.14)

Indsatsområde 2. Kvæg

Afgræsning, fodring, sundhed og adfærd, miljø og produktkvalitet

Afgræsning er en meget vigtig del af økologisk kvægbrug. Afgræsningen bidrager til dyrenes sundhed og velfærd, til den afsluttende produktkvalitet og bidrager til biodiversiteten af plantelivet og landskabet. De økologiske regler kræver, at dyrene kommer på græs i en periode af året. En række teknologier kan medvirke til at lette arbejdsbyrden ved afgræsning, sikre optagelse og udbytte af græsmarken og forøger dermed potentiale og udbytte af afgræsningen. Nedenfor er nævnt sådanne eksempler på teknologi. På grund af store besætninger foregår afgræsning ofte længere væk fra gården, og det kan være en hjælp hvis driftslederen hjemmefra kan danne sig et overblik over dyrenes færden.

Foderforsyning, kvalitet, udnyttelse og øget selvforsyning

Omkostningerne til foder fordeler sig typisk med halvdelen til kraftfoder og mineraler, og med halvdelen til grovfoder, selvom de mængder (FE) grovfoder, der bruges typisk er 3-5 gange højere (Anonym, 2010). C -blanding der indeholder protein og energi er dyrt (3-4 kr./FE) i forhold til grovfoder (1.30 kr./FE) . Teknikker til forbedring af udnyttelsen og kvalitet af eget produceret grovfoder eller eget produceret korn og bælgsæd, der kan erstatte noget af det dyre indkøbte kraftfoder, vil kunne forbedre dækningsbidraget per ko.

Sundhed og velfærd

Sundhed og velfærd hos husdyr er højt prioriteret hos økologiske producenter. Det er et ultimativt krav fra forbrugere, som betaler ekstra for de økologiske produkter, at husdyrene har det godt. Yderligere er det yderst vigtigt, at sundheden ikke er betinget af et højt medicinforbrug, men at sundheden opretholdes ved forebyggelse. Afgræsningen er et vigtigt led i denne forebyggelse (Burow et al., 2011) ligesom staldtyper (Klaas et al., 2010) og fodring er det. Overvågning er også vigtig, idet tidlig diagnose ofte kan forebygge klinisk behandling. Automatisering kan i stigende grad bidrage til denne overvågning.

Andre nye teknologier til kødkvæg og kvier

Kødkvæg i form af tyrekalve eller stude produceres ligeledes på græs. Fælles for denne gruppe af dyr samt kvier, der går ude, er, at driftslederen gerne vil vide, hvordan de har det, om de vokser, som de skal, og evt. adskille dem, når de skal behandles, insemineres, eller slagtes. Ny teknologi kan bidrage med arbejdslettelse og mere præcis registrering.

2.1 Intelligente låger og led

Økologiske malkekøer og opdræt, stude, og slagtekvæg skal på græs i sommermånederne. Afgræsningsarealerne kan ligge tæt ved ejendommen eller fjernere, hvis ikke dyrene skal fodres eller malkes på ejendommen. Arbejdet ved at hente dyrene eller skifte fold, når græsset er i bund, kræver tid. Intelligente låger kan programmeres til at identificere et dyr ved hjælp af Radio Frequency

IDentification (RFID) og styre adgang eller udgang til et område. De intelligente låger kan ligeledes sende dyrene bestemte steder hen, hvor led kun kan åbnes eller lukkes. Det er vigtigt, at de intelligente låger kan forbindes trådløst med en central computer, og at de kan udstyres med antenner til at modtage signalet fra de elektroniske øremærker, som køerne er udstyret med, eller andre RFID-teknologier. Hermed har driftslederen styr på, hvilke dyr der har passeret lågerne og på hvilket tidspunkt. Specielt ved kombinationen med automatiske malkesystemer (AMS) og afgræsning kan intelligente låger og led give store arbejdsbesparelse (op til 1 t/d) samt yderligere en vis produktivitetsstigning pga. bedre monitorering, bedre kontrolmuligheder og dermed stabil og muligvis højere malkefrekvens i sommerperioden.

2.2 Materialer til drivveje og vejoverføringer/broer

Drivveje er yderst vigtige for økologiske kvægbrug (Oudshoorn, 2011). Selvom ude-tid for køerne er godt for deres sundhed, så skal det undgås at klovene bliver for våde i mudderet, og evt. såret ved glat underlag (Dalgaard, 2005). Der er introduceret nye materialer, som gør flytning af drivveje muligt. Dette kan være gummi, som kan rulles og flyttes, eller andre kunststoffer. Drivveje lavet af disse materialer skal som regel lægges på et jævnt og stabilt underlag. Mulige materialerne til permanente drivveje er blevet udførligt beskrevet i pjecen om drivveje til køer (Dalgaard, 2005). Generelt kan det anbefales at flere permanente drivveje etableres. Ved normal og jævn trafik er der ikke risiko for punktforurening, da observationer har vist at der ikke afsættes urin eller fæces af betydning på gangarealerne (Oudshoorn et al., 2008). I nogen tilfælde skal der krydses veje for at afgræsningsarealet er tilstrækkeligt stor. Der kan etableres tunneler eller laves færiste (på private veje).

2.3 Sensorbaseret måling af græsnings- og ædetid samt velfærd

Adspurgt hvor problemerne med afgræsning ligger for økologer, nævnes ofte usikkerheden m.h.t. græsoptag og dermed ydelse. Derfor fodres ofte ekstra i stalden, som igen gør, at køerne ikke æder nok udenfor (Anonym, 2011). En af metoderne til måling af græsoptaget udenfor er at bruge halsbåndsmonterede accelerometer, som måler græsningstid. Græsningstid er korreleret med græsoptag og forklarer op til +/- 30 % af det beregnede græsoptag (Oudshoorn & Cornou, 2011). Sensorerne er på markedet, men stadig dyre og ikke brugervenlige, hvilket dog forventes forbedret inden for overskuelig fremtid. Der findes også sensorer, der måler tyggebevægelser, hvilket også siger noget om den optagne mængde foder. Også denne type sensorer forventes forbedret, men tidlige versioner markedsføres allerede nu. Imidlertid kan en del af besætningen udstyres med sensorer til at give et indtryk af græsningstid eller æde tid, det giver dog ikke ko-specifik information. Der skønnes, at der kan spares op til 10 % på mængder af suppleringsfoder i stalden om sommeren, og dermed øges selvforsyningsgraden. Om vinteren, hvor dyrene ikke græsser, vil æde tid ligeledes kunne bruges til identifikation af unormal adfærd. Udvikling til brugbare parametre er i gang og forventes på markedet snart.

2.4 Græstilbud og måling af biomasse

Græstilbud kan måles ved arbejdsintensive metoder såsom græsklip og efterfølgende laboratorieanalyse. Dette bliver ikke gjort for nuværende og giver ingen løbende information. Der er markedsført biomassemålere (f.eks. kg tørstof/ha) monteret på en slags slæde, der kan trækkes gennem marken (Oudshoorn, 2011). Teknikken kan udbygges til at give lokal geografisk information. I samspil med nationale vækst- og kvalitetsprognoser kan teknologien give en vigtig information for græsmarksstyring og give information til driftslederen angående optaget græs fra afgræsningen (Oudshoorn et al., 2011b). Dermed kan investeringen bidrage til beslutningsstøtte for udnyttelse af foder og øget selvforsyning. Forbedret græsudbytte på 5 % og besparelse på indkøb af foder på 5 % er kvalificerede skøn.

2.5 Mobil malkeanlæg (herunder robot)

En ny og innovativ robotteknologi specifik rettet mod økologi er den mobile malkerobot. Ofte er begrænsningen for kvægbedrifter, der vil lægge om til økologi, at de ikke har græsningsarealer tæt på stalden, hvor køerne typisk malkes. Dette kan også være begrænsningen for bestående økologiske kvægbedrifter i forbindelse med en evt. udvidelse, hvor disse bedrifter således ikke kan udnytte deres foder, selvom de principielt har tilstrækkeligt areal. Der findes mobile malkeanlæg, som muliggør, at køerne kan græsse på arealer uden direkte forbindelse til staldene. De mobile malkeanlæg kan enten være til holdmalkning eller til automatisk malkning med individuelle malkerobotter (AMS). Mobile malkerobotter vil typisk være dyrere end stationære anlæg (+40 %) (Oudshoorn, 2010) men vil kræve mindre tilpasninger end ved etablering af AMS i stalden. Det mobile malkeanlæg kan om vinteren placeres i forbindelse med stalden.

2.6 Varmebehandlingsanlæg (toastere)

Varmebehandling af specielt lupiner og hestebønner er interessant. Kombinationen af ønsket om en høj mælkeydelse og en 100 % anvendelse af økologiske fodermidler kan sætte den økologiske kos proteinforsyning under pres. Mikrobiel proteinsyntese er afhængig af bl.a. kvælstof i form af nedbrudt foderprotein. For producerende køer er forsyningen med mikrobielt protein ikke tilstrækkelig, og der er derfor brug for unedbrudt foderprotein for at dække koens behov. Koen forsynes derfor med protein (aminosyrer) dels fra unedbrudt foderprotein og dels fra mikrobielt protein dannet i vommen. For at sikre koen en høj forsyning med aminosyrer fra foderprotein skal nedbrydningen af foderprotein i vommen derfor begrænses til, hvad der er nødvendigt for at sikre, at dannelsen af mikrobielt protein ikke er begrænset af mangel på kvælstof. Hvis koen derimod er overforsynet med vomnedbrydeligt protein og underforsynet med aminosyrer, der kan absorberes, vil en flytning af omsætningen af foderprotein fra vom til tyndtarm forbedre forsyningen med absorberende aminosyrer i tarmen (AAT). Samtidig vil det forbedre koens udnyttelse af kvælstof, idet overskud af protein i vommen (PBV) ellers tabes i urinen som urinstof. En øget andel af AAT, som kan henføres til foder-AAT på bekostning af mikrobielt AAT, vil ændre sammensætningen af de optagne aminosyrer. F.eks. vil en lavere nedbrydning af foderprotein fra lupin, som er kendetegnet ved et lavt indhold af metionin, medføre, at

AAT-Met (% AAT) vil falde, selv om den absolutte mængde af AAT reelt øges. For kraftig varme kan medføre varmeskader som især for lysin påvirker fordøjeligheden i tarmen negativt, således at den forventede positive effekt på AAT ikke opnås. Et dansk forsøg med lupin, hestebønner, sojabønner og ærter har vist, at varmebehandling kan øge fodermidlernes proteinværdi som følge af en sænkning af nedbrydningsgraden i vommen og dermed et øget flow af unedbrudt foderprotein til tyndtarmen, uden at tarmfordøjeligheden synes at være påvirket i negativ grad. Det er dog vigtigt at understrege, at varmebehandling samtidig sænker foderets PBV-værdi, og man derfor skal være opmærksom på rationens samlede PBV-værdi, således at den mikrobielle proteinsyntese ikke hæmmes. Man vil i så fald "tabe på gyngerne, hvad der er vundet på karrusellerne". Det er dog sandsynligvis ikke et problem i økologiske besætninger, hvor der ofte ses et overskud af PBV. I 2011 er på tre ejendomme påvist, at specielt ved vinterfodring, varmebehandling af lupin og hestebønner kan spare 1-3 kr. om dagen per ko i foderrationen (købt og hjemmeavlet) (Jørgensen, 2011). Anlægget kan købes i dag, men generelt vil det anbefales, at der bygges mobile anlæg, som kan behandle foderet på stedet. Ellers vil det være bedst at lade foderstoffirmaer udføre arbejdet eller købe udstyret i fællesskab med flere ejendomme.

2.7 Crimpning af korn og bælgsæd

Crimpning kan i mange tilfælde afhjælpe problemer med våd høst af korn og bælgsæd og give et udmærket foder til drøvtyggere. De fleste maskinstationer har udstyr til rådighed, der kan ensilere materialet og tilsætte propionsyre (Møller et al., 2004). Man kan også, hvis der er tale om store mængder, ensilere crimpet korn eller bælgsæd i siloer, og det vil per FE være lidt billigere. Der er ikke tale om nye udviklinger eller nye teknologier, men de vil bedre kunne forrentes ved økologiske husdyrbrug da de generelt har en højere selvforsyning.

2.8 Software og computer til managementprogrammer

Et vigtigt element i udnyttelse af foder og øget selvforsyning vil være et planlægnings- og styringsprogram, der kan integrere sensor- og registreringsoplysninger m.h.t. køernes produktion og deres individuelle behov og færdsel. Her kan problemet være, at de fleste softwareprogrammer er udviklet til konventionel produktion, hvor afgræsning og en stor andel af grovfoder ikke indgår. Det kan være en god ide for den økologiske kvægbruger at investere i managementsupportsoftware, men der skal påregnes ekstra omkostninger til re-programmering og tilvejebringelse af informationer vedr. eksterne input.

Der findes for nuværende software til planlægning af markernes udnyttelse ved afgræsning hvor arrondering, markstørrelse, vandingsbehov m.m. indgår. De er på markedet i udlandet, men har ikke været afprøvet under danske forhold. Softwareprogrammerne bliver i stigende omfang udstyret med moduler til optimering af ikke produktionsrelaterede parametre såsom energiforbrug og klimapåvirkning. Ved vælg af kraftfoderemner kan f.eks. denne påvirkning ændres og bruges som "benchmark", som et indre kvalitetsmål.

2.9 Adfærdssensorer til reproduktion

Der findes en række kommercielle systemer som via automatisk registrering af koens aktivitet giver driftslederen besked om, at en ko er i brunst. Der findes både flere stand-alone systemer, og systemer som er koblet til malkeanlægget (Løvendahl & Chagunda, 2010). Flere af disse systemer kan også anvendes, når køerne er på græs. Desuden findes et system, som detekterer brunst via on-line målinger i mælk.

2.10 Intelligent mobil vejning, separation og udfodring - til udendørs brug

Ved at placere en foderstation i marken, kan dyrene, som er forsynet med elektronisk øremærke, registreres. Ved at placere en vægt ved indgangen af foderstationen kan dyrets vægt automatisk registreres. Når dyret igen skal ud af folden, kan en intelligent låge afgøre om dyret skal tilbage til den gamle fold, til en ny fold eller i fangefold. På indgangslemmen kan evt. antenne til modtagelse af adfærdssensor monteres. Udstyret er på markedet og kan modulopbygges alt efter behov. Det vil kræve strømforsyning i marken. Vand kan også tildeles i foderfolden.

2.11 Udstyr til at opsamle og udfordre frisk græs i stalden

Økologisk kvægbrug har pga. de højere priser på indkøbt foder stor gavn af højere grad af selvforsyning. I den forbindelse er der lavet studier om fodring med frisk græs i stalden, en teknik som kræver planlægning, præcision og mekanisk udstyr. En meget varierende kvalitet af det frisk høstede græs og stor majsfodring er grunden til at konventionel kvægbrug stort set ikke anvender frisk græsfodring i stalden. Jørgensen og Andersen (2011) beregnede at ved daglig afgræsning af 6FE, der yderlige kan tjenes ca. kr. 275 per årsko ved frisk græs fodring op til 9 FE per dag, og Andersen (2011) beregner at afstanden til stalden kan være op til 5,4 km for et rentabelt i forhold til græsensilage, men her er merværdien af frisk græs fodringsmæssigt ikke indregnet (højere AAT indhold). Fodring med frisk græs i stalden kræver en frontmonteret skivehøster, en opsamlevogn og udstyr til aflæsning.

