

Faglig redegørelse og teknologiliste 2013 til brug i forbindelse med ordningen vedrørende tilskud til investeringer i nye teknologier på økologiske bedrifter

DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug

Dato: 29. 07. 2013

Michael Nørremark¹
Frank W. Oudshoorn¹
Claus G. Sørensen¹
Tavs Nyord¹
Jens Kristian Kristensen¹
Bent Borg Jensen²
Karin Hjelholt Jensen²
Hanne Damgaard Poulsen²
Peter Lund²
Margit Bak Jensen²
Peter Thorup Thomsen²
Troels Kristensen³
Jørn Nygaard Sørensen⁴
Marianne G. Bertelsen⁴
Lillie Andersen⁴
Karen Koefoed Petersen⁴
Carl Otto Ottosen⁴

¹ Institut for Ingeniørvidenskab

² Institut for Husdyrvidenskab

³ Institut for Agroøkologi

⁴ Institut for Fødevarer

Rekvirent

NaturErhvervstyrelsen

Indholdsfortegnelse

| | |
|---|----|
| Indholdsfortegnelse | 1 |
| Indledning..... | 5 |
| Indsatsområde 1. Svin - | 8 |
| Indledning..... | 8 |
| Arbejdslettelse, dyrevelfærd, produktivitet og dødelighed ved smågrise..... | 8 |
| Svinestalde og udearealer | 8 |
| Produktivitet, udnyttelse af foder og selvforsyning..... | 8 |
| 1.1 Bedre hytter | 9 |
| 1.2 Vandforsyning | 9 |
| 1.3 Fulldautomatisk fodervogn | 10 |
| 1.4 Rovdyrsikring af omfangshegn | 10 |
| 1.5 Sensorregistrering til påvisning af brunst | 10 |
| 1.6 Foderblandingsanlæg | 11 |
| 1.7-1.10 Bedre udfodringsteknologi | 11 |
| 1.11 Automatisk vægt og styresystem | 12 |
| 1.12 Frostfrie udearealer | 12 |
| 1.13 Tilsætning af syre til overbrusningsvandet | 13 |
| 1.14 Transportvogn | 13 |
| 1.15 Skrabning af udearealer | 13 |
| 1.16 Mobile grisehuse inkl. fold | 14 |
| 1.17 Halmstrøningsmaskine til hytter og svinestalde | 14 |
| Indsatsområde 2. Kvæg - mælk og kød | 15 |
| Afgræsning, fodring, sundhed og adfærd, miljø og produktkvalitet..... | 15 |
| Foderforsyning, kvalitet, udnyttelse og øget selvforsyning | 15 |
| Sundhed og velfærd | 15 |
| Andre nye teknologier til kødkvæg og kvier | 15 |
| 2.1 Intelligente låger og led..... | 15 |
| 2.2 Materialer til driveje..... | 16 |
| 2.3 Sensorbaseret måling af græsningstid og ædetid..... | 16 |
| 2.4 Græstilbud og måling af biomasse..... | 17 |
| 2.5 Mobil malkerobotteknologi | 17 |
| 2.6-2.7 Teknologi til fremme af foderkvalitet | 17 |
| 2.8 Software til management-programmer | 18 |
| 2.9 Adfærdssensorer til reproduktion..... | 19 |

| | |
|---|----|
| 2.10 Mobil og intelligent udfodring til udendørs brug..... | 19 |
| 2.11 Velfærd ved brug af adfærds sensorer og elektroniske øremærker..... | 19 |
| 2.12 Frisk græs fodret i stalden..... | 19 |
| 2.13 Genbrugsvaskemaskine..... | 20 |
| 2.14 Udstyr til staldsystemer..... | 20 |
| 2.15 Indhegning..... | 20 |
| 2.16 Mælketaxa..... | 21 |
| Indsatsområde 3. Slagtefjerkræ og æg..... | 22 |
| 3.1 Teknik til udmugning..... | 22 |
| 3.2 Overdækning af gyllebeholder..... | 22 |
| 3.3 Indretning af nærarealer og opsamling af næringsstoffer..... | 23 |
| 3.4 Automatiseret udfodringsteknik til grovfoder..... | 23 |
| 3.5 Fermentering af korn til foder til forbedret selvforsyning..... | 23 |
| 3.6 Foderblandingsanlæg til optimeret fodring..... | 24 |
| 3.7 Flytbare intelligente hønsehuse..... | 24 |
| 3.8 Automatisk vægt og staldcomputer med styringssoftware..... | 24 |
| 3.9 Rovdyrsikring af omfangshegn om udearealer..... | 25 |
| Teknologier fælles for Indsatsområderne 1, 2 og 3. Svin-, kvæg og fjerkræsektorerne..... | 26 |
| 123.1 Multifunktionelle telte til alle dyr..... | 26 |
| 123.2 Drikkenipler, specielle kummer og varmekabler for frostsikring af vandforsyning.. | 26 |
| 123.3 selvkørende redskaber til specifikke opgaver..... | 26 |
| 123.4 Automatisk overvågning af lagre..... | 27 |
| Indsatsområde 4. Frugt, bær og grøntsager..... | 28 |
| 4.1 Nedkøling, langtidsopbevaring og pakning af grøntsager, frugt og grønt, hvor smag såvel som kvalitet optimeres..... | 28 |
| 4.2 Tunneldyrkningsbeskyttet produktion..... | 29 |
| 4.3 Sorteringsteknologi..... | 30 |
| 4.4 Udstyr til vinteropbevaring i mark..... | 31 |
| 4.5 Dryp- og gødevandingsudstyr..... | 31 |
| 4.6 Mobilrobotter til ukrudtsbekæmpelse og monitorering i frugt- og bærplantager..... | 32 |
| 4.7 Lugemaskiner i rækker af frugttræer og bærbuske..... | 32 |
| 4.8 Autostyret og automatisk plantemaskine for samdyrkning..... | 33 |
| 4.9 Sprinklersprøjtning/overbrusning med svovl..... | 33 |
| 4.10 Varmt-/hedvandsbehandling..... | 34 |
| 4.11 Regntag..... | 34 |

| | |
|--|----|
| 4.12 Løvopsamler | 34 |
| 4.13 Tørring af spiseløg | 35 |
| 4.14 Klimastationer til beslutningsstøttesystemer ifm. svampebekæmpelse | 35 |
| Indsatsområde 5. Planteavl..... | 36 |
| 5.1 Mekanisk/fysisk ukrudtsbekæmpelse i afgrøderækker af udplantede afgrøder | 36 |
| 5.2 Autostyring af radrensersektioner på rad- og bedrenser med stor arbejdsbredde | 36 |
| 5.4 Ukrudtsbrændere med sensor, som registrerer områder med ukrudtsdække | 38 |
| 5.5 Ukrudtsbekæmpelse med hedvand med skum udlagt mellem afgrøderækker | 38 |
| 5.6 Opsamling/destruktion af ukrudtsfrø ved høst..... | 38 |
| 5.7 Elektrificeret lugevogn | 39 |
| 5.8 Optrækning, sammenrivning og fjernelse af rodukrudt | 39 |
| 5.9 Robotbaseret bekæmpelse af to-kim-bladet ukrudt i flerårige græsmarker..... | 39 |
| 5.10 Autostyring af køretøjer og redskaber | 40 |
| 5.11 Bedsystem med faste kørespor..... | 40 |
| 5.12 Bedsystem med faste kørespor og reduceret jordbehandling | 40 |
| 5.13 Systemer til justering af lufttryk i dæk under kørsel..... | 41 |
| 5.14 Elektronisk styring af cellehjul på enkornssåmaskiner | 41 |
| 5.15 Udstyr til etablering af efterafgrøder i rækkeafgrøder, eks. majs | 42 |
| 5.16 Kamdyrkning..... | 42 |
| 5.17 Nedfældning/placering af husdyrgødning | 42 |
| 5.18 Findeling, udlægning og nedmuldning af mobile grøngødninger (frisk, ensileret eller afgasset grønmasse) med reduceret frigivelse af lattergas | 43 |
| 5.19 Pillepressere for stabilisering af mobile grøngødninger | 44 |
| 5.20 Kompostvender | 44 |
| 5.21 On-line-markdatabase og beslutningsstøttesystemer | 44 |
| 5.22 Høst med ribbe-/plukkebord..... | 45 |
| 5.23 Rengøringsvenlige tørrings- og opbevaringssystemer..... | 45 |
| 5.24 Mobile anlæg til rensning af frø og kerne til fremavl..... | 46 |
| 5.25 Korn- og frørenser, herunder oprensning af blandsæd | 46 |
| 5.26 Energibesparende tørringsanlæg via automatisk styring | 46 |
| Litteraturliste..... | 48 |
| Bilag 1 Teknologiliste i skemaform..... | 57 |

Indledning

Fødevarerministeriet etablerer i december 2012 en fortsættelse af ordningen vedr. tilskud til investering i nye teknologier på økologiske bedrifter, hvis formål er at udvide det økologiske areal og forøge den økologiske produktion inden for følgende sektorer: 1) Svinesektoren, 2) Kvægsektoren, 3) Frugt- og grøntsektoren, 4) Planteavl og 5) Æg- og fjerkræbranchen.