2.12 Strømaskiner

Økologisk landbrug arbejder specifikt på at forbedre dyrevelfærd. Det er et vigtigt led i afsætningen. De økologiske regler kræver et velstrøet leje til sengebåsene eller i dybstrøelses stalden. Til dette formål vil strømaskiner (vogn med fræser og blæser, der målrettet kan blæse strøelse i sengebåse eller dybstrøelsesafsnit) kunne spare en del arbejde (ca. 1 time/dag). En hængebane som transportere halm til staldafsnit med dybstrøelse vil ligeledes lette arbejdsbyrden.

2.13 Udstyr til bearbejdning af kompostbund i stalde

Stalde med bund med kompostmateriale kan give bedre dyrevelfærd. I forbindelse med etablering af kompoststalde, hvor dyrene kan opholde sig i vintermånederne, er det vigtigt at etablere mulighed for at blæse luft nedenfra med rør og kompressor ellers vil materialet blive våd, og komposterings-processen vil gå i stå (Klaas et al, 2011). Kompost stalde kræver en daglig vedligeholdelse. Der skal anskaffes udstyr til fræsning af overfladen hvilket er nødvendigt til spredning af urin, fæces og strøelse.

Ligeledes skal der anskaffes udstyr til fordeling af kompostmaterialerne såsom træflis eller afslået hede eller andet groft materiale. Udstyret kan være lettere harver med justerbar harvedybde.
Der mangler stadig dokumentation for at disse stalde virker tilfredsstillende under danske forhold.

2.14 Udstyr til indhegning, automatiseret og flytbart

Indhegning af foldene til kvæg (men også svin og får) er en stor meromkostning for økologiske landbrug. Tillige koster det meget tid at sætte op og flytte. For at lette arbejdet kan der anvendes et hydraulisk eller mekanisk pælebor der kan påmonteres traktor eller ATV.
Ligeledes findes der let flyttelig elektrisk net-hegn baseret på poly-tråde og metal der er særdeles egnet til skiftende fold størrelser og rotation. Hegnet sikrer også mod ræve.

2.15 Mælketaxa og mælkeautomater

Økologiske kalve skal fodres længere med mælk i de første tre måneder af kalvens tilværelse (EU-forordningen KFO 889/2008 artikel 20 stk. 1 – naturlig mælk) end konventionelle. Derfor er udstyr til at flytte den mælk til kalve nødvendigt, udstyret skal være nemt at holde rent og eventuel kunne køle mælken. Mælke kan gives til kalvene med mælkeautomater.

Indsatsområde 3: Frugt, bær og grønt

Forsyning og produktkvalitet

Dyrkningssikkerhed, behandling og opbevaring af produkter af høj kvalitet har stor betydning for at udvide forsyningsperioden af frugt, bær og grøntsager fra såvel friland som væksthus. Indsatsområde 3 indeholder teknologier til etablering af plantager, dyrkning af frugt, bær og grøntsager under beskyttede forhold, sygdomsforebyggende behandling, gødskning og opbevaring af høstede produkter af frugt, bær og grøntsager.

Teknologier for næringsstofforsyning, ukrudtsbekæmpelse på marker i omdrift, m.m. for grøntsagsdyrkning er beskrevet under indsatsområde 4.

3.1 Nedkøling, langtidsopbevaring og pakning af grøntsager, frugt og grønt, hvor smag såvel som kvalitet optimeres

Ifølge FødevareErhverv (2009) er der stor spredning i behov og form for opbevaring blandt producenter af frugt og grøntsager. De fleste produktioner fordrer kølerumsopbevaring i kortere eller længere tid, og derfor har producenterne oftest egen kølekapacitet, men der er også producenter uden kølekapacitet. Opbevaringstiden strækker sig fra få timer til flere måneder. Særlig fokus er på kvalitet, ændringer i smag og spild af frisk frugt og grøntsager. Efter høst/plukning respirerer frugter og grøntsager, dvs. forbruger ilt og udleder kuldioxid. Respiration er korreleret til graden af forringelse af frugt og grønt. Frisk frugt og grøntsagers respiration påvirkes af temperatur, luftfugtighed, skader efter tryk, gassammensætning og fysiologiske faktorer som svampeangreb og sort (forædling) (Løkke et al., 2011). Disse parametre r især vigtige i forbindelse med teknologi til modificeret atmosfærisk emballering (MAP), hvor permeabilitet af emballagen skal være konstrueret til at matche de respiratoriske parametre. Men parametrene kan også registreres og styres ved langtidsopbevaring, hvor den nyeste teknologi er sensorbaseret for variable styring af lagringsatmosfære (DCA). Selv inden for samme frugt- eller grøntsags-art kan der være forskel på respirationen. Derfor er styring af temperatur, fugtighed og gassammensætning (ACS) også vigtig under langtidsopbevaring, således at produktet både har bedre smag og friskhed og er ensartet, når det skal emballeres og transporteres og tilbydes forbrugere. De nye lagringsteknologier registrerer typisk, når frugt eller grønt er under lav-ilt-stress under opbevaring. Samlet mængde aromastoffer fundet i æbler opbevaret ved DCA-lagringsmetoden var 2 til 4 gange højere end i frugt udsat for 1-MCP, men signifikant lavere end ved ultra-lav oxygen (ULO) lagringsmetoden (Raffo et al., 2009). Æblers friskhed/sprødhed, både umiddelbart efter oplagring og efter en periode på syv dage i atmosfærisk luft, var langt større end for æbler opbevaret ved DCA-lagring ved sammenligning med almindelig atmosfærisk opbevaringsbetingelser (Watkins, 2008).

Etablering af DCA- og ULO-lagringsmetoder udvider salgssæson op til 8 mdr. af økologisk frugt og grønt og forbedrer smag og friskhed af langtidslagret økologisk frugt og grønt. Anlæggene vil fortrinsvis være relevante for fælles-/samlelagrene, mens nedkølingsfaciliteter vil være forbeholdt

individuelle avlere, dog kun i de tilfælde hvor hurtig nedkøling af frugt eller grønt er nødvendigt (Nielsen & Friis, 2005).
For alle afgrøder gælder: De indkomne produkters kvalitet skal være god, med andre ord topkvalitet. I ni ud af ti tilfælde vil dette alene afhjælpe kvalitetsproblemer i kæden (Nielsen & Friis, 2005).
Den optimale sluttemperatur skal nås indenfor 48 timer. Nedkøling på mindre end 48 timer har ikke nogen positiv effekt (Nielsen & Friis, 2005). En undtagelse herfra er jordbær, hindbær og andre letforgængelige bær samt broccoli, blomkål, salat, krydderurter og andre letforgængelige grønsager, som kræver nedkøling allerede fra marken for at undgå kvalitetsforringelser og spild.

3.2 Tunneldyrkningsbeskyttet produktion

I det tidlige forår er klimaet normalt den begrænsende faktor for tidlig plantning af havebrugsafgrøder. En løsning er at anvende lette og mobile væksthuse dækket med et enkelt lag af klar polyethylen-plast, som kan øge dagtemperaturen (+1,3 °C i juli) og øger temperatursummen i vækstsæsonen (+3956 °C juli-august) ifølge danske forsøg (Pedersen et al., 2011). Det er dog mange begrænsninger i de simple relativt lave væksthuse, så et mere fremtidsorienteret system vil være brug af plasthuse, der placeres på området og kan isoleres og om nødvendigt opvarmes – ofte kaldet høje tunneler eller plastik væksthuse, hvor også mindre traktorer og maskiner kan fungere. Man kan i princippet skelne mellem helårs høje tunneler (passive solvarme-væksthuse) og 3-sæson høje tunneler, der ikke anvendes i vintersæsonen, men hvor man normalt fjerner plastdækket i vintersæsonen for at undgå plasten blæser i stykker om vinteren eller bliver ødelagt af sne (Blomgren og Frisch, 2009; Rasmussen og Orzolek, 2009; Reid, 2008; Wien et al., 2008, Xiao et al., 2001).
Dyrkning af grøntsager og frugt/bær i høje plasttunneler eller plastvæksthuse giver avlerne mulighed for at udvide deres sæson både tidligt og sent og dermed øge deres konkurrenceevne i forhold til produkter, der importeres (Pedersen et al., 2011). I de høje tunnelsystemer kan grøntsager/frugt/bær plantes direkte i jorden eller som table-top i vækstmedier godkendt til økologisk produktion (Daugaard, 2008). Temperatur og ventilationskontrol er afgørende for produktion af sunde afgrøder med høj kvalitet, så derfor er den langsigtede løsning at investere i mere avancerede væksthuse med ventilationssystemer, så den relative fugtighed og temperaturen kan styres og sygdomsproblemer reduceres.
Høje tunneler med mulighed for en vis grad af klimastyring er velegnet til økologisk produktion af grønsager, frugt og jordbær, som i dag dyrkes på friland. De kan fungere som regn- og haglbeskyttelse, forlænge sæsonen eller der kan introduceres nye plantearter, som normalt ikke vil kunne klare sig i Danmark. Tunneller alene vil kunne reducere visse sygdoms- og skadedyrsproblemer, og tunneller med mulighed for klimastyring vil kunne reducere forekomsten af andre sygdomme, og under alle omstændigheder vil der være bedre mulighed for kontrol med biologisk bekæmpelse. Plasttunneler eller væksthuse vil desuden betyde, at man bedre kan styre gødning og vanding og dermed gøre produktionen mere styret og mere bæredygtig pga. mindre udvaskning. Brug af tunnel kan øge udbuddet og øge udbuds- og salgsperioden af dansk produceret økologisk frugt og grønt og øge kvaliteten af nogle af produkterne og dermed mindre spild, når de beskyttes mod nedbør.

I USA og Canada har de høje tunneler vist sig at være velegnet til produktion af højværdiafgrøder herunder salat, spinat, tomater, agurker, peberfrugter, basilikum, afskårne blomster, hindbær, jordbær og meget mere. Også dværgtræ-afgrøder som søde kirsebær kan produceres i større multi-bay-tunneler (Cheng og Uva, 2008).

Et problem med alt for simple plasttunneller er, at klimaet bliver mere svingende end på friland, da f.eks. kolde klare nætter kan betyde, at lufttemperaturen i tunnelen falder til temperaturen udenfor eller lavere og tilsvarende problemer med høj fugtighed, hvilket understreger behovet for mere avancerede og dyrere løsninger. På længere sigt kan høje og brede tunneler med mulighed for maskinadgang reducere arbejdskraftforbrug, så lavere driftsomkostninger kan kompensere for højere indkøbspris.

Svampesygdomme ændrer karakter i et plasthus og tunnel. Typisk kan gråskimmel være et problem, hvis den relative fugtighed ikke kan reguleres. Faren for et angreb er størst, når luftstrømmen inde i tunnelen er lav, og den relative luftfugtighed er høj. I andre sammenhænge er der ved dyrkning af jordbær set større angreb af meldug i tunnel. Valg af resistente sorter, aktiv ventilation (ved at tilføje gavl- eller tagventilation) og fremme af bedre luftcirkulation inde i tunnelen (fx tilføjelse af aktive ventilatorer) er mulige løsninger på problemet, men der er begrænsede erfaringer fra Danmark på dette område.

Skadedyr forårsager normalt mindre skade i høje tunneler, bl.a. fordi afgrøderne en del af tiden vokser, hvor skadedyr er mindre aktive. Ikke desto mindre kan insekter (bladlus, mider, trips, bladhvepse) være generende i høje tunneler. Drypvanding reducerer vandforbruget og danske undersøgelser har også vist, at ukrudtstrykket er lavt mellem rækkerne, fordi jorden forbliver tør mellem rækkerne (som kan dækkes med ukrudtsdug), men ukrudt kan til gengæld trives i selve rækken, hvor der er vand og gødning til rådighed.

Nye plasttyper f.eks. med delvis UV-gennemslip, vil kunne skabe et bedre lysklima i plastik-tunneler og kan være med til mindske sygdoms/skadedyrsproblemer, men samtidigt forbedre produktkvaliteten (indholdsstoffer) (Raviv & Antignus, 2004), så UV regulering med folier kan være et vigtigt værktøj til økologisk produktion i lukket miljø (Jansen, 2013).

Et engelsk projekt har vist, at en god kvalitet af økologisk udsæd kan produceres under relativt billige polyethylen-tunneller. De opnåede udbytter over 2 år var på niveau med udbytter fra konventionel produktion (Wood, 2003). Danske forsøg har vist nogenlunde samme resultat, men hvor problemer med svampesygdomme reducerede udbytterne. Mere sikker opformering af økologisk udsæd i tunneller åbner op for en ny indtjeningsmulighed for den danske økologiske produktion(Boelt & Deleuran, 2005; Nielsen, 2001).

Der bliver i et mindre omfang anvendt plastdækning af jorden og i større omfang fiberdug- og insektnetdækning af kulturen i mindre tunneller (b 1,3 m, h 0,9 m). Udstyr til samtidig opsætning af tunnelbuer og udlægning af fiberdug, plast eller insektnet findes på markedet, men er stadig temmelig arbejdskrævende, både ved pålægning og aftagning, men fremmer beskyttelsen mod insektangreb i afgrøderne.

3.3 Sorteringsteknologi

En oversigt over den seneste udvikling inden for optiske systemer til automatisk sortering og inspektion af frugt og grønt viser at de er stærke værktøjer til både at kvalitetssikre og øge kapacitet på samme enhed (Cubero et al., 2011). Typiske anvendelser af disse højteknologiske systemer omfatter sortering, kvalitetsestimation ud fra eksterne parametersettings eller karakteristiske egenskaber, overvågning af frugt og grønt under opbevaring eller evaluering af behandlinger. Funktionerne i et optisk system medvirker til at øge kapaciteten og objektiviteten for kontrol og kvalitetssikring af længerevarende inspektionsprocesser set i forhold til en manuel proces. Systemer, som er baseret på analyse i det ultraviolette (UV) eller nær-infrarøde (NIR) spektrum gør det muligt at detektere defekter eller funktioner, som de menneskelige sanser ikke kan opfange uden at forårsage skade på frugt eller grønt (f.eks. sukkerindhold, stødpletter, råd, svampesporer). Automatiske sorteringsanlæg kan levere store mængder af frugt og grønt, der er blevet inspiceret individuelt og samtidigt levere digitale registreringer af frugt-eller grøntpartiet.

I økologisk dyrkede grønsager er lagertabet ofte væsentligt større end i konventionelt dyrkede grønsager. Efter høst af økologisk dyrkede grønsager er der ofte et stort spild på grund af råd på lager eller efter klargøring til salg. I f.eks. løg og gulerødder er der ofte et lagertab på 20-40 % af den indlagrede mængde. Dette spild af ressourcer kan minimeres med mere skånsom håndtering ved høst og indlagring. Højteknologiske robot- og automationsteknologier som skånsomt høster, sorterer og placerer frugt og grønt på lager findes for en stor dels vedkommende som prototyper, men enkelte automatiserede stationære sorterings- og pakkeanlæg er markedsført.

3.4 CA-lagringskasser

Udnyttelse af eksisterende kølerum til CA-laring i kasser med semipermeable menbraner vil forbedre udnyttelsen af kølerummet ved at forbedre og forlænge holdbarheden af frugt og grønt. Lagring i kasser med semipermeable menbraner, som etablerer CA lagring via produktets egen ånding og respiration vil forlænge og forbedre holdbarheden af produktet. Dette danner forhold i kassen, som ligner forhold i de store CA-lagre.

Metoden forventes at reducere mængden af frasorteret frugt og grønt med 30-50 % i forhold til alm. kølelagring. Metoden er kendt i udlandet og bruges af enkelte træfrugtavlere. Metoden er ny for grønsagsavlere. Metoden egner sig især til bedrifter med mindre salg af mange forskellige produkter. Derved kan bedriftens kølerumskapasitet udnyttes til mange produkter samtidig. Indkøbspris er ca. 4.000 kr. per kasse. Teknologien er til rådighed, men udnyttes kun begrænset.

3.5 Gødevandingsudstyr

Drypvanding giver potentielt en bedre udnyttelse af vand og næringsstoffer. Der kan opnås vandbesparelser på ca. 25 % i forhold til udbringning med vandingskanon eller sprinklere, og hvor udnyttelsen af hver m3 vand er 95 % (Thörmann, personlig meddelelse). Samtidige investeringer i sensorer og beslutningsstøtte for vanding, der kan indikere, om der rent faktisk er et behov for at vande, kan dels medføre endnu større vandingsbesparelser og dels øge udbyttet per forbrugt

ressourceenhed og give mulighed for en mere præcis vækststyring. Danske forsøg i ikke økologiske kartofler har vist et potentielt merudbytte ved gødevanding, men også at teknologien til udlægning og indsamling af slanger ikke er helt udviklet endnu (Bødker & Heiselberg, 2011).
En forudsætning for, at en større og større del af produktionen af grønsager, bær og buskfrugt kan dyrkes i tunneller er, at det er muligt at håndtere dryp- og gødevandingsudstyr i praksis uden ekstra tidsforbrug. Det forventes, at dyrkningen af en række grønsager og træfrugt i den nærmeste fremtid også vil foregå under en eller anden form for klimaskærm. Dyrkning i tunnel med gødevanding har en række fordele uanset afgrøde- og dyrkningssystem, som nævnt i afsnit4.2 og i særdeleshed til økologisk dyrkning.
Nye teknologier til gødevanding med organiske gødninger i tunnel og på friland kan sikre, at der ikke sker tilstopning af dryp og slanger, samtidigt med at der opnås den ønskede sammensætning på drypstedet. En af de største begrænsninger i anvendelsen af gødevanding er udbuddet af egnede gødninger, uanset om man ønsker at dyrke i bunden af tunnellen, kammen, bed, eller på tabletop-systemer i potter, sække eller lignende godkendt til økologisk dyrkning. Specielt udbuddet af flydende gødninger er meget lille og mange af de organiske gødninger indeholder en del fast stof, som kan give problemer ift. pumpekapacitet (trykket skal være større) og med tilstopning af de kendte drypvandingsanlæg. På friland er der et behov for udvikling af teknik til såvel udlægning som opsamling af drypslanger, der forhindrer beskadigelse ved mekanisk ukrudtsbekæmpelse og anden jordbehandling.
Gødevanding er en forudsætning for at kunne agere hurtigt og præcist i forhold til indstråling, temperatur og plantevækst. Det er svært at finde videnskabelige referencer på, at organiske gødninger giver problemer med tilstopning af drypvandingsanlæg, og problemet kan delvist overkommes ved filtre, men filtrering vil medføre en vis uønsket tilbageholdelse af næringsstoffer samt stille krav til større pumpekapacitet. Gødevanding er ikke kun interessant i tunnel, men også på friland, da det mindsker vandforbruget pga. mindre fordampning og mindre tab, da det kun tilføres i planterækken.

3.6 Mobilrobotter til ukrudtsbekæmpelse og monitering i frugt- og bærplantager

Ukrudtsbekæmpelse i økologiske grøntsager, frugt og bær foregår næsten udelukkende med mekaniske og termiske metoder eller ved manuel lugning eller afdækning. Yderligere brug af den nyeste teknologi kan dog forbedre ukrudtsbekæmpelsen, reducere tidsforbruget og forbedre arbejdsmiljøet. I frilandsgrøntsagsproduktionen findes der nye og højteknologiske lugemaskiner, som er beskrevet under pkt. 5.1. I dette afsnit fremhæves nogle mulige robotløsninger til automatisk pleje af arealer med frugttræer og bærbuske. Mobilrobotteknologi fra millitærindustrien overføres via mindre, innovative virksomheder til mobilrobotter med terrænegenskaber, hvorved anvendelsesmulighederne i f.eks. frugt- og bærplantager er blevet en realitet (McElhone, 2011). For at få mobilrobotterne til at fungere uden fjernstyring i plantager er det nødvendigt med let it-uddannelse. Robotterne leveres ofte med en lang liste af eksempler på applikationer, som hjælper brugeren i gang med anvendelsen. Firehjulstrukne mobilrobotter kan oftest navigere ved hjælp af GPS ud fra koordinater for rækkerne og kan undgå berøring med objekter vha. laserafstandsmålere. Mobilrobotterne er oftest batteridrevet, og

driftstiden mellem opladninger er typisk 3-5 timer alt afhængig af opgave. De markedsførte mobilrobotter kan kun foretage lettere opgaver såsom græsklipning og som observationsplatform med relevante sensorer. Græsklipning er ikke tilstrækkeligt til at reducere konkurrencen om vand og gødning med frugttræerne, og museproblemer opstår, når der efterlades en klippet måtte af græs. Automatiserede udlæggere til jorddækning med plast, eller andet velegnet materiale til ukrudtsbekæmpelse vil også kunne effektivisere den økologiske frugtavl.

3.7 Lugemaskiner i rækker af frugttræer og bærbuske

I frugt- og bærkulturer med meget lav konkurrence over for ukrudt (især i etableringsårene) er det meget vigtigt at fjerne konkurrencen fra ukrudtet om vand og næringsstoffer for at opnå højere udbytte. Mekanisk jordbearbejdning eller jorddækning med bark, strå eller kunstigt materiale er omkostnings- og arbejdskrævende foranstaltninger, som er nødvendige, men som kan effektiviseres med ny teknologi (Weibel et al., 2007).

Mekanisk ukrudtsbekæmpelse i rækkerne af frugttræer og bærbuske er generelt effektiv. Men kan skade træernes rodsystem i det øverste jordlag, og der kan være problemer med at fjerne ukrudtet tæt på træstammen/busken. Træer og buske kan skades, hvis maskineriet ikke er udstyret med sensorer, så maskinen undviger stammen. Der er sket en stor udvikling af egnede maskiner og typisk er der sammenhæng mellem pris og maskinens udstyr med sensorer og mulighed for udskiftning af udstyr afhængig af vejrforhold (vådt/tørt).

Jorddækning eller ukrudtsbrændere er alternativer til mekanisk jordbehandling (Andersen et al., 2007). Jorddækning (mulching) (med biologiske eller syntetiske materialer) er mere arbejdskrævende, men også mere skånsom for træer og buske; dog er mus/gnavere et stort problem ved jorddækning, hvor musene afgnaver barken på stammen ved jordoverfladen. Udstyr til udlægning kan derfor være en relevant investering for en økologisk avler. Bekæmpelseseffekten ved brug af ukrudtsbrændere var generelt lavere end for de mekaniske metoder og dermed dårligere ifht. f.eks. afdækning med biologiske eller kunstige materialer (Benduhn, 2006). Det er dog et område i stadig udvikling, og nye mere effektive maskiner kan forventes udviklet.

3.8 Autostyret og automatisk plantemaskine for samdyrkning

Ved etablering af plantager af bærbuske, frugttræer og juletræer er der mange fordele ved at placere enkeltplanter med et GPS-koordinat. Mekanisk eller anden fysisk ukrudtsbekæmpelse kan navigeres rundt om hver enkelt plante, og gødskning, pruning og anden plantepleje kan foretages plantespecifik. Teoretisk set kan der opnås signifikant bedre ressourceudnyttelse. Det har ikke været muligt at finde undersøgelser af intelligent plantepleje i økologiske plantager. Teknologierne til GPS-styring af plantemaskiner er i 2011 markedsført som kommercielt udstyr til eftermontering på plantemaskiner. GPS-baseret styring af teknologier for individuel plantepleje, hvor planter er placeret med mere end 50 cm planteafstand, er også under kommerciel udvikling i Holland og Tyskland (Gebben, 2011).

3.9 Sprinklersprøjtning/overbrusning med svovl

Udbringning af svovl som svampemiddel er en tidskrævende proces, som kræver optimal timing for at få en god bekæmpelse af æbleskurv og dermed det mindste svovlforbrug. Svovl er det eneste økologisk godkendte svampemiddel i æbler. Svampen, som forårsager æbleskurv, kræver fugtige blade for at inficere. Ved hjælp af varsling/beslutningstøtte kan den optimale mængde og det optimale tidsrum for bekæmpelse estimeres (Pedersen et al. (2012). For at få den optimale virkning af svovl bør tildeling ikke finde sted før, det er begyndt at regne, og skurvinfektionerne starter. Men ved at vente til, regnen er begyndt, kan det være vanskeligt at færdes i plantagen. Det kan også være vanskeligt at nå at behandle hele arealet inden for det indsnævrede tidsrum, hvor svampemidlet virker, inden infektionen er så langt fremme, at sprøjtning er virkningsløs. Etablering af vandingsanlæg er blevet standard i moderne frugtplantager for at styre og optimere træernes vandtilførsel og evt. gødevand. Sprinkleranlæg til overbrusning som forsikring mod forårsfrostskader er under udbredelse. Yderligere udnyttelse af disse sprinkleranlæg til andre formål såsom udbringning af svovl er teknisk mulig (Williams et al., 2011).
Ved hjælp af etablering af overbrusningsanlæg, som udstyres til også at kunne udbringe sprøjtemidler, foretages behandlinger mod svampesygdommene æbleskurv og sodplet med svovl via sprinkleranlægget i stedet for vha. en traktortrukket sprøjte. Ved at bruge sprinkleranlægget kan udbringning af sprøjtemidler fortages over store områder samtidigt og hurtigt. Timingen kan blive meget mere præcis, end der er mulighed for i dag. Desuden spares mange arbejds- og traktortimer i plantagen og dermed reduceres CO2-udledningen. For eksempel har et tysk forsøg med hydratkalk vist, at for at opnå 100 % effekt mod æbleskurv var 62 behandlinger nødvendigt i en enkelt vækstsæson (Grimm-Wetzel & Schönherr, 2006)

3.10 Varmt-/hedvandsbehandling

Lagersygdomme kan forårsage store tab i økologisk æbleproduktion. Der er eksempler på mere end 50 pct. tab på grund af Gloeosporium i modtagelige æblesorter som Topaz og Pinova (Landbrugsinfo). Forsøg med varmtvandsbehandling af æblerne før indlagring har vist, at der opnås en god effekt på flere af de alvorlige lagersygdomme, blandt andet Gloeosporium og lagerskurv (Nielsen, 2006). Metoden har været genstand for et ph.d.-studie ved Institut for Fødevarer på Aarhus Universitet, og resultaterne herfra viser, at ved rigtig temperatur og varighed af varmebehandlingen kan der opnås succesfuld bekæmpelse af rådsvampe uden negative konsekvenser for frugtkvaliteten. Der findes semiprofessionelt udstyr til kontrolleret dypning af storkasser med frugt, og metoden bruges af økologiske avlere i Tyskland og Østrig. Ulempen ved metoden er det store energiforbrug, da frugten skal dækkes med 53 oC varmt vand i 3 minutter. Der arbejdes derfor med at udvikle prototyper, som behandler i kortere tidsrum med varmere vand, og som har potentiale til at blive koblet til et eksisterende sorteringsanlæg.
Det er også vist, at varmebehandlingen ikke dræber svampesporerne (som hidtil antaget), men derimod inducerer æblets interne forsvarsmekanismer (homensis) som øger modstandsdygtigheden over for svampeangreb (Maxin et al., 2012).

3.11 Regntag

Nyere forskning hos AU har vist lovende resultater mht. at begrænse udvikling af især skurv på økologiske æbler, når træerne dækkes over med et regntag af gennemsigtig plast. Regntaget forhindrer regn direkte på træerne og dermed spiring og spredning af æbleskurv, som kræver høj fugtighed for at spire.

3.12 Løvopsamler

Opsamling af gamle blade kan reducere angreb af skurvsvampen året efter. Skurvsvampen overvintrer på de gamle blade, hvorfra den primære infektion sker næste år. Opsamling af bladene og evt. kompostering derefter vil minimere risikoen for skurvsvampeangreb, og dermed reducere spildet i frugtavlen. Skurvangreb er den primære årsag til reduceret udbytte og ødelagt salgskvalitet i økologisk frugtavl.

3.13 Tørringsanlæg med varmegenindvinding

I økologisk dyrkning af grønsager er køleopbevaring særdeles vigtig idet der under opbevaring på kølelager ofte udvikles svampesygdomme, som medfører at en del af produktionen må kasseres. Sidst på vinteren er det f.eks. ofte nødvendigt at frasortere 30-40% af den indlagrede mængde af økologisk dyrkede spiseløg. Årsagen hertil er at løgene er inficerede med svampesygdomme (bl.a. gråskimmel og løggråskimmel), som efterfølgende udvikles i løbet af lagringsperioden.
Denne udvikling af svampesygdomme på lager kan imidlertid reduceres ved at inaktivere patogenerne ved passende temperatur- og fugtighedsstyring under nedtørring af løgene før kølelagring. Undersøgelser har således vist at tørring ved temperaturer over 30 °C hæmmer udvikling af svampesygdomme (Sørensen, 2014). Tilstrækkelig luft- og varmekapacitet er således vigtige forudsætninger for en god holdbarhed og et lille lagringstab i produktionen af spiseløg.
Opvarmning af udeluft er meget energikrævende. Der er imidlertid udviklet nye energibesparende tørringsanlæg, f.eks. et vakuum-system hvor moderne affugtnings-teknologi og højeffektiv varmepumpe-teknologi kombineres med effektiv og skånsom køling samt kontrolleret flow af udeluft. Vakuum-systemet, udviklet af firmaet Frigortek, reducerer energiforbruget til tørring af løg med ca. 75-85 % sammenlignet med traditionelle systemer.

3.14 Bedsystem med faste kørespor

Brugen af faste kørespor (controlled traffic) baseret på GPS-automatisering i dyrkningen har vist en forbedret jordstruktur, plantevækst og kvælstofudnyttelse (Dickson & Ritchie, 1996). Disse faktorer er afgørende for et højt udbytte i økologisk produktion. Udbyttet af grønsager ved brug af systemer med faste kørespor har vist en signifikant udbytteforbedring (Vermeulen & Mosquera, 2009). Faste kørespor implementeres ved at opbygge et dyrkningssystem, hvor al maskinteknologi og arbejdsgange tilpasses en fast sporbredde baseret på anvendelse af GPS-styring i alle markoperationer. Den nødvendige teknologi opnås ved en kombination af nyinvesteringer og tilpasninger af eksisterende maskiner. Dvs. der i investeringerne må påregnes udgifter til modificering af sporvidde på køretøjer

herunder høstmaskiner som anvendes i bedsystemer. Faste kørespor forbedrer jordstruktur og plantevækst og reducerer energiforbrug pga. mindre jordpakning.