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 Fødevarerministeriet om udførelse af forskningsbaseret myndighedsbetjening m.v. ved Aarhus Universitet, DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, 2012-2015".

Adjunkt Michael Nørremark, Institut for Ingeniørvidenskab, har været tovholder for indsatsområderne planteavl, frugt, bær og grøntsager, mens adjunkt Frank W. Oudshoorn, Institut for Ingeniørvidenskab, har været tovholder for indsatsområderne kvæg, svin, fjerkræ og æg. Der er ydet faglige bidrag fra Claus G. Sørensen, Margit Bak Jensen, Peter Thorup Thomsen, Troels Kristensen, Jens Kristian Kristensen, Tavs Nyord, Bent Borg Jensen, Karin Hjelholt Jensen, Hanne Damgaard Poulsen, Peter Lund, Jørn Nygaard Sørensen, Marianne G. Bertelsen, Lillie Andersen, Karen Koefoed Petersen og Carl Otto Ottosen.

Grundlaget for udarbejdelsen af teknologilisten er et forslag til prioritering af sektorer, 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, og at der alene kan ydes tilskud til investeringer i nye teknologier. Det er desuden oplyst, at det er vigtigt, at der kun prioriteres teknologier, der er nævnt i erhvervets forslag.

En nærmere præcisering og fortolkning af de bredt beskrevne teknologier og dyrkningsmetoder 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 fem sektorer ud fra følgende kriterier:

1. Teknologier, der er særligt relevante for økologisk jordbrugsproduktion,
2. Teknologier, der har potentiale til omlægning af flere ha,
3. Ny teknologi, dvs. den nyeste teknologi blandt dem, der findes på det pågældende område.

Det bemærkes, at definitionen af 'ny teknologi' efterfølgende er justeret i forbindelse med udarbejdelsen af bekendtgørelsen for ordningen. Samtidig er oplyst, at innovative

højteknologiske staldbyggerier eller ombygninger ikke er støtteberettiget og derfor ikke nævnes i teknologilisten.

Forøget produktion kan være produceret mængde eller omsætning. Grøntsager og frugt vil relativt kræve mindre arealoplægning for at opnå stor produktionsforøgelse. Forøget produktion af svin og fjerkræ vil kræve mange flere ha til foderproduktion, dog ikke nødvendigvis i Danmark.

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, samt
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.

I tabelform præsenteres for de gennemgåede teknologier følgende vurderinger:

| | |
|-----------------------------------|---|
| <i>Kategori:</i> | Inddeling efter indsatsområde og underinddeling efter nøgleord |
| <i>Tilsigtet effekt:</i> | Note vedr. effekt på produktivitet, arbejdslettelse, produktionssikkerhed, kvalitet og andet, som er relateret til fremme af det primære økologiske jordbrug |
| <i>Teknologi:</i> | Kort beskrivelse af teknologien |
| <i>Innovationsindhold:</i> | Virkemåden beskrives kort, herunder relevante specifikationer, som gør teknologien innovativ ifht. aktuel praksis på bedrifter |
| <i>Innovationshøjde:</i> | En vurdering af om teknologien har et højt innovationsniveau i økologisk sammenhæng, - (lavt), + (mellem), ++ (højt) |
| <i>Øko. vs. konv. relevans:</i> | En vurdering af hvor vigtig/betydende de enkelte teknologier er for økologien set i forhold til konventionelt landbrug, - (lige vigtig/betydende/relevant for øko. og konv.), + (overvejende vigtig/betydende/relevant for øko.), ++ (kun vigtig/betydende/relevant for øko.) |
| <i>Pris pr. stk./anlæg/enhed:</i> | Forventede etableringsomkostninger per stk., anlæg, ha eller anden enhed |
| <i>Effekt, relativ:</i> | Skønnet effekt af teknologien i forhold til nuværende 'best practice' på bedrifter |
| <i>Effekt, absolut:</i> | Absolut effekt (dvs. med enheder) i relation til tilsigtet effekt |

Status: Er teknologien tilgængelig, prototypestadie, hvornår og hvordan er teknologien tilgængelig m.v.

ØUV indeks: Det økologiske udviklingsindeks i teknologiliste (ØUV indeks) er skaleret fra 1-10. Indekset er et skøn for, hvor stor betydning teknologien har for fremme af økologisk jordbrug i Danmark. Indekset er givet ud fra en samlet vurdering af de enkelte teknologiers betydning for produktivitet, arbejdslettelse, produktionssikkerhed og kvalitet i det primære økologiske jordbrug.

Potentiale ifht. omlægning

af flere ha (0,+,++,+++): En vurdering baseret på den samlede udredning af den nævnte teknik, dog ikke nødvendigvis i Danmark. 0 (ingen ha), + (< 1000 ha), ++ (1.000 - 10.000 ha), +++ (10.000 - 100.000 ha). Vurderingen er et skøn baseret på udredningen.

Indsatsområde 1. Svin -

Indledning

Økologisk svineproduktion i Danmark er bundet af såvel EU-regler samt nationale regler, som er fortolket i vejledningen om økologisk jordbrugsproduktion (NaturErhvervstyrelsen, 2011), men også Friland har specificeret nogle regler (Friland, 2011). Når vi gennemgår nye teknologier, der kan være med til at øge den økologiske svineproduktion i Danmark, forholder vi os til den aktuelle situation, hvor producenterne skal overholde begge regelsæt.

Arbejdslettelse, dyrevelfærd, produktivitet og dødelighed ved smågrise

De drægtige og diegivende søer skal ifølge reglerne på græs. I drægtighedsperioden kan søerne gå i flok og fodres med en blanding af grov- og kraftfoder. Når de har faret og dier deres kuld, foregår det typisk således, at de har deres egen fold, og foderet skal være tilpasset de høje krav til diegivning, som god vækst af smågrise forudsætter. Løbning af søerne efter fravæning foregår som regel indendørs, hvor der er krav til udendørs areal (NaturErhvervstyrelsen, 2011; Friland, 2011). Det er vigtigt, at søerne kan holdes inde, indtil det er sikkert, at de er drægtige (testet) for at undgå for lange goldperioder.

Svinestalde og udearealer

Der har været udviklet forskellige typer af svinestalde egnet til økologisk svineproduktion. Selvom dækningsbidraget (DB) på økologiske svin er højere end for de konventionelle, er investeringerne i økologiske stalde betydelige. Ombygning af bestående konventionelle stalde er næsten aldrig interessant. Hvis der skal bygges nye svinestalde med udearealer til produktion af økologiske slagtesvin, anbefales det, at de nyeste teknikker til reduktion af ammoniumfordampning inkluderes.

Produktivitet, udnyttelse af foder og selvforsyning

I lighed med de andre økologiske husdyrproduktioner skal økologisk svineproduktion anvende 100 % økologiske råvarer. Økologisk foder er dyrt, og derfor er det afgørende, at det hjemmeavlede foder bruges optimalt, og at der produceres maksimalt i udbytterne på marken. Her er minimalt tab af kvælstof og i øvrigt en god udnyttelse af andre næringsstoffer af stor betydning. Yderligere er der stor fokus på proteinforsyning og hjemmeavlet proteinfoder kan styrke den økologiske svineproduktion p.g.a. høje priser på det frie marked. Et stort potentielt tab af kvælstof kommer fra fordampning af ammonium fra stald og udearealer, og udvaskning fra kvælstof i marken ved punktbelastninger i produktionen på græs. Ligeledes er effektiviteten af den animalske produktivitet meget vigtig for en fremgang i økologiske svineproduktion. Effektiviteten kan forbedres ved at bruge de rigtige foderemner (afhængig af grisenes ælder og vægt), undgå spild (fra fodertrug) og ved den rigtige sammensætning af foderet (aminosyrer, energi, fedt).

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 1980'erne. 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

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 varmforsyning, som opvarmer vand og pumper det rundt, hvis temperaturerne nærmer sig frysepunktet. Anlæggene er imidlertid dyre og fungerer ikke fejlfrit. Derfor skal de videreudvikles.