3.15 Bedsystem med faste kørespor og reduceret jordbehandling

Reduceret jordbearbejdning i kombination med faste kørespor er ønskeligt i forhold til det økologiske jordbrugs målsætninger, men det har vist sig vanskeligt at bruge de redskaber og metoder, som kendes fra det konventionelle jordbrug - specielt pløjning. Alternative jordbearbejdningsmaskiner som kan anvendes til samtidig nedmuldning af organisk gødning og løsning af jorden er markedsført i form af spade-, kviv- og strip tillage fræsere. Vigtigst er de eftermonterede pakkervalser, som er specielt konstruerede til at slæbe og trykke planterester ned i jorden efter bearbejdningen, således jorden efterlades 'sort' og klar til udplantning eller såning af afgrøde. Faste kørespor forbedrer jordstruktur og plantevækst og reducerer energiforbrug pga. mindre jordpakning. En anden gevinst ved kun at bearbejde jorden i bede og undgå pløjning er at stenene fra stenstrenglægningen forbliver i de faste kørespor, dvs. hyppigheden af stenstrenglægning reduceres, hvilket reducerer energiforbrug og den negative indvirkning på jordens struktur.

3.16 Klimastationer til beslutningsstøttesystemer ifm. svampebekæmpelse

Varslingssystemer til frugt og bær er baseret på klimadata for den enkelte bedrift. Klimastationer til registrering af bl.a. bladfugtighed er derfor nødvendige. Varslingssystemer for æbleskurv, sodskimmel, ildsot og æblevikler findes på markedet og er evalueret i gennem flere forsøg under AU. Varslingssystemet er baseret på, at man i økologiske sammenhæng skal foretage forebyggende foranstaltninger. Forebyggende foranstaltninger kan f.eks. være kunstvanding hvorved æbleskurvsporer kan lokkes til udslyngning på baggrund af varslingssystemets anbefalinger (Korsgaard, 2011). Vandingsteknikken skal i den sammenhæng foretage en jævn dækkende vanding. Gode vejrudsigter er også et meget stort krav for succes med metoden, da de fremprovokerede sporer efterfølgende skal udtørres.

Indsatsområde 4: Planteavl

Forbedret produktivitet og stabilitet af udbytter for korn, bælgsæd, frø, grovfoder, rodfrugter, og grøntsager

Årsagerne til begrænsning af etablering og udvidelse af økologiske arealer er mange. En betydelig årsag er den mindre dyrkningssikkerhed og dermed økonomisk usikkerhed dårligere økonomi for primærproducenten. Produktiviteten og stabiliteten af de økologiske udbytter forbedres gennem 'økologisk intensivering'. Teknologierne under indsatsområde 4 søger at understøtte denne intensivering ved at forbedre udbytterne og dyrkningssikkerheden for korn, bælgsæd, frø, grovfoder, rodfrugter, og grøntsager som følge af bedre næringsstofforsyning i vækstsæsonen, forbedret jordfrugtbarhed, ledsager- og efterafgrøder, frø- og rodukrudtsbekæmpelse, og udsædskvalitet.

4.1 Autostyring af køretøjer og redskaber

Erfaringerne viser, at der opnås langt bedre præcision ved at styre redskabet uafhængigt af traktoren f.eks. via hjulstyring, styring af skiveskær, sideforskydning eller redskabsrammer, hvor afvigelser fra den ønskede styrelinje bliver uafhængigt korrigeret (Slot et al., 2009). Autostyringen baseres her på to GPS-antenner med terrænkompensation, hvoraf det ene sæt er placeret på køretøjet og det andet på redskabet, men betjenes fra samme terminal og ud fra samme styrelinie. De markedsførte systemer opnår oftest en spor-til-spor-nøjagtighed på maks. 5 cm (Slot et al., 2009). Redskabsstyring baseret på GPS har nogle umiddelbare anvendelsesområder i økologisk jordbrug, hvor nøjagtig navigation af redskaber er af afgørende betydning for, at dyrkningssystemet kan praktiseres; jordbearbejdning plus såning af samdyrkningsafgrøder mellem rækker af voksende afgrøde, radrensning, udbringning af mobil grøngødning eller gylle mellem rækker af voksende afgrøde, præcisionsplantning, bedformning, hypning, halmudlægning på bede, 'strip tillage'. Nyere teknologi til transmission af RTK-GPS-referencesignaler øger autostyringssystemernes driftsikkerhed.

4.2 Udstyr til effektiv etablering af slætgræs, grøngødningsafgrøde, og efterafgrøde monteret på radrenser.

Efterafgrøder kan reducere udvaskningen af næringsstoffer og derved virke positivt på både miljø og udbytte i en efterfølgende afgrøde. Det er vigtigt, at efterafgrøder ikke sås for tidligt, hvis man skal undgå at påvirke rækkeafgrøder i negativ retning. Men efterafgrøder skal heller ikke etableres for sent, hvis efterafgrøden skal kunne udvikle sig til at gøre en forskel i miljømæssig henseende samt tåle trafik ved høst i efteråret (Hansen, 2010). Frøene skal tildækkes med 1-2 cm jord. Der er generelt gode praktiske erfaringer med etablering af efterafgrøder i rækkeafgrøder ved at kombinere udsåning/spredning med sidste radrensning eller senere (Kløcher, 2011). Pneumatisk såudstyr eller udspredningsudstyr for eftermontering på hvert enkel radrenserenhed er markedsført. Radrensere med ekstra høj frihøjde til at høje afgrøder uhindret kan passeres af radrenseren, således efterafgrøder kan sås sent i vækstsæsonen er ligeledes markedsført men ikke særligt udbredte. Denne teknologi er ekstra relevant i økologisk sammenhæng, fordi rettidig etablering af efterafgrøder er afgørende for

minimering af næringsstoftab. Der er dog stadig uklarhed om, hvilke(n) efterafgrødearter der bør anvendes i rækkeafgrøder (Hansen, 2010).

4.3 Mekanisk/fysisk ukrudtsbekæmpelse i afgrøderækker af udplantede afgrøder

De højteknologiske lugemaskiner er typisk baseret på standard radrensere udstyret med konventionelle radrensere mellem rækker og specielle skær, skiver eller brændere som vha. elektrisk eller hydraulisk drivkraft styres ind og ud af afgrøderækker. Styringen kontrolleres på de markedsførte systemer af kamerasystemer, som positionerer hver enkelt plante. De markedsførte systemer fungerer indtil videre kun ved udplantede afgrøder

I forhold til ingen maskinel bekæmpelse i rækken, dvs. alt ukrudt i rækken bliver fjernet med håndkraft, skønnes den kamerastyrede lugemaskine at reducere behovet for håndlugning med minimum 50 % afhængigt af ukrudtstryk (Melander, 2010). En kamerastyret lugemaskine, som styrer et mekanisk lugeaggregat rundt om hver enkelt afgrødeplante giver mere fleksibilitet, da der ikke stilles samme krav til operatøren, som f.eks. en radrenser med mange manuelle indstillingsmuligheder gør.

Systemer baseret på RTK-GPS-styring er ikke markedsført, men da registrering af GPS-koordinater for hvert enkelt udsået frø snart er muligt med kommerciel specialsåmaskine, er der basis for, at der også på sigt markedsføres RTK-GPS-styrede radrensere til ukrudtsbekæmpelse i rækken, som vist i forskningen (Nørremark et al., 2008).

Der er udviklet lugerobotter til ukrudtsbekæmpelse både mellem og i rækkerne i udpantede grønsager som kål, salat, selleri, løg og porre. Redskaberne er udstyret med kameraer, der kan genkende afgrødeplanter, og derved få de mekaniske lugeaggregater til at undvige afgrødeplanterne. Med lugerobotterne vil der være mulighed for en nærmest fuldstændig ikke-kemisk ukrudtsbekæmpelse i udplantede grønsager med et kun begrænset behov for opfølgende håndlugning. På det Europæiske marked forhandles der i øjeblikket 3 lugerobotter: den engelske Robocrop (www.garford.com), den danske Robovator (www.visionweeding.com) og den hollandske Steketee IC (www.steketee.com). Robovator er undersøgt i udplantet hvidkål i Danmark, hvor 76% af ukrudtet i rækken blev bekæmpet, hvilket var ca. 14% bedre end ikke-intelligente metoder som ukrudtsharvning og fingerhjul (Melander et al., 2015). I samme undersøgelse blev Robovator også testet i udplantede løg-klynger med 7 løgplanter i hver klynge. Her bekæmpede Robovator fra ca. 54% af i-rækken ukrudtet under mindre gunstige forhold til ca. 86% af i-rækken ukrudtet under mere gunstige forhold. I løg var Robovator hverken dårligere eller bedre end de simple redskabstyper (fingerhjul, ukrudtsharvning og skrabepinde). I hverken den engelske eller danske undersøgelse opstod der nævneværdige afgrødeskader som følge af robotlugning. I udplantede løg efterlades en restukrudtsmængde, som kan fjernes manuelt. Tidsforbruget til håndlugning vil helt afhænge af ukrudtstrykket, men kan typisk ligge på 30-90 timer ha^{-1} (Melander et al., 2015).

Anvendelse af lugerobotter er oplagt i den økologiske produktion. De væsentligste argumenter for at investere i lugerobotteknologien frem for redskaber uden intelligens er reduktion i behovet for manuel ukrudtslugning og større sikkerhed for ikke at skade kulturplanterne.

Robovator forhandles i Danmark af Frank Poulsen Engineering (www.visionweeding.com). Firmaet oplyser, at energiforbruget er 10 kW i timen med en 8 rækkes maskine og en fremkørselshastighed på 4 km t^{-1}. Arbejdsbredden vil typisk være ca. 4 meter ved 50 cm's rækkeafstand for en 8 rækkes maskine, men rækkeafstanden kan variere noget alt efter afgrøden og dyrkningssystemet. Robovator kan tilpasses efter kundens behov, og firmaet har leveret både 4, 8, 18 og 31 rækkers maskiner. Robovator koster ca. 150.000 kr. per række, og der kører pt. én maskine i Danmark, mens ca. 25 maskiner er solgt til udlandet primært Tyskland.
Robocrop produceres af Garford Farm i England (www.garford.com) og forhandles i Danmark af Yding Smedie (www.ydingsmedie.dk). Maskinen fås i arbejdsbredder på op til 6 m, hvor den eksempelvis kan behandle 12 rækker ved 50 cm rækkeafstand (eks. roer) eller 15 rækker ved 33 cm rækkeafstand (eks. salat). Fremkørselshastigheden er typisk 2-5 km t^{-1} afhængig af planteafstanden i rækken; desto større planteafstand, desto højere hastighed. Maskinen kræver minimum 18 cm mellem afgrødeplanterne i rækken for at kunne arbejde ordentligt. En 6 m bred maskine koster ca. 1,5 mill. Den er foreløbigt solgt til rensning af udplantede kål, salat, selleri, løg og som noget nyt udsåede roer, omend det stadig er vanskeligt. Firmaet hævder, at den bekæmper 95% af ukrudtet på markniveau. Det er tæt på resultaterne i Tillett et al. (2008) (62-87 %), fordi effekterne her blev målt indenfor en radius af 24 cm fra afgrødeplanterne, hvor resten af arealet blev bekæmpet 100%. Der er solgt 12 maskiner i Danmark og flere hundreder på verdensplan.

4.4 Autostyring af radrensersektioner på rad- og bedrenser med stor arbejdsbredde

Kamera baseret autostyring og præcis indstilling af skær betyder at der kan opnås, en god ukrudtsbekæmpelse på hele arealet mellem afgrøderækker med radrensning med høje fremkørselshastigheder (Pedersen & Petersen, 2010).
Nøjagtigheder som kan opnås med kamera eller GPS baseret autostyring af radrenser ligger inden for +/- 20 mm (95 % konfidensinterval) ved fremkørselshastigheder op til 10 km t^{-1} (hvor afgrøderækker er synlige) (Tillett & Haque, 2006, Nørremark et al., 2008). Unøjagtigheden aftager med aftagende fremkørselshastighed. En radrenser med autostyring er derfor under de fleste forhold præcis nok til at føre en harvetand eller mindre gåsefod mellem afgrøderækker med 12,5 cm afstand og opnå radrensning/harvning af det størst mulige areal mellem rækker. Fuld gennemskæring af så stor en del af arealet mellem afgrøderækker er vigtigst for effekt (Melander et al., 2001; Pedersen & Petersen, 2010). Med den nyeste teknologi kan der opnås langt større kapacitet, end hvad der praktiseres i dag, som er en enkelt bevægelig bom med kamerastyring (Tillett & Haque, 2006). Der kan således kun opnås en merværdi og udvikling i økologisk jordbrug med den nyeste kamerastyrede radrenserteknologi, hvor radrenseren er inddelt i bevægelige sektioner med individuel kamerastyring. Sektionerne skal have samme bredde som såmaskinen, såfremt der ikke anvendes præcis sporfølgning ved såning. Valg af skær, fingerhjul, hyppeeffekt, ukrudtsharve og andet udstyr for den mekaniske bekæmpelse af ukrudt, bør foretages ud fra dokumenterede egne erfaringer eller nyligt afprøvet udstyr (Pedersen & Petersen, 2010; van der Schans et al., 2006). Sammenbygningen af flere principper i et redskab vil dog samtidigt rationalisere bekæmpelsen, men gennemførelsen kan være afhængig af

lokale forhold (Melander et al., 2001). Ukrudtsharvning udført lige efter radrensning (evt. monteret på radrenser), og ved samme hastighed som denne, forbedrer bekæmpelseseffekterne (Tersbøl et al., 2000; Melander et al., 2001). Udstyr til præcis placering af udsæd af udlæg, efterafgrøde mv. mellem afgrøderækker i samme arbejdsgang som sidste radrensning, kan også indgå i overvejelserne ved investering i radrenser.
Flere opgørelser viser, at fremkørselshastigheden kan være op til 10 km t^{-1} med +/- 20 mm variation i styringen, men at der i praksis kun opnås fremkørselshastigheder mellem 7-9 km t^{-1}, af hensyn til traktor og redskab og af hensyn til reduktion af skader fra oprevne sten og jordknolde, som rammer afgrøden (Tillett & Hague, 2006, Pedersen & Petersen, 2010).
I normale år kan der nøjes med 2 radrensninger i kornafgrøder, hvilket reducerer overkørsler med 1-2 gange i forhold til ukrudtsharvninger (Tersbøl et al., 2000). Der kan behandles over en længere periode uden risiko for afgrødeskader i forhold til ukrudtsharvning, og større ukrudt mellem rækkerne kan bekæmpes tilfredsstillende. Ved at anvende stor arbejdsbredde for radrensning undgås nedkørsel af korn. I en henholdsvis dansk (vårbyg og vinterhvede) og svensk (vårbyg) undersøgelse med radrensning i konventionelt dyrket korn har der været opnået ganske gode bekæmpelseseffekter – i flere tilfælde på niveau med herbicidbehandling - ved 1-2 behandlinger, og radrensningen kunne gennemføres uden nævneværdige skader på afgrøden (Rasmussen & Pedersen, 1990; Johansson, 1998). I danske og svenske undersøgelser har rækkeafstandsforøgelser fra 12,5 cm til 25 cm medført udbyttenedgange på 0-8 % afhængigt af sammenligneligt plantetal (Rasmussen & Pedersen, 1990; Johansson, 1998; Tersbøl et al., 2001).

4.5 Autostyring af radrenseraggregater for individuel sænkning og løft ved forager og i kiler

Radrensere med GPS baseret autostyring kan monteres med automatisk løft af hvert enkelt lugeaggregat, således at der kan renses helt ud til rækkerne i foragere i marker med kiler. For radrensere med stor arbejdsbredde er automatisk løft af lugeaggregater nødvendige for at undgå omfattende bortlugning af afgrøderækker i foragere i marker med kiler. Omfanget af uhensigtsmæssig bortlugning af afgrøder stiger med stigende arbejdsbredde, markernes form (stigende antal kiler) og mindre rækkeafstand. Nøjagtige opgørelser af omfanget beror derfor på lokale forhold, men det skønnes at f.eks. 5-10 % af afgrøderne bortluges hvis teknologien ikke er monteret på radrensere med arbejdsbredde på 6 m.

4.6 Ukrudtsbrænder med sensor, som registrerer områder med ukrudtsdække

Gasforbruget på 60-80 kg/ha (Meinertsen, 2010) kan nedbringes med kombination og lettere modifikation af kommercielt udstyr. Ukrudtsbrænding mellem rækker og på hele arbejdsbredder op til 6 m er udviklet de senere år f.eks. med bedre isoleringsmaterialer for at reducere varmetab, med to til flere rækker brændere for at opnå længere tids opvarmning af ukrudtet (= bedre bekæmpelseseffekt). Derudover er der flere med elektronisk styring af tænd/sluk-regulator for brændere. Dette giver anledning til, at der kan eftermonteres sensorer, som har mulighed for at overtage styringen af de

elektroniske tænd/sluk-regulatorer under kørsel. Sensorerne er markedsført og er i stand til at registrere plantedække fra 30 cm bredt område til hele arbejdsbredden. En kombination af et lige antal sensorer og tænk/sluk-regulatorer vil kunne udføre variabel tildeling af ukrudtsbrænding proportionalt med ukrudtstrykket. Systemet vil - afhængigt af ukrudtstryk, genvækst og rumlig ukrudtsfordeling - reducere gasforbruget væsentligt ved anden omgang ukrudtsbrænding, som skal foretages kort tid efter, at genvækst er konstateret med henblik på at stresse ukrudtet mest muligt (van der Schans et al., 2006).

4.7 Opsamling/destruktion af ukrudtsfrø ved høst

Hvis bekæmpelsesstrategien overfor ukrudt har fejlet i vækstsæsonen og i de tilfælde hvor ukrudtsarter vil modne samtidig med afgrøden, er en avneopsamler monteret på mejetærskeren en anvendelig teknik til at forhindre yderligere tilførsel af ukrudtsfrø til frøpuljen i jorden. Markedsførte systemer består typisk af eftemonteret udstyr bag soldene og under rystere, med en kraftig blæser som blæser avner (og ukrudtsfrø) op i en påhængsvogn. Forsøg udført med en påmonteret hydraulisk mølle som maler avnerne og ukrudtet og spreder det knuste materiale på jorden bag mejetærskeren har opnået god effekt men kapaciteten var langt fra optimal (Walsh, 2002). Flere forsøg i Australien og Canada (typisk rajgræs og kiddike) har vist at der ved høst kan opsamles mellem 45% og 85% af ukrudtsfrøene vha. avneopsamlere (Walsh, 2002). Matthews et al. (1996) rapporterede en 52% reduktion af rajgræsfrøpuljen, mens Gill (1996) rapporterede om en 60-80% reduktion. Effektiviteten afhænger af ukrudtsarterne, den relative modenhed af ukrudtet i forhold til afgrøden, stubhøjde, mejetærskerens rensning, og metoden som anvendes til avneopsamlingen. Skårlægning inden høst, for at synkronisere modning af afgrøde og ukrudt, forøger effektiviteten af avneopsamlingsteknikken.

4.8 Lugevogn

Markant reduktion af støjforurening og forurening fra dieselos er resultatet af elektrificerede lugevogne. Elektrificerede lugevogne forbedrer arbejdsmiljøet og kan evt. anvende strøm fra alternative energikilder såsom solceller eller brændselsceller (Nielsen, 2000).

4.9 Radrensere med mulighed for såning af efterafgrøder/grøngødningsafgrøder med såskær

For dyrkningssystemer med øget rækkeafstand (>16 cm) er det dels muligt at udføre såning af efterafgrøder før høst med radrensere med såmaskine påmonteret, og dels at radrense den etablerede efterafgrøde når afgrøden er høstet. Dette giver større mulighed for effektive efterafgrøder, bedre ukrudtsbekæmpelse samt optimering af arbejdsprocesser.

Efterafgrøder udsået sammen med dæksæden konkurrerer med dæksæden om lys, plads og plantenæringsstoffer, hvorfor der må forventes et udbyttetab ved udlæg af efterafgrøder sammen dæksæden (Dansk Landbrugsrådgivning, 2003). Forsøg i vårbyg har vist, at ved langsom vækst og mindre kraftig udvikling af vårbyggen, har efterafgrøderne etableret sig utroligt godt. Det samme blev påvist for ukrudtet (Dansk Landbrugsrådgivning, 2003). En vigtig egenskab for en god efterafgrøde er

dens evne til at konkurrere med ukrudt og i særdeleshed rodukrudt som kvik efter høst (Hansen et al., 2000).
For at undgå at efterafgrøder konkurrerer med dæksæden kan radrensere monteres med såkasse, fordeler og såskær/harvetænder hvor frøene drysses ned i et såspor mellem rækker af dæksæd. Frøene tildækkes med jord af efterharvetænder. Ved bredspredning af frøene spredes frøene på jorden efter skærene på radrenseren, men før efterharven, så frøene harves ned, men fremspiringen er ikke lige så sikker som for anvendelse af førnævnte såskær/harvetænder.

4.10 Ukrudtsstrigling med automatisk trykregulering af fjedretænder

De mest almindelige ukrudtsstrigler/harver består af et antal selvbærende sektioner med fast indstilling af fjedretændernes aggressivitet. Nyere systemer består af sektioner hvor trykket på fjedretænderne reguleres automatisk efter måling af modtryk i den cylinder som også kan ændre tændernes aggressivitet. Trykket på fjedretænderne styres automatisk, f.eks. i områder med ujævn jordoverflade. Landsforsøg gennem tiden har vist, at ukrudts-strigling/-harvning efter kornets fremkomst har skadet kornet (eks. Landbrugets rådgivningscenter, 1999, 2000 og 2002). Aggressiviteten kan derudover også indstilles manuelt under kørsel, hvis f.eks. et område med forholdsmæssigt meget ukrudt opdages under kørsel. Andre fordele ved ukrudtsstrigler/harver er maskinens potentiale for høj kapacitet, set ifht. f.eks. radrensning.
Flere forsøg har vist at der er positiv korrelation mellem stigende aggressivitet og ukrudtsbekæmpelse, men negativ korrelation mellem stigende aggressivitet og udbytte (Rydberg, 1995, Rasmussen et al., 2009). Ukrudtsharvens aggressivitet afhænger af fremkørselshastighed, harvedybde, jordfugtighed og antal overkørsler (Rydberg, 1995, Kurstjens og Perdock, 2000).
Der foreligger ikke forsøg som direkte påviser effekten af automatisk trykregulering af fjedretænder. Systemets mulighed for variable regulering af aggressivitet under kørsel er afprøvet i forsøg med lav ukrudtstæthed. Ved at udnytte forhåndsviden om ukrudtstryk og udbyttepotentiale i områder på forsøgsmarken til at styre aggressiviteten under kørsel viste det automatiske system bedre ukrudtsbekæmpelse i forhold til fast indstillet aggressivitet (Rueda-Ayala et al., 2013).

4.11 Frilægning af udløbere af rodukrudt, for efterfølgende udtørring og/eller sammenrivning og fjernelse

Traditionel kvikbekæmpelse med mange stubharvninger om efteråret kan være effektivt, men er ikke i tråd med moderne økologisk planteproduktion. Længere perioder af året med sort jord betyder tab af næringsstoffer fra rodzonen. Jorden skal være plantedækket det meste af året for at undgå disse tab. Kvikproblemer skal derfor løses ved en kort intensiv behandling i perioden efter høst, hvor udløberne bringes ud af jorden og destrueres ved udtørring eller opsamles og transporteres væk. Underjordiske udløbere af alm. kvik og jordstængler af kruset skræppe kan blotlægges pga. deres øverlige placering i jorden. Udløbere og jordstængler kan trækkes ud af jorden og blotlægges vha. hurtigt roterende (evt. PTO drevne) jordbearbejdende redskaber med faste eller fjedrende tænder, som bringer jord og organisk materiale op i luften bag redskaber, hvorved organisk materiale blotlægges på jordoverfladen.

Jordbearbejdning skal foregå i ned til 15 cm's dybde. På sandjord er der opnået ca. 80 %'s reduktion af den unormalt store kvikudløbermasse året efter, at udløberne i løbet af tre gange blev oprykket, blotlagt og fjernet. Oprykning og sammenrivning fandt sted lige efter høst, og der blev etableret en efterafgrøde efter oprykningen (Melander & Nørremark, 2010). Kraftig jordpakning efter behandlingerne er nødvendig på sandjord.

4.12 Kompostvender

Ved klargøring af frugt og grønsager efterlades ofte store mængder afpuds og frasorterede produkter som ikke overholder kvalitetskravene. Denne mængde af organisk materiale indeholder værdifulde næringsstoffer, som kan føres tilbage til marken. Inden udbringning vil det være muligt at kompostere denne mængde af organisk materiale for at bekæmpe eventuelle sygdomskim. Det organiske materiale blandes eventuelt med halm for at opnå en bedre struktur. Kompostering kan foretages i miler. Disse miler skal imidlertid omstikkes eller vendes jævnligt for at sikre en optimal omsætning.

4.13 Skrælplov, stubharve med fuld gennemskæring og fræser

Intensiv sønderdeling og svækkelse af udløbere af flere rodukrudtsarter er generelt den bedste løsning til bekæmpelse af store ukontrollable bestande af rodukrudt (Melander og Rasmussen, 2003, Melander et al., 2012, Dansk Landbrugsrådgivning, 2003).
Strategien for anvendelse af skrælplov, stubharve med fuld gennemskæring eller fræser er den såkaldte minisommerbrak (Dansk Landbrugsrådgivning, 2003), hvor jorden bearbejdes i 15 cm dybde i juli måned (skrælplov, fræser eller stubharve med fuld gennemskæring), herefter gentagne (ugentlige) harvninger med harve som trækker kvikudløberne op på overfladen eller sønderdeler udløbere (stubharve eller fræser), for endelig at pløje almindeligt i fuld dybde og etablering af efterafgrøde i august. Metoden anvendes kun ved bekæmpelse af store ukontrollable bestande af rodukrudt. Metoden er omkostningstung da avleren må afstå fra at dyrke en indbringende afgrøde til modenhed. Effekter på 91-99% målt i forhold til rodukrudtsbestanden (>170 skud/m^2) før strategiens påbegyndelse er påvist i forsøg. Kvælstoftab reduceres i forhold til den mindre omkostningstunge men også mindre effektive strategi i form af gentagne jordbearbejdninger efter høst i efteråret (Melander og Rasmussen, 2003).
Der markedsføres en række forskellige typer og størrelser af maskiner til intensiv jordbehandling. For en given maskine afhænger kapaciteten og anvendeligheden meget af typen og jordbundstype. Der er for eksempel markedsført plove som er specieldesignet for skrælpløjning for lavere brændstofforbrug og større kapacitet (Kouwenhoven et al., 2002). Skrælploven anvendes til fuld gennemskæring, men er ikke anvendelig for den efterfølgende sønderdeling/optrækning af udløbere af rodukrudt. Der findes ingen entydige undersøgelser som specifikt definerer den mest effektive kombination af stubharvetype og efterharve for frilægning og/eller sønderdeling af rodukrudtsudløbere. Forsøg har vist at der er god effekt at hente fra intensive jordhandlingsstrategier i perioden hvor alle rodukrudtsarter kan spire. Jordbearbejdning til 15 cm's dybde med knivfræser for bekæmpelse af en bestand af ager-tidsel, følfod og kvik efter behandlinger udført to år i træk, og hvor der hvert efterår blev udført to behandlinger

med 3 ugers mellemrum viste 100% bekæmpelse af disse arter på sandjord ifbm. minisommerbrak (Melander og Rasmussen, 2003.

4.14 Skrælplov for økologisk reduceret jordbearbejdning

Jordens indhold af kulstof er en vigtig indikator for jordens frugtbarhed og er afhængig af jordbehandling, temperatur, fugtighed, jordstruktur, og tilgængelige mængder og kvalitet af planterester. En gennemgang af over 161 udførte forsøg med reduceret jordbehandling i forskellige sædskifte er der i gennemsnit fundet 2.1 tons kulstof mere per ha. set i forhold til konventionel pløjning (Alvarez, 2005). Kouwenhoven et al. (2002) fandt at kulstofindholdet i de øverste 0-10 cm jordlag var højere efter 6 år med skrælpløjning end efter 6 år med alm. 20-22 cm pløjning. Pløjedybden skal dog altid tilpasses bekæmpelsen af ukrudt, specielt rodukrudt.
Skrælpløjning reducerer risikoen for dårlig afgrødevækst som følge af tung trafik og er også af den grund et alternativ til dyb pløjning (Gronle et al., 2015)
Der er markedsført plove som er specieldesignet for skrælpløjning for lavere brændstofforbrug og større kapacitet (Kouwenhoven et al., 2002). Skrælploven anvendes til fuld gennemskæring i 10-15 cm. I udenlandske forsøg med reduceret jordbehandling i økologiske sædskifte er det overvejende stigende problemer med bekæmpelse af ukrudt som samtidig bliver den begrænsende faktor for udbredelsen af reduceret jordbehandling i økologisk sammenhæng. Det forventes ikke at de nyere og specialdesignede skrælplove har samme ukrudtsbekæmpende effekt som alm. plove ved 20-22 cm pløjedybde. Men i kraft af skrælplovens gode evne til dækning af afgrøde- og ukrudtsplanterester og at den efterlader en jævn overflade for efterfølgende såbed, vil skrælpløjning være et godt redskab ved overgang til reduceret jordbehandling i et økologisk sædskifte.

4.15 Udstyr for placering af Øko-gødnings-udtræk og pelleteret øko-gødning

Radrensere kan leveres med gødningsudstyr af forskellige udgaver. Udstyret består af en tank (typisk fronttank), doseringsenhed og radrensermoduler for gødningsplacering. Det er alment kendt at der oftest konstateres merudbytte ved placering af pillereret eller flydende (natur-)gødning ved såning og radrensning. Melander og Rasmussen (2001) fandt i parcelforsøg at vinterbygs og vinterrugs konkurrenceevne overfor ukrudt i rækken blev styrket ved at fremme afgrødens vækst gennem en præcis placering/nedfældning af gødningen i forhold til kornrækkerne om foråret. Der blev ikke konstateret forskel mellem placeringsdybde af gødning, dvs. ovenpå jorden eller rillesået. Det er vigtigt at de anvendte gødningstyper mineraliseres hurtigt i jorden efter udbringning/placering. For eksempel har placering af gylle i majs ikke vist merudbytte (Videncentret for Landbrug, 2011).