1.3 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 aflæse på forprogrammerede steder.

1.4 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 kron dyr 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 afværgessignaler. 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

1.5 Sensorregistrering til påvisning af brunst

I en periode op til 4 uger efter fravæning 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.

Det skal nævnes, at der for søer endnu ikke er sensorsystemer, der er færdigudviklede til praktisk anvendelse.

1.6 Foderblandingsanlæg

I økologisk slagtesvineproduktion er aminosyretildeling fremover 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 5.7).

1.7-1.10 Bedre udfodringsteknologi

1.7 Fasefodring/to-strengt 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.

1.8 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 foderstreng og udfodringsventiler.

1.9 Fodertrug

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 trugene og svind pga. fugle, kan være betragteligt, og hvilket korrekt udformede fodertrug kan forebygge. 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 slagte kvalitet. 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 og styresystem

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 drikkepipler, 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 vintre har der været ca. 70 døgn med frost, hvilket bevirker at der i de perioder ikke kan skrubes. Hvis det udendørs betonareal etableres med et gennemgående rør og tilhørende varmepumpe, ville man kunne holde arealerne frostfrie. 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 skrubes 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 skrubes 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 aktuell 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 fravæning 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 antydnet 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 Skrabning af udearealer

De fleste økologiske slagtesvineproducenter bygger nye stalde, hvor udearealerne indgår som integreret del af bygningen (Serup, 2008). En del af de arbejdsopgaver kan automatiseres, såsom fodertildelingen via snegle, der doserer foderet i fodertrug og automatisk udmugning under spaltearealerne. Det er dog nøje beskrevet, hvor stort et areal, der maksimalt må etableres med spalter, og derfor vil der både indenfor og udenfor være faste arealer, hvor gødning skal skrubes væk. Som regel vil grisene deponere deres gødning udenfor, men i de observerede tilfælde både på spalterne og på de faste arealer. Ved skrabningen og daglig tømning af gyllekanalerne kan denne fordampning begrænses (25-35 %). Daglig skrabning vil derfor kunne spare ca. 0,4 kg N/produceret gris. Hver kg N vil kunne øge udbytte i marken med ca. 19 kg /ha (Andersen et al., 2009), og med de nuværende priser svarer dette til 38 kr. (Meinertsen, 2011, pers. komm.). Problemet er, at skrabere til spaltegulv og fast gulv ikke så nemt kan etableres i økologiske svinestalde. For det første, fordi svin ikke som køer stille og roligt løfter deres ben, når skrabere kommer forbi, men derimod bliver stående og risikerer dermed at komme til skade. For det andet, fordi svinene opstaldes i sektioner, og man helst ikke vil trække fugtigt materiale og gødning ind i en anden sektion med risiko for at sprede f.eks. dysenteri eller andet diarre over flere sektioner. Dette kunne løses ved at sikre, at

dyrene er inde, når der skræbes udenfor, og ved at opdele linespillet med flere skovle. Det sidste vil dog yderligere fordyre den automatiske løsning, og omkostningerne per stiplads vil yderligere fordyres fra de ca. 6400 kr. med ca. 500 kr. (Serup, 2008). De nuværende dækningsbidrag per gris er på mellem 200-400 kr. per gris, og der vil kunne produceres ca. 3 hold om året. Dækningsbidraget defineres på vanlig vis som resultatet efter dækning af både de faste omkostninger (stald) og arbejde.

1.16 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 græsmåttens 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.

1.17 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 - mælk og kød

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 bælgssæd, 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 produktivitetstigning pga. bedre monitorering, bedre kontrolmuligheder og dermed stabil og muligvis højere malkefrekvens i sommerperioden.

2.2 Materialer til drivveje

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 muddret, 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 tunler eller laves færister (på private veje).

2.3 Sensorbaseret måling af græsningstid og ædetid

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 ædetid 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 malkerobotteknologi

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.

2.6-2.7 Teknologi til fremme af foderkvalitet

2.6. Varmebehandlingsanlæg

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 bælgæd

Crimping kan i mange tilfælde afhjælpe problemer med våd høst af korn og bælgæd 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 bælgæd i siloer, og det vil per FE være lidt billigere. Der er dog ikke tale om nye udviklinger eller nye teknologier, der kan forbedre eller billiggøre metoden.

2.8 Software til management-programmer

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 omprogrammering 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 (<https://pasturebase.teagasc.ie/>).

Softwareprogrammerne bliver i stigende omfang udstyret med moduler til optimering af ikke produktionsrelaterede parametre såsom energiforbrug og klimapåvirkning. Ved valg 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 Mobil og intelligent 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 Velfærd ved brug af adfærds sensorer og elektroniske øremærker

For nyligt er markedsført kommercielle systemer, som ved hjælp af en sensor (med et indbygget accelerometer) placeret på koens ben kan registrere koens liggeadfærd og aktivitet, primært med henblik på brunst detektion. Metoden er valideret, og liggeadfærden kan bestemmes med stor nøjagtighed (Nielsen et al, 2010). Liggeadfærd er en meget højt prioriteret adfærd hos malkekøer, og er nævnt som en vigtig potentiel velfærds indikator i flere videnskabelige rapporter fra EFSA (se nedenfor). Der findes dog endnu ikke software, som omsætter data til en tolkning af resultaterne i forhold til dyrevelfærd.

Ændringer i liggeadfærd og aktivitet kan muligvis anvendes til udpegning af halte køer (Thomsen et al., 2012), men der mangler stadig en endelig udvikling af algoritmer og validering af sensitivitet og specificitet.

For nyligt er det blevet påkrævet, at alle kreaturer skal have elektronisk øremærke. Ved at opstille antenner på strategiske steder (vandkar, foderautomat, udgang til marken) kan driftslederen dermed indhente vigtige informationer som kan bruges i forebyggelsen og dokumentation i driftsledelsen (Oudshoorn, 2011). Ligeledes skal driftslederen tænke på sundhed og velfærd af ungdyrene, hvor det også for denne dyrgruppe er muligt at anvende forskellige sensorer til automatisk registrering af adfærd. Der er ved Institut for Husdyrvidenskab, AU, gennem en årrække arbejdet med indsamling og anvendelse af data vedrørende mælkeoptagelsesadfærd hos kalve via transponder styrede mælkeautomater (Jensen, 2004; Jensen, 2006). Senest er denne type data relateret til sygdomsadfærd i forbindelse med diarré og luftvejsinfektion (Jensen et al., 2011; Svensson & Jensen, 2007), men der findes ikke egentlige algoritmer, som kan anvendes til udpegning af syge dyr endnu.

2.12 Frisk græs fodret i stalden

Økologisk kvægbrug har p.g.a. 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 majsfordring 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. Dkr. 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 opsamlervogn og en fodrings snegl.

2.13 Genbrugsvaskemaskine

Malkeanlæg og køletanke samt rør skal holdes rent og vaskes jævnligt. Hertil bruges både vand og kemikalier. Kemikalier er tilladt i økologisk kvægbrug, men mindre brug er at foretrække. Hertil kan bruges genbrugsvaskeanlæg, også kaldt CIP anlæg. Farmtest har i 2003 dokumenteret et mindre desinfektionsmiddel forbrug på 84% og et mindre rengøringsforbrug på 88% (Gjødesen, 2003). Økonomien afhænger af besætningsstørrelse og indkøbsprisen af anlægget. Der kan spares op til Dkr. 20.000 om år på vand, rengøring og el ved brug af CIP anlæg (Gjødesen, 2003).

2.14 Udstyr til staldsystemer

2.14a. 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 dybstrøelses afsnit) kunne spare en del arbejde (1 time/dag). En hængebane som transportere halm til staldafsnit med dybstrøelse kunne også lette arbejdsbyrden.

2.14b. Beluftning og spredning af kompostbund i stalde

Der etableres stalde med ekstra komfort, såsom kompost stalde. I forbindelse med etablering af kompost stalde, 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 komposteringsprocessen 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.

2.15 Indhegning

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.

2.16 Mælketaxa

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 varme mælk til kalve nødvendigt, udstyret skal være nemt at holde rent og kunne holde temperaturen. Mælken fordeles ofte flere gange dagligt.