4.16 Høst med ribbe-/plukkebord

Ved ribbehøst afplukkes den øverste del af strået, dvs. både kerner og bladdele. Ribbebordet, som monteres på en almindelig mejetærsker eller en finsnitter er udviklet til høst af en fuldmoden korn- og frøafgrøde, men kan også anvendes til høst af proteinafgrøder som byg-ært helsæd, lupin og hestebønner. Høstkapaciteten er indtil 40 procent højere ved anvendelse af ribbebord monteret på

mejetærsker, sammenlignet med mejertærsker med traditionelt skærebord (Madsen, 2000). Afgrøden behøver ikke være så tør som ved almindelig mejetærskning, og høsten kan derfor starte tidligere og slutte senere. Den væsentligste ulempe ved ribbehøst er, at med mindre ribbebordet monteres på en mejetærsker er færdigvaren (ribbemixen) ikke renset regulær foder eller handelsvare, men en blanding af kerner og plantedele.
Anvendes ribbebordet monteret på en finsnitter kan det anvendes til sikker høst af helsæd og proteinafgrøder som byg-ært helsæd, lupin og hestebønner som ensileres. Ribbehøsten giver her god mulighed for at bjærge et let fordøjeligt grovfoder med højt proteinindhold. Ensileres ribbemixen i rundballer fås et robust og fleksibelt system, men afgrøden kan også ensileres på traditionel vis i stak eller silo (Kristensen et al., 2008).
Ribbebordet kan anvendes i 2 forskellige situationer:
Situation 1: Høst af fuldmoden afgrøde. Her monteres bordet på en mejetærsker og erstatter det traditionelle skærebord, eller ribbebordet monteres på en snitter og der bjerges et foder som efterfølgende oprenses på et mobilt eller stationært rense eller separationsanlæg. Her vil referencen være mejetærskerhøst og med separat håndtering af kerner og halm.
Situation 2: høst af grovfoder som ensileres. Bordet monteres på en finsnitter og erstatter et snitterskærebord. Her vil referencen være snitter høst af grovfoder og ensilering i plansilo.
Ved høst af moden afgrøde med mejetærsker er der ikke behov for håndterings- og lagringsudstyr ud over det der anvendes til traditionel mejertærskerhøst. Monteres ribbebordet på en snitter vil der være behov særligt udstyr til håndtering, separering og rensning. Her kan være flere løsningsmuligheder.
Ved tidlig ribbehøst af helsæd og andre proteinafgrøder som ensileres vil der i forhold til traditionel mejetærskerhøst af modent korn være behov for udstyr til håndtering og opbevaring.
Teknologien giver mulighed for en relativ billig konservering og lagring af korn. Ribbebordshøst kan foretages tidlig og ukrudtsfrø medtages i den bjærgede fraktion, således at ukrudtstrykke på sigt reduceres på marken. Den tidlige høst giver forbedrede mulighed for efterafgrøder eller mekanisk bekæmpelse af besværligt rodukrudt. Alt sammen faktorer som er relevant i forhold til økologisk jordbrugsproduktion.
Høstmetoden er i forhold til mejetærskerhøst og traditionel snitterhøst med skærebord vildtvenlig, da ribbeboret arbejder højere over jordoverfladen.
Ribbehøst er aldrig rigtig slået an i Danmark, selvom metoden har været kendt i mange år og byder på flere fordele. Ulemper ved metoden er, at set i forhold til mejertærskerhøst er der tale om en ekstra investering i forhold til kendt og velfungerende teknik.

4.17 Energibesparende tørringsanlæg via automatisk styring

I lagertørringsanlæg (plantørrerier) sker der ikke nogen blanding af produktet under eller efter tørringen. Derfor er det ved selve tørreprocessen nødvendigt at opnå et lavt vandindhold overalt i siloen. Ofte ses efter tørring et højt vandindhold i det øverste lag, og et meget lavt vandindhold i bunden af siloen hvor tørreluften blæses ind. Overtørringen af produkterne hvor tørreluften blæses giver anledning til et unødvendigt stort energiforbrug, mens den dårlige tørring i de øverste lag

medfører vækst af svampe med forringet kvalitet til følge. For at opnå bedst mulig kvalitet og lavt energiforbrug er der derfor behov for præcis styring af processen. Styringen af tørreblæser og varmekilde kan foretages automatisk baseret på temperatur- og fugtighedsfølere.
De automatiske styringer findes i forskellige typer med forskelligt styrings- og registreringsudstyr. Investeringen afhænger af hvor avanceret udstyret er samt tørreriets blæserstørrelse. De reducerede udgifter ved investeringen består primært i reducerede energiomkostninger. Automatikken kan dog også være med til at sikre produktkvaliteten, men det må forudsættes at der ved en referencesituation med manuel styring sikres den nødvendige ventilering for at undgå svampeangreb og nedbrydning af produkterne. Energibesparelsen vil være 15-44% (Kristensen & Gundtoft 2003).
Indenfor økologien ønskes der i videst muligt omfang anvendelse af hjemmeproduceret foder, og det vil i langt de fleste tilfælde være mest hensigtsmæssigt at lagringen sker på de enkelte gårde. Af hensyn til sædskiftet på den enkelte ejendom dyrkes en række forskellige korn og eventuelt grøntsagsafgrøder, som skal tørres og lagres enkeltvis. Hertil er et lagertørringsanlæg (plantørreri) særlig velegnet, og derfor anvendes denne type anlæg i stor udstrækning på økologiske brug. Teknologien er derfor relevant for økologisk jordbrugsproduktion.
Teknologien antages ikke at have nævneværdig betydning for dyrevelfærd. Den automatiske styring kan sikre en ensartet produktkvalitet og vil minimere mængden af dårligt foder med svampeangreb, men i en referencesituation må det formodes at sådant foder kasseres.
Det reducerede energiforbrug vil betyde mindre brug af fossilt brændsel og dermed reduceret CO_2 udledning
Automatisk styring af lagre kan være relevant da teknologien vil reducere energiforbruget og samtidig sikre produktkvaliteten. Erfaring fra praksis viser, at det er en meget driftssikker teknik. I princippet er det muligt at opnå det samme ved en præcis manuel styring af tørringsanlægget, men tørringen gennemføres i den travle høstperiode hvor der ikke er tid eller overskud til at gennemføre en detaljeret manuel styring af tørreriet.

4.18 Rengøringsvenlige tørrings- og opbevaringssystemer

Mobile- eller tromletørrerier kan have en række fordele i forhold til plantørrerier, som i stor udstrækning anvendes på økologiske landbrug. I forhold til plantørrerier anvendes en høj tørrelufttemperatur og kornet/afgrøden er i bevægelse under tørreprocessen, hvilket giver mulighed for at behandle en afgrøde med højt vandindhold. Der er mulighed for at mindske risikoen for tab som følge af udsædsborne sygdomme, forbedre spireindekset (maltbyg) og reducerer forekomst af skadelige svampe som kan producere toksiner (Kristensen & Søgaard, 2001). Endelig er anlæggene generelt rengøringsvenlige, således at afgrødepartier/sorter ikke blandes og man undgår ophobning af ukrudtsfrø, fugtigt korn og andet frarens som kan danne grobund for mug og svampe.
Et alternativ kan være en tørresilo med indbygget fylde- og tømme udstyr, samt automatik til omløb eller omrøring af afgrøden.
Anlæggene findes i mange forskellige størrelser og typer, hvor der er principielle forskelle i funktionen og de effekter der kan opnås. Reduktion af svampe og forbedret spire- og maltindeks kan opnås i

særlig grad ved tromletørring, hvor der anvendes en meget høj temperatur (Elmholt et al., 2007). Forefindes der på ejendomme ikke lagerfaciliteter, kan en tørresilo være en god løsning, idet lagerkapaciteten her er inkluderet.
Teknologien giver gode muligheder for hjemmeproduceret foder og udsæd. Indenfor økologien dyrkes der på samme bedrift ofte en række forskellige afgrøder og sorter, som skal håndteres særskilt. Her er det meget vigtig med rengøringsvenligt udstyr. Bekæmpelse af svampe og udsædsborne sygdomme er specielt vigtigt for økologiske brug, da kemiske bekæmpelsesmetoder ikke kan anvendes. Teknologien er derfor relevant for økologisk jordbrugsproduktion.
Teknologien antages ikke at have nævneværdig betydning for dyrevelfærd. Et effektivt tørreri vil sikre et godt ensartet foder uden skadelige svampe og toksiner.
Tørringen sker på de enkelte landbrug, og der vil herved kunne spares energi til transport af afgrøder til og fra foderstofforretningen. Det vil betyde mindre brug af fossilt brændsel og dermed reduceret CO_2 udledning.
Effektive og rengøringsvenlige tørringsanlæg kan være relevant for et økologiske plantebrug. Tørringsbehovet er ofte relativt stort på et økologisk brug, da der er et større ukrudtstryk i marken. Et øget indhold af ukrudtsfrø giver anledning til et højere vandindhold ved høst. Bekæmpelse af svampe og udsædsborne sygdomme er i særlig grad interessant for økologer, da der ikke er de samme muligheder for brug af kemiske midler som konventionelt landbrug har. Mobile anlæg er velegnede til at håndter forskellige partier enkeltvis, men i anlægget er der ikke inkluderet nogen lagerfunktion. Ved anlæggene er der ofte et højt amperebehov, hvilket stiller krav til ejendommes elinstallation. Er der ikke behov for at håndtere og lagre forskellige afgrøder og sorter særskilt, kan en tørresilo, som også kan anvendes til lager være relevant.

4.19 Korn- og frørenser, herunder oprensning af blandsæd

Økologisk korn og frøafgrøder indeholder ofte en del urenheder i form af ukrudtsfrø og planterester. Det er vigtigt at afgrøden renses inden den tørres og lægges på lager, dels for at undgå unødvendigt energiforbrug dels for at sikre kvaliteten. En effektiv rensning er i særlig grad nødvendig såfremt materialet skal anvendes til udsæd. Af dyrkningsmæssige årsager anvender nogle økologer blandingsafgrøder. Der kan her være behov for et renseri som kan adskille de forskellige korn og frøarter, eksempelvis byg og ærter.
Til en simpel forrensning kan anvendes en aspiratør, men til en egentlig rensning og separering af forskellige korn og frøarter er der behov for en form for soldrenseri, eventuelt et tromlerenseri.
Der markedsføres en række forskellige typer og størrelser af soldrenserier med kapacitet på under 5 til over 200 ton pr time. På gårdniveau anvendes ofte en tromlerenser, hvor rensningen også sker via solde. Ved oprensning til såsædskvalitet eller ved separering af forskellige frøarter reduceres kapaciteten væsentlig. Kapaciteten vil her være ca. 6 ton pr time. De reducerede udgifter ved investeringen består i sparede udgifter til tørring, da ukrudtsfrø frarenses og ikke skal tørres, og der opnås forbedret luftgennemgang og luftfordeling under tørreprocessen. Oprensning til såsæd vil kunne indbringe en væsentlig merindtjening (Høj & Mejnertsen, 2006)

Teknologien giver muligheder for at forbedre produktkvaliteten, reducere energiforbrug ved tørring og oprense til såsædskvalitet. Alt sammen faktorer som har relevans set i forhold til økologisk produktion. Teknologien kan have betydning for dyrevelfærd, da den kan medvirke til at sikre en høj kvalitet af foder. I visse typer af rensere kan forekomst af sundhedsskadelige svampe i afgrøden reduceres væsentlig ved renseprocessen.
Økologisk korn indeholder ofte en del urenheder i form af ukrudtsfrø og planterester. Ukrudtsfrø og urenheder i kornet fremmer varmedannelse, mug og svampevækst. Urent korn og frø er desuden vanskeligere at tørre, da urenhederne er med til at øge gennemblæsningsmodstanden. Kornet bør derfor renses. Specielt økologer anvender blandsæd, og her kan det være hensigtsmæssigt at have et anlæg som kan separere de forskellige arter.
Centrifugal og tromlerensere kan i visse tilfælde reducer afgrødens indhold af svampe og bekæmpe spore fra udsædsbårne sygdomme. Denne effekt er dog ikke fuldt belyst.

4.20 Sorteringsteknologi; Optisk inspektion af frø og korn til udsæd

Til en simpel rensning af korn og frø kan anvendes en aspiratør. Til en egentlig rensning til eksempelvis såsædskvalitet kræves som minimum en form for soldrensning. Ved disse teknologier er rensningen eller sorteringen basseret på forskelle i størrelse, vægt og vægtfylde. Optisk eller farvesortering giver yderligere nogle muligheder for at frasortere uønsket materiale. Kerne og frø med specifikke egenskaber eventuelt frø angrebet af svampe og udsædsbårne sygdomme kan i flere tilfælde registreres og frasorteres optisk (Dell'Aquila, 2009). Teknologien anvendes allerede i stort omfang indenfor frøforædling.
Indenfor økologien er det ikke muligt at anvende de traditionelle bejdsemidler til udsæd. Overskrider indholdet af frø eller kerner med sygdomme de fastsatte grænseværdier kasseres hele partiet. Det betyder en væsentlig lavere værdi/ salgspris for det pågældende parti. Der kan være store årsvariationer i forekomst af svampe og plantesygdomme. Nogle år kasseres så meget udsæd, at der forekommer problemer med at skaffe tilstrækkelig store mængder af visse arter og sorter på grund af angreb af udsædsbårne sygdomme.
Der markedsføres en række forskellige typer og størrelser af maskiner til optisk sortering. For en given maskine afhænger kapaciteten meget af typen af det materiale der renses samt hvor stor en procentdel der skal frarenses. Der markedsføres maskiner med kapacitet fra 0,5 ton/h til over 20 ton/h. Oprensning til såsæd garanteret fri for udsædsbårne sygdomme vil kunne indbringe en væsentlig merindtjening.
Teknologien giver muligheder for at forbedre produktkvaliteten gennem en ekstra højteknologisk sortering eller frarensning af urenheder. Teknologien kan forbedre muligheden for en sikker produktion af lokal økologisk såsæd og frøprodukter fri for en række uønskede sygdomme. Faktorer som har relevans set i forhold til økologisk planteproduktion, hvor der nogle år er problemer med at skaffe tilstrækkelige mængder af visse typer udsæd.
Optisk sortering har vist sig at være en teknologi, som kan anvendes til rense og sorteringsopgaver som vanskeligt lader sig gøre med mere traditionel teknik. Det kan være frarensning af kerner og frø,

som på grund af svampe eller anden infektion optisk fremtræder lidt forskellig fra ikke inficerede frø. Tilsvarende kan frø med specifikke egenskaber ofte skelnes optisk fra de øvrige frø. Dette kan være relevant ved udvælgelse og opformering af arter med de specifikke egenskaber. I økologisk sammenhæng sikres sunde produkter primært ved bæredygtige dyrkningsstrategier og systemer, da man ikke anvender kemiske bekæmpelsesmetoder som f.eks. bejdsning af udsæden. I visse tilfælde ses der dog problemer med at skaffe tilstrækkelig såsæd af tilstrækkelig høj kvalitet, og her kan optisk sortering bidrage med løsninger.

4.21 Afskalningsanlæg

Skaller udgør en stor del i havre. Skalandelen nedsætter kornets energiindhold, således at det kun i mindre grad kan indgå i hønsefoderblandinger til æglæggere. Afskalles havren har den samme energiindhold som vinterhvede. Yderligere er proteinindhold og proteinkvalitet væsentlig højere end i hvede, og den afskallede havre er derfor velegnet til at indgå i æglæggerblandinger (Thomsen & Johansen, 2013)

Afskallerteknikken er kendt fra anlæg hvor havre forarbejdes til gryn. Afskallerudstyret består af en tromleformet maskine. Kornet passere gennem et kastehjul, som accelerer kernerne til en høj hastighed, hvorefter de kastes mod en stålring på tromlens inderside. Herved slås skallerne af kernen og materialet falder til bunden af tromlen. Skaller og kerner kan herefter skilles i en aspiratør. Ved at ændre kastehjulets omdrejningshastighed og indløbsmængden kan afskalningsgrad og kvalitet/renheden af færdigvaren ændres og tilpasses behovet.