Indsatsområde 3. Slagtefjerkræ og æg –

Den økologiske fjerkræproduktion består i Danmark af to grene, den økologiske ægproduktion, som leverer ca. 18 % af alle konsum æg i Danmark, og den økologiske slagtekylling produktion som leverer under en % af den samlede mængde fjerkræ kød, der forhandles. Begge produktionsgrene står over for den store udfordring, at foderforsyningen fra de nuværende 95 % økologisk skal stige til 99 % eller 100 % med udgangen af 2015. Yderligere står fjerkræ produktionen over for den udfordring, at der skal være adgang til udearealer, hvor der skal være bevoksning (Naturerhvervsstyrelsen, 2011). Ud over at ude arealerne skal etableres, kræver det økologiske regelsæt ligeledes et stort gulvareal indendørs samt begrænset flokstørrelse og dagslys. Disse regler er alle med til at fordyre etableringsomkostningerne, og al teknik, der udvikles på disse områder, kan betragtes som innovativ.

3.1 Teknik til udmugning

Ved skrabning af gødningen fra gulvet eller bånd tre gange ugentligt og lagring af gødningen blandet med vand i en gyllebeholder kan ammoniaktabet fra stald, lager og udbringning estimeres til 18,9 kg N pr. 100 årshøner eller 31,4 kg N pr. DE hvilket sammenlignet med referencesystemet *gulvsystemet med gødningskælder* giver anledning til en samlet sparet fordampning på 31,9 kg NH₃-N pr. DE fra stald, lager og udbringning svarende til en reduktion på 50 pct. (Nyord et al., 2011) Flere økologiske producenter får installeret mer-etagesystemer i deres stalde, hvilket kan være en stor fordel i forhold til ammoniakfordampningen, da der er installeret adskillige automatiske gødningsbånd, som en fast bestanddel af systemet. Herved kan producenten køre gødning ud af huset flere gange om ugen i den del af stalden, hvor systemet med reder, foder og vand er installeret. Producenter, der ikke har mer-etagesystemer har det meget anvendte kumme system, hvor der anvendes et automatisk skrabe anlæg, der kan fjerne gødningen. På det tilgængelige gulvareal i æglæggestalde skal der være strøelsesmateriale, der kan fjernes med mellemrum, hvis det bliver nødvendigt. I de økologiske produktioner, hvor høner har adgang til udearealer, er det muligt at holde hønsene væk fra indendørs gulvarealer, hvis der skal muges ud. Flere økologiske æg-produktioner får bygget et såkaldt verandasystem udenpå selve stalden. Verandaen har åbning ud mod udearealerne og det er ofte her, at der dagligt tildeles grovfoder enten manuelt eller via moderne hængebanesystemer, der fodrer grovfoderet automatisk. Bygning af veranda mindsker belastningen i selve stalden, da hønerne ofte trækker ud på veranda arealet, når der tildeles grovfoder, og efterfølgende bevæger de sig gradvist ud på udearealerne. Verandaerne er ofte så store, at producenten kan køre med en mindre maskine med grab (bobcat) og fjerne alt materiale, når der bliver for meget. Fjernelse af gødningen forventes at kunne formindske kvælstoftabet med op til 20-30 %, men omfanget er ikke dokumenteret.

3.2 Overdækning af gyllebeholder

I stedet for en tør opbevaring af fjerkrægødning, som fjernes fra stalden enten løbende eller ved tømning, vil opbevaring i en vandopløsning formindske yderligere fordampning af kvælstof betydeligt. For både opbevaring og senere spredning af fast gødning på marken formindskes kvælstoftabet med op til 90 %. Der skal etableres en overdækning eller flydelag (Rasmussen et al., 2001) på gyllebeholderen. Gyllenedfældning nedbringer yderligere risikoen for

ammoniakfordampning i forhold til udbringning af fast gødning fra stak (Kai et al., 2011). Etablering af en overdækket gylletank ved økologiske fjerkræbedrifter vil være ekstra interessant i forhold til konventionelt drift, da kvælstof er, og i stigende grad vil være, en mangelsvare i økologisk planteavl.

3.3 Indretning af nærarealer og opsamling af næringsstoffer

Økologiske fjerkræstalde er ofte udstyret med en veranda, hvor der etableres skrabe areal og udfodring af grovfoder. Herfra er der udgang til friland. Hønsene bevæger sig ofte ud, men langt den største dyr tæthed opstår tæt ved bygningen. Derfor vil det være en god løsning at etablere et drænet udeareal uden for stalden, som derefter giver adgang til de skiftefolde med bevoksning, der er påkrævet. Danske undersøgelser viser, at afsætningen af gødningsmængderne udenfor beløber sig til 15% af den samlede kvælstof, der afsættes af dyrene (MST, 2011a), mens udenlandske vurderinger antyder betydeligt større mængder (op til 30 %) (Bestman, 2002). Derfor vurderes en investering i et drænet nærareal som en god løsning (opsamling af 10 % vil give en ekstra produktionsværdi på 532 Kr./DE ;10 % af 140 kg N/DE = 14 kg N; Et kg N giver en produktionsstigning på 19 kg korn/ha. Et kg korn svarer til ca. 2 kr.). Det drænedede areal skal tildækkes med skrabe venligt materiale (muslingeskaller), der tillader gennemtrængning af vand (regn) og gødning, hvorved evt. smitte minimeres. Arealet kunne ved tørvejr overbruses. Denne praksis er dog ikke dokumenteret, men virkemåden skønnes at kunne bidrage til formindsket punktbelastning med kvælstof.

3.4 Automatiseret udfodringsteknik til grovfoder

Grovfoderet spredes ofte på strølsen (f.eks. i verandaområdet) (VFL, 2011). I 2009 blev der foretaget et gårdforsøg med forskellige grovfoderremner, der blev fodret med et automatisk foderanlæg. Grovfoderet udfodres via et hængebane foderanlæg, som doserer foderet flere gange dagligt. Hængebanesystemet kører rundt i det område i stalden/verandaen, hvor hønerne får tildelt foderet.

Grovfoderet aktiverer hønernes naturlige fourageringsadfærd, og risikoen for fjerpilning mindskes. Grovfoder tildelingen er et krav ifølge de økologiske regler, men for meget grovfoder kan påvirke æglægningen negativt, hvis grovfoderet har et for højt fiberindhold. Derfor er en nøje dosering vigtigt (VFL, 2011). Investeringen vil kunne spare noget arbejde og forbedre udnyttelsen. Det nyeste udstyr skal kunne programmeres, og foderblanderen skal kunne findele frisk og tørt materiale. En af fordelene ved hængebanen er, at den kan køre mindre mængder grovfoder ud i systemet flere gange om dagen. Dette sikrer en effektiv udnyttelse.

3.5 Fermentering af korn til foder til forbedret selvforsyning

Denne teknik udgør et stort potentiale, idet kontrolleret fermentering/støbsætning vil øge fordøjeligheden af næringsstofferne (protein, fosfor mv.) samt energi, hvilket øger muligheden for en øget næringsstofudnyttelse i den økologiske produktion. Der er endvidere gode muligheder for at udnytte foderstoffernes egne planteenzymmer til nedbrydning af protein, fytat, kulhydrater og visse uønskede komponenter som antinutritionelle komplekser i

foderstofferne. Korn og andre foderstoffer vil kunne fermenteres eller støbsættes på den enkelte bedrift før udfodring og bruges direkte. Teknikken er vidt udbredt på konventionelle brug, og der er efterhånden en del viden på området, selv om der savnes mere dokumentation vedr. de specifikke problemstillinger, der er i den økologiske produktion. Teknologiens potentiale som miljøteknologi vurderes at være stort.

3.6 Foderblandingsanlæg til optimeret fodring

Kravet til indholdet (andelen) af økologisk produceret foder og dermed også til selvforsyningsgraden øges. Dette forventes også at udløse et større omfang af hjemmeblanding af fuldfoder. Udviklingen vil dog være stærkt påvirket af udgifterne til etablering mv., hvilket vil være afgørende for, om producenter er hjemmeblandere eller indkøber færdigfoder. Effekten af hjemmeblanding er ikke dokumenteret, men med de forventede harmonikrav, hvor foderforsyningen for ikke drøvtyggere forventes produceret på egen bedrift eller i fællesskaber, bliver etablering af hjemmeblandingsanlæg og opbevaring og bearbejdning af egen høst ekstra vigtig. Derfor henvises også til afsnit 1 og 4 vedr. fordringsteknik og bearbejdning af blandsæd, som er yderst relevante for fjerkræ producenter. Fodring af kyllingerne kan optimeres ved computerstyring og i kombination med vejesystem til multifasefodring med hel hvede i økologisk fjerkræ. Teknikken vil kunne øge produktivitet og effektivitet ved optimeret fodring i forhold til kyllingealder ved besparelse i proteintildeling.