Havre er en velegnet kornart til økologiske landbrug. Det er en meget robust og dyrkningssikker kornart, som kun i meget ringe grad angribes af plantesygdomme. Afgrøden er meget konkurrencedygtig overfor ukrudt. Havre dyrkes derfor i stor udstrækning på økologiske brug. Set i forhold til andre kornarter, og specielt i forhold til hvede, er salgsprisen lav og foderværdien i ubehandlet korn ringere, specielt til høns og grise. Havre anvendes stort set ikke til fodring af en-mavede dyr/høns. Her består foderet af hvede iblandet protein og fedtholdigt tilskudsfoder. Teknologien giver nye muligheder for at afsætte og anvende havre til foder til en-mavede dyr. Havre er en kornart som passer godt i et økologisk sædskifte, og en ny anvendelse i hjemmeproduceret foder vil være relevant for økologien.

Afskalling af havren kan ses som en opgradering af havren til et højværdifoder med høj proteinkvalitet og høj fedtindhold. Det vil skabe en ny anvendelses- eller afsætningsmulighed for havren og dermed mulighed for øget dyrkning af havre. Havre er en robust og dyrkningssikker afgrøde som passer godt i et økologisk sædskifte. Den frarensede skalfraktion har et stort volumen som skal håndteres, og der savnes en god anvendelse for denne fraktion.

I denne beskrivelse er der fokuseret på afskalling af havre, men også for andre kornafgrøder kan afskalning være aktuel. Teknikken kan også anvendes til afskalning af eksempelvis spelt, boghvede og solsikkekerner.

4.22 Forbehandlingsanlæg for plantebiomasse til øko-biogas

Ved ekstrudering gennemgår det biologiske materiale en mekanisk behandling i en kontinuerlig proces. Der er markedsført flere typer af ekstrudere. Før levering af plantemasse fra grøngødning til økologisk biogasanlæg er der behov for en forbehandling af grønmassen. Løsningen er xtrudering eller anden mekanisk behandling som sørger for neddeling, opblanding, og opvarmning af biomassen. Økologisk biogasanlæg baseret på plantebiomasse fra grøngødning har behov for denne form for forbehandling.

Indsatsområde 5. Æg og fjerkræ

5.1 Overdækning af gyllebeholder

Fast fjerkrægødning opslæmmes med en væske i en gyllebeholder. I forhold til opbevaring uden overdækning i markstak hvor NH3 afdampning ifølge Normtal er 10% for fast staldgødning og dybstrøelse af total-N, hvortil der kommer yderligere et tab på 10% ved denitrifikation. Med overdækning er tabet det halve. Opbevaring som en opslæmning i gyllebeholder med flydelag eller lignende giver et tab som NH3 på 2% af total-N. Teltoverdækning eller betonlåg på gyllebeholderen reduceres tabet til 1% af total-N.

5.2 Automatiseret udfodringsteknik til grovfoder

Udfodringsteknik eksempelvis med et hængebanesystem over skrabe-arealet eller som selvkørende fodervogn som portions tildeler på fodersteder. Systemet er til rådighed.

5.3 Foderblandingsanlæg til optimeret fodring

Foderblandingsanlæg giver mulighed for iblanding af egne foderemner som majs, lupin, hestebønner etc. Giver tillige mulighed for fasefodring og dermed bedre foderudnyttelse. System er til rådighed.

5.4 Flytbare intelligente hønsehuse og folde

Ved holdskifte flyttes hønsehus og folde til nyt areal. Husene er selvkørende, har video, og er foder- og vandtildeling. Giver mulighed for at høns kan bruges til bl.a. renholdelse af frugtplantager. Kan give bedre arealudnyttelse og spare arbejdstid. Systemet er til rådighed.

5.5 Automatisk vægt- og staldcomputer med styringssoftware

I stalden med monteres vægte som automatisk vejer dyrene og beregner gennemsnitsvægt. Der forventes en produktionsstigning og dermed mindre staldtid for kyllingerne.

5.6 Rovdyrsikring af omfangshegn om udearealer

Med sensor-vision og skræmmesekvens (lyd og lys). Formindsker tab til rovdyr. Systemet er til rådighed.

5.7 Afskalningsanlæg

Se forklaring i afsnit 4.21

Indsatsområde 6. Får og geder

6.1 Mobile overdækninger til læmninger og lam

Ved anvendelse af robuste racer med gode moderegenskaber kan der ved udendørslæmning opnås ligeså gode driftsresultater som ved indendørs-læmning. Det kræver dog forberedelse, tørre arealer, læ, rigelig græs, og goder registreringer (Kaatmann, 2012).
Systemer med mobile stalde eller overdækninger giver mulighed for at moderfår kan læmme udendørs. Det kan være i form af polytunnel (tunneltelt).
Mobile stalde og overdækninger kan reducere smittepres og øge levedygtighed samt give bedre dyrevelfærd. Det skønnes at en mand kan passe op til det dobbelte antal får.

6.2 Mobilt lammeskjul

Mobilt lammeskjul er en betegnelse for en flytbar indhegning hvor lammene kan søge hen for hvile, og hvor de kan tildeles suppleringsfoder uden at det ædes af voksne dyr. Derved øges deres trivel, overlevelse, dyrevelfærd og dermed dækningsbidrag.

6.3 Mobile foderhække

Flytbare foderhække til supplering af foder til lam og får i perioder med for lidt græs kan give bedre tilvækst, minimere spild og passer til flytbare folde.

6.4 System med mobil fangefold på trailer (ATV og trailer til uvejsomme områder)

Mobile fangefolde (indhegning til at drive dyr ind i) monteret på en trailer der kan trækkes af en traktor eller en ATV (til mere uvejsomme arealer). Systemet kan tillige være med selektionsfaciliteter, således at dyrene kan sorteres og dirigeres i bestemt foldere. Det er vigtigt at kunne håndtere dyrene ved vaccination, klovbeskæring, behandling og fravænning. Giver mulighed for et effektivt foldskifte. Arbejdstidsbesparende.

6.5 Mobil vægt/vægt med IT registreringsprogrammer inkl. trækkraft (ATV)

Mobil vægt med registreringsprogrammer og trækkraft (ATV til uvejsomme arealer). Mobil vægt giver mulighed for at følge dyrenes vægt og dermed produktivitet og sætte rettidig ind ved begyndende sygdom. Kan give højere tilvækst og markant mindre arbejde. Systemet er markedsført.

6.6 Mobil hegn til naturarealer

Mobile hegn til naturarealer er hegn der er let at flytte. Det er vigtigt for god tilvækst med jævnlige skift. Dyrene er lettere at holde inde. Smittetrykkes reduceres også ved hyppige foldskift. Systemet er markedsført.

6.7 Kameraovervågning/droner til overvågning af får/lam på naturarealer

Kameraovervågning og droner til overvågning af får og lam på naturarealer. Mange naturarealer er uvejsomme og det er tidskrævende at tilse alle dyr. Droner vil kunne registrere dyrene, især hvis de er mærkede med RFID. Droner skal stadig overvåges. Muligt med kameraovervågning af dyr, men der er ikke kommercielle systemer endnu.

6.8 Vandingstrailer med solceller og frostfri drikkekopper

Vogn med vandtank og udstyret med solceller, batteri og frostfrie drikkekopper, således at dyrene har adgang til vand, også i frostperiode, hvor der er behov for at have helårsgræsning.
Arbejdstidsbesparelse.

6.9 Frostfri vanding (fast anlæg)

Etablering af frostfri vand. Det kræver at vandrør eller -slange er nedgravet til frostfri dybde, typisk 1,2 m. Hvor rør eller slanger kommer igennem jord med risiko for frost skal der være konstant vandgennemstrømning eller opvarmning med varmetråd. Anlæg over jorden, rør og drikkekopper skal have vandgennemstrømning eller forsynes med tilstrækkelig varme til at holde det frostfrit (SEGES, 2001).
Der er udgifter til nedgravning af rør, evt. varmekabler, isolering og vandkopper eller lignende.
Arbejdstidsbesparende.

6.10 Foder- og halmstrøelsesmaskine med blæsersystem som også kan håndtere ensilage og hø

Foder- og halmstrøelsesmaskine med blæsersystem som også kan håndtere ensilage og hø.
Arbejdstidsbesparende. Systemet er markedsført.

Teknologier fælles for indsatsområderne 1, 2, 5 og 6

1-2-5-6.1 Specialudstyr til græsklipning under hegn

Robotteknologi kan bruges til at spare arbejdskraft ved at holde græs og ukrudt nede omkring omfangshegnet og mellem foldene. Foldene er oftest adskilte med eltråd, som skal holdes fri for kontakt med bevoksning. En autonomt kørende slåmaskine vil lette arbejdet. Yderligere vil robotteknik med kobbertråd-styring kunne bruges til at slå græs og bevoksning under eltråden, der holder ræve og andre rovdyr væk fra udearealerne. Netop denne hyppige slåning og sikring af stød kan være med til at holde ræve og andre rovdyr væk.

1-2-5-6.2 Robotudmugning

Robotteknologi til renholdelse af fast gulv i verandaer til slagtesvin og fjerkræ eller motionsarealer til kreatur og fjerkræ. Den selvkørende enhed er udstyret med en form for skraber, der efter forprogrammeret ruteplan eller sensorregistreringer skraber affald mod en rende eller i spaltearealet, hvilket kan formindske amoniakfordampning. Ud over tidsbesparelsen og sikring at skrabningen sker ofte, vil den automatiske skraber også kunne nå steder som er utilgængelige for mennesker. I forhold til et skrabe anlæg med kæder og skovle kunne en frit kørende robot muligvis være mere sikker i forhold til høner eller kyllinger, der kunne komme i klemme. De nyeste typer kan køre på el og efter en styretråd, som er lagt ca. 2-5 cm under jordoverfladen.

1-2-5-6.3 Sensorovervågning af lagre

Udvikling af trådløs kommunikation og produktionsstyringssoftware, som kan anvendes på smartphones eller lignende, gør det muligt for driftslederne at få oplysninger om status på driften eller lagre via sensorer eller kamera, der sender disse informationer løbende. Økologiske kvægbrug foretrækker i større grad end deres konventionelle kollegaer at opbevare deres egne produkter såsom korn og bælgsæd. Her er effektiv nedtørring vigtig for at undgå mykotoxin-dannelse, som kan give forgiftning ved udfodring. Ligeledes er det for økologiske kvægbrug ekstra vigtigt at sikre en god ensilagekvalitet af grovfoderemner som græs og helsæd. Hvis ekstra foder såsom kraftfoder og korn skal indkøbes, vil det koste forholdsmæssigt meget for økologiske producenter.
Der er markedsført sensorer, som kan placeres i lagre og siloer, og som online kan oplyse driftslederne om lagerets tilstand (Green et al., 2009). De registrerede data kan bestemme mængden af luft og varme til lagrene eller bestemme mængden af udfordring fra en bestemt silo.

1-2-5-6.4 Frostfri drikkevandsforsyning inkl. solceller

Der er udviklet drikkekummer, som via design og materialer kan holde drikkevandet frostfrit og som monteres direkte på nedgravede rør eller slanger. Frostfrie drikkekopper, hvor vandet ved hjælp af en mulepumpe skal hentes op fra jordledningen, er designet til udendørsbrug og er specielt interessante for dyr, der er ude om vinteren, går i flok, men drikker enkeltvis. Der er ligeledes markedsført frostfrie drikkekar. Hvis der skal være mange drikkesteder i marken (flere folde), foretrækkes et

gennemstrømningsanlæg med central opvarmning af vandet. Disse anlæg er dyre og vil i perioder med dagsfrost forbruge en del el. Specielt drikkenipler eller kummer er udsat for frysning.
En anden mulighed er en varmetråd som med 24 volts strømforsyning (batteri) og en termostat, der kan sikre, at drikkekopperne ikke fryser. Dette kan dog være en dyr løsning i længere perioder med frost.

1-2-5-6.5 Strøelsesanlæg - hængebane til dybstrøelsessystemer
System til automatisk tildeling af strøelse, op til flere gange dagligt. Der skal opsættes en hængebane, hvorpå der hænger en beholder der kan dosere strøelse.
Arbejdstidsbesparende. Systemer et markedsført.

1-2-5-6.6 Små biogasanlæg med bedre gødningsudnyttelse
Små anlæg til at producere biogas til el- og varmeproduktion. Under biogasprocessen omsættes omkring halvdelen af de organiske stof til biogas og frigiver det bundne kvælstof som mineralsk kvælstof (ammonium-kvælstof), som er hurtige optageligt for planter, og dermed kan sikre tilstrækkelig kvælstof når planterne har behov og dermed sikre højere udbytter. Højere udbytter giver en højere selvforsyning. Anlæggene kan ligeledes sikre en bedre udnyttelse af fikseret kvælstof fra kløvergræsmarker og indsamling/tilbageførsel af nærringsstoffer fra vedvarende engarealer til salgsafgrøder.

Økologer kan typisk ikke deltage i større fællesanlæg, da der er for høj andel af konventionel gødning, hvorfor der er behov for mindre anlæg decideret til økologer.
Brug af biogasanlæg giver også mindre udslip af metan samlet over hele produktionskæden og dermed mindre drivhusgasudslip. Systemer er markedsført.

1-2-5-6.7 Transportvogne med eller uden mobile fangefolde
Mobil fangefold, som er indhegning til at drive dyr ind i, monteret på transportvogn. Til dyr på udendørsarealer.
Det er vigtigt at kunne håndtere dyrene ved vaccination, klovbeskæring, behandling og fravænning.
Give mulighed for effektive foldskifte.
Arbejdstidsbesparende. Systemer er markedsført.

1-2-5-6.8 Kameraovervågning af husdyr
Fjernovervågning med kamera, enten med trådløs eller kablet forbindelser således at der føres tilsyn med dyrene på afstand. Systemet er arbejdstidsbesparende og kan medføre højere produktivitet, da det kan sikre rettidig indgriben. Systemer er markedsført.

Litteraturliste

Andersen M., Serup, T., Kramer, K. (2009) Reduktion af kvælstoftab fra økologiske staldsystemer. Rapport tilgængeligt på www.landbrugsinfo.dk.

Anonym (2010) budget kalkuler for økologisk kvæg. http://www.landbrugsinfo.dk/Oekonomi/Budget/Budgetkalkuler/Filer/Oeko_kalkuler_%202010_okt_Kvaeg.pdf

Anonym (2011) Materialet kan findes på hjemmesiden www.automaticmilking.dk

Blomgren, T., Frisch, T. (2009) High Tunnels Using Low-Cost Technology to Increase Yields, Improve Quality and Extend the Season. Report Produced by Regional Farm and Food Project and Cornell University.

Boelt, B., Deleuran, L. (2005) Økologiske grønsagsfrø – økologisk production af grønsagsfrø i tunnel. Frøavleren 2, 30-30.

Borgen, A. (2005a) Removal of bunt spores from wheat seed lots by brush cleaning . ICARDA Seed Info. No. 29.

Borgen, A. (2005b) Størrelsessortering kan forbedre sunhed i økologisk såsæsd, FØJOnyt August 2005,nr 4

Burow E., Thomsen P.T., Sørensen J.T., Rousing T. (2011) The effect of grazing on cow mortality in Danish dairy herds. Preventive Veterinary Medicine 100, 237-241.

Cheng, M.L., & Uva, W.F. (2008) Removing Barriers To Increase High Tunnel Production Of Horticultural Commodities In New York. Economic And Marketing Study Final Report

Cubero, S., Aleixos, N., Moltó, E., Gómez-Sanchis, J., Blasco, J. (2011) Advances in Machine Vision Applications for Automatic Inspection and Quality Evaluation of Fruits and Vegetables. Food Bioprocess Technology 4, 487–504.