3.7 Flytbare intelligente hønsehuse

I stedet for at fodre grovfoder i stalden eller veranda, og samle gødning og sprede den bagefter kunne flytbare hønse- eller kyllingehuse (kan også være telte, se X.1) være en ny løsning. Flytbare stalde er til rådighed, men ikke tilstrækkeligt dokumenteret. Flytbare huse kan udstyres med strømforsyning og et web-cam. Hermed kan driftslederen holde øje med situationen i marken. Strømforsyningen gør automatisk fodring muligt. Effekt på økologisk vækst eller arealforøgelse er usikker for udendørs systemer. Ligesom ved søer og slagtesvin kan systemet også kombineres med afgrødesædskifte og dyrehold (f.eks. får eller svin eller kreatur).

3.8 Automatisk vægt og staldcomputer med styringssoftware

Automatisk vægt til registrering af kyllingernes vækst udvikling og tilhørende staldcomputer bliver udbredt brugt i konventionel kylling produktion. Målet er at blive i stand til at vurdere, om kyllingerne vokser godt nok og at finde det ideelle slagtetidspunkt. Programmeringen af de bestående anlæg vil formentlig ikke kunne bruges til økologisk produktion, og derfor vil investering i økologiske besætninger føre til ekstra udgifter, da der skal udvikles et nyt system/software, der er tilpasset forholdene i den økologiske produktion. Der vil kunne spares arbejde ved etablering af automatiske registreringer, og det vil sikre en større præcision af det optimale leveringstidspunkt til slagteriet og fodertildelingen vil kunne optimeres gennem produktionsperioden. Økologiske besætninger er mindre, men fordi økologisk foder er væsentligt dyrere end konventionelt foder, vil investeringer, der optimere produktionen være relevante at undersøge. Dokumentationen for miljøeffekten er endnu ikke fundet.

3.9 Rovdyrsikring af omfangshegn om udearealer

I lighed med økologisk frilandssvineproduktion er svind pga. rovdyr et problem. Høns er ekstra udsat for angreb, f.eks. fra mink, mår, musvåge, og ræve. For omkostninger henvises til afsnit 1.4. Der er et svind på ca. 5 % fra indsætning til tømning af stalde efter ca. et års ægproduktion. Ikke alt svind skyldes dog rovdyr.

Teknologier fælles for Indsatsområderne 1, 2 og 3. Svin-, kvæg og fjerkræsektorerne –

123.1 Multifunktionelle telte til alle dyr.

En gennemskinnelig teltkonstruktion der overdækker et passende udendørsareal og giver et væksthusagtigt indeklima. Teltet er færdigudviklet og på markedet. Klimateltet er tænkt integreret i sædskiftet og fritstående i landskabet og blandt andet huse forskellige husdyr i forhold til deres græsningsarealer. Klimateltene kan anvendes til forskellige formål. Klimateltet kan f.eks. opdeles i fire farereder på hver 3x3 meter, eller der kan opsættes sidepinde til 4x25 høns med kyllinger, eller 40 moderfår med lam m.v..

Klimateltet kan integreres i sædskiftet og er fritstående i landskabet og kan huse forskellige husdyr. Klimatelte kan også anvendes som tørringslager eller dyrkningstelt hvor evt. gødningsrester fra dyr udnyttes. Det er derfor ikke nødvendigt at flytte teltene eftersom deres funktioner skifter.

123.2 Drikkenipler, specielle kummer og varmekabler for frostsikring af vandforsyning

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 gennemstrømsanlæg med central opvarmning af vandet. Disse anlæg er dyre og vil i perioder med dagsfrost koste energi. Sidste vinter var der 71 dage med døgnfrost, og i vinteren 2009-2010 var der 73 på landsplan (DMI, 2011). 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.

123.3 selvkørende redskaber til specifikke opgaver

123.3a. Automatisk 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.

123.3b. 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 for formindske amoniakfordampningen. Ud over tidsbesparelsen og sikring at skrabningen sker ofte, vil den automtiske 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.

123.4 Automatisk overvågning 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 bælgsgødning. 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 helsød. 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.

Indsatsområde 4. Frugt, bær og grøntsager – sygdomsbekæmpelse, ukrudtsbekæmpelse, gøddevanding, sortering, opbevaring, kvalitet.

Forsyning og produktkvalitet

Dyrkningssikkerhed, behandling og opbevaring af produkter af høj kvalitet har stor betydning for at udvide forsyningsperioden af frugt, bær og grøntsager over året. Indsatsområde 3 indeholder teknologier til etablering af plantager, dyrkning af frugt, bær og grøntsager under beskyttede forhold, sygdomsforebyggende behandling og opbevaring af høstede produkter af frugt, bær, fri- og væksthushgrøntsager.

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

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

Ifølge FødevarerErhverv (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 er 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 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, som kræver nedkøling allerede fra marken for at undgå kvalitetsforringelser og spild.

4.2 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 platen blæser i stykker om vinteren eller bliver ødelagt af sne.

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. I de høje tunnelsystemer kan grøntsager/frugt/bær plantes direkte i jorden eller som table-top i sække godkendt til økologisk produktion. 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 grøntsager, 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 salatmix, babyspinat, tomater, agurker, rød peber, basilikum, afskårne blomster, hindbær, jordbær og meget mere. Også dværgtræ-afgrøder som søde kirsebær kan produceres i større multi-bay-tunneler.

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, bladhvæpse) 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 til gengæld trives i selve rækken, hvor der er vand og gødning til rådighed.

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 frøavl (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.

(baggrundslitteratur: Rasmussen & Orzolek (2009); Wien et al., 2008; Reid, 2008; Cheng & Uva, 2008; Blomgren & Frisch, 2009; Xiao et al., 2001)

4.3 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 (andet ord?) 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.

4.4 Udstyr til vinteropbevaring i mark

Anvendelse af konventionel halm til dækning af grønsager søges udfaset i 2013. Der er derfor behov for at finde alternativer til frostsikring af grønsager (bl.a. gulerødder og andre rodfrugter), herunder teknologiske løsninger som f.eks. prisbillige vintermåtter eller lignende, der kan udlægges og opsamles med det formål at kunne genanvendes.

Undersøgelser har vist, at en halmmåtte, hvor der både var (boble)plast under og over - en såkaldt vintermåtte, har en god isolerende effekt og i teorien kan genanvendes i kombination med modificerede udlægger og oprulningsmaskiner (Visser, 2011). Halmmåtter er dog oftest tykke for at opnå frostsikring, som derved ikke gør evt. oprulning af måtter lettere set i forhold til måtter af mineraluld.

4.5 Dryp- og 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 afsnit 3.2 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.

4.6 Mobilrobotter til ukrudtsbekæmpelse og monitoring 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. 4.1. 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.

4.7 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 jorrdækning 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).

Jorrdækning eller ukrudtsbrændere er alternativer til mekanisk jordbehandling (Andersen et al., 2005). Jorrdækning (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 jorrdækning, hvor musene afgnaver barken på stammen ved jordoverfladen. Udstyr til udlægning kan derfor være en relevant investering for en økologisk avler. Bekæmpelseeffekten 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.

4.8 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 gødsning, pruning og anden plantepleje kan foretages plantespecifik. Teoretisk set opnås 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).

4.9 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. 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. Svovl virker også over for svampekompleset omkring sodplet, og der findes et nyudviklet beslutningsstøtteværktøj/varsling (Williams et al., 2011).

Etablering af vandingsanlæg er blevet standard i moderne frugtplantager for at styre og optime træernes vandtilførsel og evt. gødevand. Sprinkleranlæg til overbrusning som forsikring mod forårsfrostskafer 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 solplet med svovl via sprinkleranlægget i stedet for vha. en traktortrukket sprøjte. Ved at bruge sprinkleranlægget kan udbringning af sprøjtemidler foretages 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)

4.10 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. Ulempen ved metoden er det store energiforbrug, da frugten skal dækkes med 53 °C 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 forsvarmekanismer (homensis) som øger modstandsdygtigheden over for svampeangreb (Maxin et al., in prep.).

4.11 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.

4.12 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 frugtavlen.

4.13 Tørring af spiseløg

I økologisk dyrkning af spiseløg 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 ofte nødvendigt at frasortere 30-40% af den indlagrede mængde. 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, 2013). Tilstrækkelig luft- og varmekapacitet er således vigtige forudsætninger for en god holdbarhed og et lille lagringstab i produktionen af spiseløg.

4.14 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 at springe ud 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 5. Planteavl - ukrudtsbekæmpelse, energi, næringsstofudnyttelse, udsæd, jordens frugtbarhed.

Forbedret produktivitet og stabilitet af udbytter for korn, bælgssæd, 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 dårligere økonomi for primærproducenten. Produktiviteten og stabiliteten af de økologiske udbytter forbedres gennem 'økologisk intensivning'. Teknologierne under indsatsområde 4 søger at understøtte denne intensivning ved at forbedre udbytterne og dyrkningssikkerheden for korn, bælgssæd, frø, grovfoder, rodfrugter, og grøntsager som følge af bedre næringsstofforsyning i vækstsæsonen, forbedret jordfrugtbarhed, ledsager- og efterafgrøder, frø- og rodukudtsbekæmpelse, og udsædskvalitet.

5.1 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. En engelsk afprøvning af teknologien i udplantet kål viste, at under normale dyrkningsbetingelser, men ved >400 ukrudtsplanter/ m^2 , var der få afgrødeskader og ukrudtsbekæmpelse i størrelsesordenen 62-87 % målt inden for en 240mm radius zone omkring kålplanterne (Tillett et al., 2008). Danske grøntsagsavlere erfaringer med ukrudtsbekæmpelseeffekten ligger på niveau med den engelske afprøvning.

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-kordinater 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 (Nørreremark et al., 2008).

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

Kamera baseret autostyring og præcis indstilling af skær har betydet, at der er opnået 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 (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 (Melandet 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 (Melandet 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 med +/- 20 mm variation i styringen, men at der i praksis kun opnås fremkørselshastigheder mellem 7-9 km/t, 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, 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 rækkeafstandsforøgelse 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).

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

Radrenser 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 radrenser 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.

5.4 Ukrudtsbrændere 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 tænd/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 stresser ukrudtet mest muligt (van der Schans et al., 2006).

5.5 Ukrudtsbekæmpelse med hedvand med skum udlagt mellem afgrøderækker

Nye undersøgelser fra Københavns Universitet har vist at den mest effektive metode til termisk bekæmpelse af ukrudt er hedvand med skum, men at metoden også er mere energikrævende ifht. flammebehandling (Rask et al., 2012). Tidligere undersøgelser har vist effekter på 90% på to-kim bladete ukrudt ved 2-3 behandlinger, mens bekæmpelse af flerårige ukrudtsarter kræver flere behandlinger (Hansson og Ascard 2002).

Der findes forskellige udgaver af hedvand med skum udlæggere, herunder redskaber som udlægger skummet mellem afgrøderækker. Skummet er typisk fremstillet af biologisk nedbrydelige vegetabiliske olier og sukkerstoffer. Skummet sikrer en bedre udnyttelse af varmen fra hedvandet på grund af skummets isolerende egenskaber. Redskabet består typisk af en PTO drevet generator, som sørger for opvarmning af vand. Skummet bliver tilsat hedvandet og sprøjtes derefter ud på ukrudtet.

5.6 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 eftermonteret 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.

5.7 Elektrificeret 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).

5.8 Oprækning, sammenrivning og fjernelse af rod ukrudt

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 eller opsamles og transporteres væk. Underjordiske udløbere af alm. kvik og jordstængler af kruset skræppe kan blotlægges pga. deres overlige placering i jorden. Udløbere og jordstængler kan trækkes ud af jorden og blotlægges vha. hurtigt roterende, jordbearbejdende redskaber, som bringer jord og organisk materiale op i luften bag redskaber, hvorved organisk materiale blotlægges på jordoverfladen. Jordbearbejdning skal foregå 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.

5.9 Robotbaseret bekæmpelse af to-kim-bladet ukrudt i flerårige græsmarker

To-kim-bladet ukrudt bekæmpes ved enten at fjerne planter eller ødelægge dem eventuelt i kombination med, at græsarealer omlægges i rotation med en kornafgrøde. Manuel fjernelse af ukrudtsplanterne kan kræve flere hundrede timer om året på en enkelt bedrift. Hyppig slåning er desuden utilstrækkelig til at forhindre f.eks. skræpper i at sprede sig (Niggli et al., 1993). En metode bestående af et spiralbor, der drives ned i jorden, og fragmenterer pæleroden har vist bekæmpelseeffekter på 60-80 % for skræpper (van Evert, 2009). En fordel ved denne metode er, at ingen jord eller plantemateriale transporteres, så metoden vil ikke resultere i utilsigtet spredning af ukrudt. En robot, monteret med spiralbord, til skræppebekæmpelse er prototypeudviklet i Holland. Robotten navigerer på basis af RTK-GPS-autostyring og registrerer skræpper i græsmarker vha. digitale kameraer og billedbehandling. Kapaciteten er 3 timer/ha og registrering af 93 % af skræpperne i græsmarker (der mangler et

eller andet i foranstående sætning). Samlet bekæmpelseeffekt på 75 % analyseret el. konstateret/registreret 1 måned efter behandling (van Evert et al., 2010).

5.10 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 styrelinje. 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 afgrøder, radrensning, udbringning af mobil grøngødning eller gylle mellem rækker af voksende afgrøder, præcisionsplantning, bedformning, hypning, halmudlægning på bede, 'strip tillage'. Nyere teknologi til transmission af RTK-GPS-referencesignaler øger autostyringssystemernes driftssikkerhed.

5.11 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 arbejds gange 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 bedssystemer.

5.12 Bedsystem med faste kørespor og reduceret jordbehandling

Reduceret jordbearbejdning i kombination med faste kørespor er ønskeligt i forhold til det økologiske jordbrugs målsætninger (jf. 3.16 og 4.13), 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- eller kvivfræsere. 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 afgrøder. En anden gevinst ved kun at bearbejde jorden i bede 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.

5.13 Systemer til justering af lufttryk i dæk under kørsel

Man skelner mellem jordpakning af pløjelaget og underjorden. I pløjelaget bestemmes omfanget af jordpakning først og fremmest af dæktrykket og andre egenskaber ved dækket. I dybder under ca. 40 cm er det først og fremmest akselbelastningen af maskinerne, der bestemmer om jorden pakkes. I 20-40 cm dybde har både dæktryk og akselbelastning betydning for jordpakningen (Munkholm & Schjønning, 2003). Dæktrykket skal være så lavt som muligt for at minimere skadelig sammentrykning af pløjelaget, hvor den altdominerende biologiske aktivitet af betydning for udbyttet finder sted. Studier af udbyttetab som følge af skadelig jordpakning i pløjelaget varierer fra 3-9 % og er den mest betydende skadelige jordpakning for udbyttet i forhold til de dybere jordlag (Petersen et al., 2010). Ved at kunne regulere dæktrykket fra landevejskørsel (hvor trykket bør være højere af hensyn til dæk og trafiksikkerhed) til markkørsel med 0,5 bar eller derunder, vil man kunne opnå højere udbytte. Kontaktfladen hjul/jord (trædeflader) forøges med reduceret dæktryk for samme dæk. Forskning viser også, at hjullasten ikke bør overskride 3½ tons. Ved højere hjullast transmitteres så store kræfter til dybe jordlag, at der er stor risiko for pakning, der er meget langvarig hvis ikke permanent. Som tommelfingerregel bør en forårsvåd jord i dybder under 50 cm dybde ikke udsættes for kræfter større end 50 kPa (svarende til 0,5 bar) ('50-50 kravet'). Både hjullast og dæktryk har betydning i 50 cm dybde. '8-8 reglen' siger, at dybden for 50 kPa tryk øges med 8 cm for hver forøgelse af hjullasten med 1 ton og med 8 cm for hver fordobling af dæktrykket (Petersen et al., 2010).

5.14 Elektronisk styring af cellehjul på enkornssåmaskiner

Fremskridt inden for forskning og udvikling har også muliggjort udnyttelse af ±2 cm nøjagtig GPS til at styre mekaniske lugemaskiner præcist mellem rækkerne. Et andet interessant produkt, som forventes på markedet snart, er en såmaskine, der placerer frøene mest optimalt mht. optagelse af vand og næring uden at konkurrere med egen art, dvs. frøene er placeret i et agronomisk korrekt mønster. Den nye type såmaskine vil kunne placere frø i agronomisk korrekte mønstre, der først og fremmest giver mulighed for bedre inter-specifik konkurrence om vand, lys og næring til kulturplanter, som for eksempel sukkerroer og majs. For det andet gør denne GPS-styrede såmaskine det muligt at udføre radrensning diagonalt i rækken. Såmaskinen kan også anvendes i dyrkningssystemer, hvor samdyrkning af to eller flere afgrøder kræver udsåning af flere afgrøder i løbet af en hel vækstsæson på samme mark, hvor der er afgrøder i forvejen.