Dalgaard, I. (2005) Drivveje til køer. Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret Byggeri og Teknik, kan downloades fra www. Landbrugsinfo.dk, 19 sider

Dansk Landbrugsrådgivning (2003): Oversigt over Landsforsøgene 2003. Dansk Landbrugsrådgivning, Landscenteret, Planteavl. Redaktion C. A. Pedersen

Dell'Aquila, A. 2009. Development of novel techniques in conditioning, testing and sorting seed physiological quality. Seed Science technology, vol. 37; Issue 3.

de Visser, R. (2011) Gulerødder på 'smalhalm'. Frugt og Grønt 4, april 2011, 184-185.

DMI (2011) Oversigter http://www.dmi.dk/dmi/index/danmark/oversigter/maanedsberetning.htm

Elmholt, S., Kristensen, E.F., Thrane, U. 2007. Comparing the effect of continuous drying and drum drying on fungal contamination of bread grain (rye). Biosystems Engineering, Vol. 97,

Friland (2011) Vejledning for økoproducenter http://www.friland.dk/

Fødevareerhverv (2009) Analyse af rammevilkår for økologisk frugt, grønt og bær i Danmark. Rapport udarbejdet for Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri, FødevareErhverv, 2. udgave, juni 2010, 62 sider.

Gjødesen, 2003. CIP vaskeanlæg , kan findes på : https://www.landbrugsinfo.dk/Tvaerfaglige-emner/FarmTest

Green, O. , Nadimi, E.S. , Blanes-Vidalb, V. , Jørgensen, R.N. , Ida, M.L. , Storm, D. , Sørensen, C.G. (2009) Monitoring and modeling temperature variations inside silage stacks using novel wireless sensor networks. Computers and Electronics in Agriculture 69, 149-157.

Grimm-Wetzel, P., Schönherr, J. (2006) Successful control of apple scab with hydrated lime. I: Proceedings of the 12th International conference on cultivation technique and phytopathological problems in organic fruit growing, 31. Januar- 2. Februar, Weinsberg, Tyskland, 83-86.

Gronle, A., Lux, G., Böhm, H., Schmidtke, K., Wild, M., Demmel, M., Brandhuber, R., Wilbois, K-P., Heß, J. (2015) Effect of ploughing depth and mechanical soil loading on soil physical properties, weed infestation, yield performance and grain quality in sole and intercrops of pea and oat in organic farming. Soil & Tillage Research, 148, pp. 59-73.

Groot, S.P.C., Jalink, H., Hospers-Brands, M., Köhl, J., Veerman, A., Wenneker, M., van der Wolf, J.M., van den Bulk, R.W. (2006) Improvement of the quality of propagation material for organic farming systems. I: Proceedings of Joint organic congress, Odense, Denmark, May 30-31.

Hansen, E.M., Kyllingsbæk, A., Thomsen, I.K., Djurhuus, J., Thorup-Kristensen, K., og Jørgensen, V., 2000. Efterafgrøder. Dyrkning, kvælstofoptagelse, kvælstofudvaskning og eftervirkning. DJF rapport nr. 37. Markbrug..

Hermansen et al. (2011) Notat vedrørende muligheder for at opfylde protein-behovet for énmavede husdyr med økologiske proteinkilder.

Høj, J.J., Mejnertsen, P. 2006. Rensning, tørring og lagring af korn på økologiske bedrifter. Farm Test - maskiner/planteavl nr. 580. Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret.

Jensen, M.B. (2004) Computer controlled milk feeding of dairy calves: The effects of number of calves per feeder and number of milk portions on use of feeder and social behavior. J. Dairy Science, 87: 3428-3438

Jensen, M.B. (2006) Computer-controlled milk feeding of group-housed calves, the effect of milk allowance and weaning type. J. Dairy Sci. 89: 201-206

Jensen, M.B, Decker, E.L., Svensson, C. Trenel, P. Skjøth, F. (2011) Adfærdsmæssige ændringer ved sygdom hos mælkefodrede kalve. I Sygdomsadfærd og automatisk registrering af adfærd hos malkekvæg- temamøde (Red. Margit Bak Jensen og Lene Munksgaard) Intern rapport nr. 110, 8-10.

Jørgensen, K.F., Andersen W.S., 2011.Mere frisk græs er godt for økonomien i økologiske besætninger. Kan findes på www.landbrugsinfo.dk \økologi\produktionsøkonomi

Jørgensen, K.F. (2011) Beretning of gårdforsøg med varmebehandling af proteinafgrøder til kvæg.

Kai, P., et al. (2011) Oversigt over miljø teknologier i det primære jordbrug, driftsøkonomi og miljøeffektivitet. Notat udarbejdet i forbindelse med miljøteknologistøtte ordninger.

Karlsen, J. (2011) Tema i økonomi for svineproduktion; Økonomi i hjemmeblandet foder til slagtesvin.

Kidmose, U., Martens, H.J. (1999) Changes in texture, microstructure and nutritional quality of carrot slices during blanching and freezing. Journal of the Science of Food and Agriculture Volume 79 (12), 1747–1753

Klaas, I.C., Bjerg, B., Friedmann, S., Bar, D. (2010) Cultivated barns for dairy cows. Dansk Veterinærtidskrift, 9, 20-29.

Kouwenhoven, J.K., Perdok U.D., Boer, J., Oomen, G.J.M. (2002) Soil management by shallow mouldboard ploughing in The Netherlands. Soil & Tillage Research 65, 125–139

Kristensen, E.F., Madsen, N.P. (1998) Høst med ribbebord af afgrøder med industrielt anvendelig halm. Opbygning af høstudstyr og driftteknikske målinger. DJF rapport - Markbrug nr 5.

Kristensen, E.F., Gundtoft, S. (2003) Tørring af korn i lagertørringsanlæg. Drift, tørringsstrategi og energiforbrug. Grøn Viden 282

Kristensen, E.F., Gundtoft, S. (2004) Energy savings achieved by optimised management of on-floor grain drying plants. AgEng 2004, Leuven, Belgium. Book of Abstracts, ISBN 90-76019-258. Paper on CD 174,

Kristensen, E.F., Elmholt, S., Thrane, U. (2005) High-temperature treatment for efficient drying of bread rye and reduction of fungal contaminants. Biosystems Engineering 92(2)

Kristensen, E.F., Gundtoft, S.. Tørring af korn i lagertørringsanlæg. Drift, tørringsstrategi og energiforbrug, GrønViden Markbrug 282. Danmarks JordbrugsForskning 2003

Kristensen, E.F., Jensen, B., Nielsen, K.V.. (2008). Ribbehøst af korn og proteinafgrøder. Grøn Viden - Markbrug nr 327, Aarhus Universitet.

Kristensen, E.F., Søgaard, H.T. 2001. Tørring og varmebehandling af maltbyg og brødkorn i tromletørreri : Driftsparametres betydning for kvalitet. Danmarks Jordbrugsforskning, DJF rapport nr. 43 Markbrug.

Kristensen, N.B. 2013. Kompakte foderblandinger til malkekøer. Kvæginfor 2354.

Kurstjens, D.A.G., Perdock, U.D. (2000) The selective soil covering mechanism of weed harrows on sandy soil. Soil and Tillage Research 55, 193-206.

Landbrugets rådgivningscenter (1999): Oversigt over Landsforsøgene 1999. Landbrugets rådgivningscenter, Landskontoret for Planteavl. Redaktion C. A. Pedersen

Landbrugets rådgivningscenter (2000): Oversigt over Landsforsøgene 2000. Landbrugets rådgivningscenter, Landskontoret for Planteavl. Redaktion C. A. Pedersen

Landbrugets rådgivningscenter (2002): Oversigt over Landsforsøgene 2002. Landbrugets rådgivningscenter, Landskontoret for Planteavl. Redaktion C. A. Pedersen

Løkke, M.M., Seefeldt, H.F., Edwards, G., Green, O. (2011) Novel Wireless Sensor System for Monitoring Oxygen, Temperature and Respiration Rate of Horticultural Crops Post Harvest. Sensors 11, 8456-8468.

Løvendahl, P., Chacunda, M.G.G., 2010. On the use of physical activity monitoring for estrus detection in dairy cows. J. Dairy Sci. 93 :249–259

Madsen, N.P.. Ribbehøst af korn og frøafgrøder i Danmark: 10 års undersøgelser og udvikling. DJF rapport: Markbrug nr 21, Danmarks JordbrugsForskning 2000

Maxin, P. Weber, RWS. Pedersen, HL. Williams, M. Hot-water dipping of apples to control Penicillium expansum, Neonectria galligena and Botrytis cinerea: Effects of temperature on spore germination and fruit rot. In prep.

Møller, J., Vodder Nielsen, K., Laursen, C.H. (2004) Tidlig høst, crimpning og ensilering af korn, ærter mv. Kvæginfo 1321.

Naturerhvervsstyrelsen (2011). Vejledning til økologisk jordbrugs produktion http://pdir.fvm.dk/vejledning_om_oekologisk_jordbrugsproduktion.aspx?ID=2137

Nielsen, S.F. (2001) Dyrkning af hindbær i plasttunnel. Planteavlsorientering - 06.621. Kilde: Faby, R., 2001. Anbau von Himbeeren im Folientunnel. Obstbau nr. 1, s. 30-34.

Nielsen, S.F. Friis, K. (2005) Hurtig nedkøling øger ikke holdbarheden. Planteavlsorientering Nr. 06-673. Kilde: Lamers, A., 2004. Rapid cooling doesn't increase storage life. Groenten & Fruit English Edition 1, 12-13.

Nielsen, S.F. (2006) Varmtvandsbehandling af æbler mod lagersygdomme. Planteavlsberetning 06-754. Kilde: Hagl, D., Scheer, C. 2006. Einfluss von Heisswasserbehandlung auf das Aufreten von Lagerkrankheiten bei Apfel. Obstabu 9, 472-474.

Nielsen, L.R., Pedersen, A.R., Herskin, M.S. and L. Munksgaard. 2010. Quantifying walking and standing behaviour of dairy cows using a moving average based on output from an accelerometer. Appl. Anim. Behav. Sci. 127:12-19.

Oudshoorn F.W., Kristensen T., Nadimi, E.S. (2008) Dairy cow defecation and urination frequency and spatial distribution in relation to time-limited grazing. Livestock Science 113, 62-73.

Oudshoorn F.W. (2010) Slutrapport Innovationsprojekt ”Malkning i Marken”, til rådighed på www.automaticmilkning.dk

Oudshoorn, F.W. Cornou, C. (2011) Automatisk registrering af græsningstid og græsoptag. (Red. Margit Bak Jensen og Lene Munksgaard) Intern rapport nr. 110, 8-10.Pedersen, J., Petersen, P.H. (2010) Radrensning af majs og raps. Maskiner og planteavl 118, 32 sider.

Oudshoorn, F.W. (2011) Teknik til afgræsning hjemmeside www.tekniktilafgraesning.dk

Oudshoorn, F.W., Hansen, H., Hansson, S.L. (2011) Calibration of Rapid Pasture Meter (RPM) in Danish grazing systems. Grassland Science in Europe 16.

Pedersen, H.L., Andersen, L., Jørgensen, P.E., Sørensen, L. (2011) Luksusbær til frisk konsum. Frugt & Grønt 2, 60-61.

Pedersen, J., Mortensen, K. (2005) Sortering af økologisk blandsæd. Maskiner og planteavl nr. 31 FarmTest, 29 sider.

Petersen, L.B., Støvring K. (2011) Udvikling af farehytter til søer på friland 2011 http://vsp.lf.dk/Publikationer/Kilder/lu_erfa/2011/1103.aspx

Raffo, A., Kelderer, M., Paoletti, F., Zanella, A. (2009) Impact of innovative controlled atmosphere storage technologies and postharvest treatments on volatile compound production in cv. Pinova apples. Journal of Agricultural and Food Chemistry 57(3), 915-923.

Rasmussen, C.M., Orzolek, M.D. (2009) Penn State High Tunnel Plastic Study 2007-08. Report from Penn. State University

Rasmussen, J., Nielsen, H.H., Gundersen, H. (2009) Tolerance and selectivity of cereal species and cultivars to post- emergence weed harrowing. Weed Science 57, 338-345

Reid, J. (2008) Comparisons of Temperatures under Clear Polyethylene and Infrared Blocking Coverings for High Tunnels. Report Cornell University

Rydberg, T. (1995) Weed harrowing at different times – harrowing depth as an intensity regulator. In: Weed harrowing in growing cereals – significance of time of treatment, driving speed, harrowing direction and harrowing depth. PhD Thesis, paper IV, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden.

Salomon, E., Andresen, N., Gustavsson, M., Löfquist, I., Nyman, M.,Ringmar, A., Tersmeden M. (2009) Udvikling af Mobil Hytte for økologiske slagtesvin på græs., JTI rapport Landbrug og Industri 383 (på svensk).

Scholberg, J., ter Berg, C., Staps, S., van Strien, J. (2010) Minder en anders bemesten. Louis Bolk Instituut, 51 pp.

Schjønning, P., Lamandé, M., Tøgersen, F.A., Pedersen, J. & Hansen, P.O.M. (2006) Minimering af jordpakning. Aarhus Universitet, Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet. DJF rapport, Markbrug, no. 127

Serup., T. (2008) Stalde til økologiske slagtesvin. Rapport lavet af Landscentret for økologi. DLBR.

Svensson, C., Jensen, M.B. (2007) Identification of diseased calves by use of data from automatic milk feeders J. Dairy Sci. 90, 994-997.

Sørensen, J.N. (2007) Mobil grøngødning. Frugt & Grønt 6(6), 272-274.

Sørensen, J.N. (2013) Tørring af løg. Dansk Løgavl 59(2), 4-6.

Sørensen, J.N., Kristensen, K.T. (2008) Mobil grøngødning med særlige egenskaber. Frugt og Grønt, september 2008, 406-409.

Sørensen, J.N., Thorup-Kristensen, K. (2011) Plant-based fertilizers for organic vegetable production. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 174, 321-332.

Thomsen, D.A., Johansen, N.F. 2013. Skal økologiske høner spise havregryn? Nyheds info fra Videncenter for Landbrug 9/9 2013

Thomsen, P.T., Munksgaard, L. & Sørensen, J.T. 2012. Lameness scores and lying behaviour are indicators of hoof lesions in dairy cows. The Veterinary Journal, 193:644–647

Videncentret for Landbrug (2011): Oversigt over Landsforsøgene 2003. Videncentret for Landbrug, Planteproduktion. Redaktion J. B. Pedersen

Videncentret for Landbrug (2014): Oversigt over Landsforsøgene 2014. Videncentret for Landbrug, Planteproduktion. Redaktion J. B. Pedersen

Watkins, C.B. (2008) Dynamic Controlled Atmosphere Storage – A New Technology for the New York Storage Industry? New York Fruit Quarterly 16(1), 23-26.

Wien, HC. Reid, JC. Rasmussen C. and Orzolek MD. (2008) Use Of Low Tunnels To Improve Plant Growth In High Tunnels. Report from Penn State University

Willams, M., Pedersen, H.L., Bertelsen, M., Jørgensen, F. (2011) Intensiv økologisk æbledyrkning. On-line projektbeskrivelse for projektet 'Bæredygtig fremtid for dansk konsumfrugt', https://djfextranet.agrsci.dk/sites/konsumfrugt/offentligt

Xiao, C.L., C.K. Chandler, J.F. Price, J.R. Duval, J.C. Mertely, and D.E. Legard (2001) Comparison of epidemics of Botrytis fruit rot and powdery mildew of strawberry in large plastic tunnel and field production systems. Plant Disease 85(8), 901-909.