I en undersøgelse af roer placeret i kvadratisk mønster (33 x 33 cm) mht. udbytte og ukrudtsbekæmpelse, blev roerfrøene sået for, at mekanisk ukrudtsbekæmpelse kunne lade sig gøre i to retninger vinkelret på hinanden (krydsradrensning). Tre gange radrensning blev udført fra 4-14 bladstadiet, og antallet af ukrudtsplanter blev overvåget. Resultaterne viste, at krydsradrensning var 20 % mere effektiv end langsgående radrensning alene. Udbytte af den kvadratiske indbyrdes placering af roer var på samme niveau som ved almindeligt sået sukkerroer (45 x 22 cm) (Kam et al., 2009).

Nørremark et al. (2007) har udviklet og afprøvet en såteknik, der var i stand til automatisk at generere et digitalt frøkort ved at kombinere RTK-GPS-positioner med optisk registrering af frø, som bliver sået. Afstandsfejlen mellem automatisk genereret global frøposition og den faktiske globale plante-position efter fremspiring var 38 mm i 95 % af tilfældene.

5.15 Udstyr til etablering af efterafgrøder i rækkeafgrøder, eks. majs

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 udspretningsudstyr for eftermontering på hvert enkel radrensenhed 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 næringsstofftab. Der er dog stadig uklarhed om, hvilke(n) efterafgrødearter der bør anvendes i rækkeafgrøder (Hansen, 2010).

5.16 Kamdyrkning

I 2003 og 2004 blev dyrkning af majs på kamme efter pløjning afprøvet i orienterende forsøg i Danmark. Fremspiringen var bedre, rodvæksten kraftigere og tørvægten af majs høstet i august var øget med 49 % (Henriksen, 2005). Forsøgene blev gentaget i 2004 på St. Jyndeved, hvor de blev anlagt med en nyudviklet kamsåmaskine. Også her kvitterede majsene for kammene med en udbytteforøgelse fra 8.0 t/ha til 12.8 t/ha. Årsagen til de fundne vækstfordele menes at være en kombination af højere jordtemperatur, øget mineralisering, kraftigere rodvækst og reduceret nedvaskning i vækstsæsonen. De lovende resultater fra disse orienterende forsøg gør det relevant at foretage en nærmere undersøgelse af potentialet for økologisk kamdyrkning majs. Landsforsøg i 2007 og 2008 viste kun merudbytter i et af årene (Bertelsen, 2009). Det skal tilstræbes, at jorden i kammene ikke bliver for løs for at undgå for hurtig udtørring og uensartet sådybde. Derudover skal kammene være høje og brede, og ved såning skal der undgås fordybning i kammens top, hvorved ukrudt bliver svært tilgængeligt for mekanisk ukrudtsbekæmpelse. Tre års økologiske landsforsøg med placering af gylle i kammene, har vist, at der er et udbyttepotentiale ved brug af denne teknik ved dyrkning af f.eks. majs (Bertelsen, 2009). En af de nyeste teknologier, som kan gøre placering af gylle i kamme tilgængelig i praksis, er anvendelse af separat RTK-GPS-baseret autostyring af traktor og redskab (se afs. 4.20). Det betyder, at gylleplacering og majssåning kan foregå i separate arbejds gange med høj kapacitet, hvor kamsætning foregår med autostyring af kamformer på gyllevogn, og dernæst autostyres såmaskinen til at køre præcis på kammene. Dette kræver selvsagt meget omhyggelig optimering af maskinerne mht. mekanisk opsætning.

5.17 Nedfældning/placering af husdyrgødning

Reduktion af ammoniakfordampning fra udbragt gylle ved at nedfælde gyllen direkte i jorden under udbringning har en god effekt. Dette er dokumenteret flere gange i videnskabelige artikler og rapporter, se f.eks. (Hansen et al., 2003; Huijsmans et al., 2003; Misselbrook et al.,

2002; Moseley et al., 1998). Af Teknologibladene (MST, 2010) fremgår det, at nedfældning af gylle i græsmarker reducerer ammoniakfordampningen med min. 25 % i forhold til overfladeudbringning, hvis nedfældningen udføres korrekt. Sortjordsnedfældning (nedfældning af gylle inden såning, altså mens jorden er "sort") reducerer ammoniakfordampningen endnu mere, nemlig med ca. 85 % af overfladeudbringning hvor gyllen endda nedpløjes senest 6 timer efter udbringning. Det er vist, at nedfældning i både sort jord, græs og i voksende vintersæd øger udnyttelsen af kvælstoffet i gyllen signifikant (Jørgensen et al., 2009; Nyord et al., in prep.; Mikkelsen et al., 2001). Dog er det i nogle tilfælde ikke muligt at genfinde et øget udbytte som følge af øget kvælstofudnyttelse, da afgrøden samtidig skades af de ekstra overkørsler, der er forbundet med nedfældning og i enkelte tilfælde også af skader påført af nedfælderskæret (Nyord et al., in prep.). Det gælder dog, at der som regel opnås øget indhold af protein i afgrøden ved nedfældning i forhold til overfladeudbringning selvom afgrøden påføres skade, og dermed øges kvælstofudnyttelsen selvom udbyttet ikke nødvendigvis øges (Nyord et al., in prep.). I landsforsøg er vist 5-10 % højere proteinindhold i korn (Jørgensen & Birkmose, 2006). Kamerabaseret eller GPS-autostyring (se afs. 4.2) af nedfældertænder eller skiver præcist mellem kornrækker er ikke vist i praksis, men systemerne er markedsført og kan kombineres, således risikoen for afgrødeskader og dermed udbyttetab minimeres jf. overstående argumentation for øget næringsstofudnyttelse fra gyllenedfældning.

5.18 Findeling, udlægning og nedmuldning af mobile grøngødninger (frisk, ensileret eller afgasset grønmasse) med reduceret frigivelse af lattergas

Med baggrund i såvel en udfasning af konventionel husdyrgødning som et øget økologisk areal vil der blive mangel på økologisk gødning. Et alternativ til husdyrgødning er plantebaserede gødninger, herunder traditionel grøngødning (indarbejdet på voksestedet) og mobil grøngødning, kompost og ensilage samt afgasset grønmasse.

Muligheden for at anvende disse plantebaserede gødninger (der høstes i én mark og tilføres en anden mark) er imidlertid begrænsede af, at der ikke findes udstyr til udbringning, hvor fordelingen er tilstrækkelig ensartet og præcis. Investeringer må derfor forventes at være ombygning og konstruktion af maskiner som kan udføre udlægning og nedmuldning af grøngødning. En ensartet fordeling og præcis tilførsel er nødvendig ved udlægning mellem rækker i rækkeetablerede afgrøder. Der er tidligere gjort enkelte erfaringer med tilpassede gødningsspredere, men uden tilstrækkelig succes.

Problemet med grøngødning og ensilage er, at det er tungt (vådt) og sammenfiltret (klumper). En findeling anses for nødvendig før udlægning mellem rækker.

For at næringsstofferne i organiske gødninger kan frigives, skal gødningerne først nedbrydes. Hvis gødningen ligger på jordoverfladen, er der risiko for, at den tørrer ud. Den hurtigste nedbrydning af organisk stof sker, hvis gødningen indarbejdes i jorden, hvor der er mere fugtigt. Frigørelse af næringsstoffer fremmes yderligere, når den organiske gødning findeles.

Udstyr til udlægning af organisk gødning mellem rækker af grønsager skal derfor kunne findele og placere en jævn mængde af gødning, som indarbejdes i jorden uden at beskadige afgrøden og på et tidspunkt, hvor afgrøden kan udnytte gødningen.

5.19 Pillepressere for stabilisering af mobile grøngødninger

I den økologiske grønsagsproduktion er der ofte behov for at kunne eftergødske med grøngødning, som er hurtigtvirkende og har et højt indhold af næringsstoffer. For kun ved at sikre, at planterne er optimalt forsynet med næringsstoffer i hele vækstperioden, er det muligt at optimere udbytte og kvalitet af økologisk producerede grønsager. En hurtigtvirkende grøngødning til eftergødskning er karakteriseret ved at have et meget lavt C/N-forhold og gerne et højt indhold af svovl, fosfor og kalium (Sørensen & Thorup-Kristensen, 2011).

Fintsnittet plantemateriale er væsentlig lettere at håndtere ved såvel transport og udbringning som indarbejdning i jorden. Perspektivet er dog, at udvalgte grøngødninger med særlige egenskaber skal presses til piller (Sørensen & Kristensen, 2008). Herved bliver håndteringen af gødningerne endnu lettere, idet gødningerne kan udbringes med traditionelt gødskningsudstyr. To-årige forsøg i selleri har vist, at udbringning af pilleret kløvergrøngødning gav merudbytter på henholdsvis 8 og 39 % ifht. nedmuldning af ensileret kløver (Sørensen et al., 2008). Hollandske forsøg i spinat har vist tilsvarende positive resultater (Scholberg et al., 2010).

Selv om tørring til piller er en energikrævende proces, har tørre grøngødningspiller den fordel, at gødningen kan opbevares, og den markant mindre fylde betyder, at transportomkostninger mht. energi og udgifter er signifikant lavere. Dette er ikke muligt med frisk grønmasse. Når man har grøngødningspiller på lager, er det muligt straks at sætte ind med eftergødskning, når afgrøderne har behov for dette. Pillepressere er markedsført og findes i udgaver, som egner sig til pillepresning af grønt materiale i mindre eller større procesanlæg, og umiddelbart ikke en egentlig individuel landmandsaktivitet (dog ikke udelukket), men nærmere en produktionsgren tilhørende pillefabrikker. Forvejrning/tørring kan så vidt det er muligt foregå på mark.

5.20 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.

5.21 On-line-markdatabase og beslutningsstøttesystemer

Driftsledelse vil naturligt have en forholdsmeæssig stor betydning i økologisk landbrug, da driftslederen skal kunne agere med for eksempel større rettidighed i forhold til de biologiske betingelser, fordi det ikke vil være muligt at tilrette forkerte beslutninger ved hjælp af sprøjtemidler, kunstgødning m.m. I den fremtidige udvikling af økologisk landbrug, især med hensyn til rentabilitet og kvalitetskrav, vil avancerede informationssystemer og on-line-beslutningsstøttesystemer (DSS) derfor få stigende betydning. On-line-driftsledelsesværktøjer i forbindelse med planlægning af udførelse af arbejdsoperationer vil f.eks. i mange tilfælde

umiddelbart kunne øge ressourceudnyttelsen med 20-25 % (Sørensen, 2000). Ligeledes reduceres usikkerheden omkring driftledelsesbeslutninger betydeligt (Sørensen et al., 2007). DSS er sted-specifikke og kan give on-line-anbefalinger om sortsvalg, mekanisk ukrudtsbekæmpelse, gødsning, sædskifte og afgrødestyring for eksempelvis mest optimal dyrkning af økologisk hvede ud fra lokale og bedriftsmæssige variable. To-årige pilotforsøg i Polen, England, Tyskland og Spanien med det samme DSS for ukrudtsbekæmpelse i hvede har resulteret i øget udbytte (2 - 10 %) i 4 ud af 5 forsøg ifht. landmandspraksis (Neuhoff et al., 2005). DSS-anbefalingerne i forsøgene viste, at ukrudtsharvning kunne undværes i mange tilfælde uden væsentlige udbyttetab eller forøgelse af ukrudtsdækning ved inddragelse af f.eks. en konkurrencedygtig hvedesort. Potentielt består i at designe værktøjer til specifikke målsætninger, såsom høj kvalitetskorndyrkning eller bekæmpelsesstrategier for ukrudt i afgrøder ud fra opdateret vejrdata, markkort, maskindata og andre lokale on-line variable. Andre værktøjer kan hjælpe landmændene med at vælge egnede sorter til særlige betingelser og målsætninger. On-line-DSS for planteværn m.v. for konventionelt landbrug og vanding er markedsført i Danmark (Jensen et al., 2000; Thysen & Detlefsen, 2006), som for brugerne i de fleste tilfælde har betydet besparelser på planteværn og vanding. Mulighederne for at adaptere DSS-systemer fra udlandet er til stede, men vil oftest kræve justeringer til danske forhold og at der i hvert enkelt tilfælde skal sandsynliggøres en særlig effekt for økologisk jordbrug.

5.22 Høst med ribbe-/plukkebord

Til høst af korn og frøafgrøder kan anvendes et ribbebord (Kristensen & Madsen, 1998). Ved denne metode afplukkes aks, frø og blade, mens hovedparten af plantestængler efterlades og ikke tages med ind i høstmaskinen - mejetærskeren. Ved denne høstmetode er det muligt at undgå ukrudt og vådt materiale i bunden af afgrøden, og derfor er der mulighed for at få en mere tør og ren vare ud af mejetærskeren.

5.23 Rengøringsvenlige tørrings- og opbevaringssystemer

Helt afgørende for at sikre høj kvalitet af økologisk korn er, at afgrøden renses og nedtørres/beluftes straks efter høst. Dette gælder både korn til udsæd, brød og malt. Forbedrede teknikker kan være veldimensionerede lagertørringsanlæg med styring af tørreluftens temperatur og fugtighed og tilstrækkelig kapacitet – dog skal man fortsat være meget opmærksom på risikoen for dannelse af fugtige "lommer" f.eks. i det øverste lag af kornet; her vil der være særlig stor risiko for vækst af mykotoksindannende svampe. Bedre er gennemløbsanlæg, også med tilstrækkelig kapacitet. Mobile anlæg med avanceret styring af tørreprocessen kan være en mulighed. Af nye teknologier kan nævnes tromletørring, hvor der er høj kapacitet, samtidig med at der er mulighed for at opnå en forbedret kvalitet i form af forbedret spireindex (maltbyg) og reduceret forekomst af svampe. Anlæggene er samtidig kompakte og meget rengøringsvenlige (Kristensen et al., 2005). For at sikre hurtig køling og beluftning af den nyhøstede afgrøde kan der anvendes container med indbygget beluftningssystem.

5.24 Mobile anlæg til rensning af frø og kerne til fremavl

Rensning og størrelsessortering kan være en lavteknologisk metode til at forbedre kvaliteten af økologisk udsæd. For hvede kan anvendes børsterenser til bekæmpelse af stinkbrand (Borgen, 2005a). Størrelses- og vægtfyldesortering kan anvendes til at reducere indholdet af kerner med de skadevoldende svampe, idet forekomsten af udsædsbårne svampe er lavest på de største og tungeste kerner. Metoden kan anvendes mod sygdomme som eksempelvis nøgenbrand, Fusarium og Septoria (Borgen, 2005b). Rensemaskiner med soldsortering og kastesortering er markedsført. Derudover er kombineret sold og luftrenser markedsført.

Sortering og klassificering er en nødvendig proces for at øge kvaliteten af frøpartier. Mindre modne frø har ofte reduceret energi og er mere hyppigt inficeret med patogener. For de frø, der er grønne under udvikling, og hvor klorofyl nedbrydes under modning, kan de mindre modne frø registreres ved hjælp af klorofyl-fluorescens-sortering. Hertil kommer, at innovative metoder, der nu er markedsført, analyserer og sorterer dårlige frø fra sunde og spiredygtige frø baseret på nyudviklet multispektral farve- og teksturrelaterede overflademålinger, eksempelvis Fusarium og andre svampesygdomme på kerner og frø (Groot et al., 2006). De nævnte højteknologiske metoder findes kun i laboratorieudgaver, men udviklingen fortsætter i flere lande, herunder i Danmark.

De lavteknologiske anlæg er som udgangspunkt ikke mobile, men det vil være muligt at opbygge mobile anlæg. Der er eksempler på opbyggede mobile såsædsrenseri med tilknyttet børsterenser, således at der mekanisk kan renses for stinkbrand før lagring på bedrift.

5.25 Korn- og frørenser, herunder oprensning af blandsæd

Blandsæd til modenhed giver en række dyrkningsmæssige fordele, som især økologer kan drage nytte af. Det er typisk korn og bælgæd, der samdyrkes, eksempelvis byg/ært eller hvede/lupin. Forsøg har vist, at proteinindholdet i kornet kan øges, når det vokser sammen med kvælstoffikserende planter, og der er tendens til, at skadevoldernes (ukrudt og svampesygdomme) effekter på planterne i en blandsædsafgrøde hæmmes, og ærter går ikke i leje på samme måde som i renbestand.

Blandsæden høstes samlet, og den høstede vare skal efterfølgende sorteres i to fraktioner. Grovareselskaber modtager kun afgrøder i renbestand, og derfor skal oprensning af blandsæd foregå på bedriften med f.eks. mindre gårdanlæg eller mobile (fælles) anlæg.

En Farmtest har undersøgt flere anlæg, soldrensere såvel som tromlerensere, som alle var velegnede til at sortere økologisk blandsæd. Kapaciteten er omkring 20-30 hkg i timen. Det bedste resultat opnås, når der er stor forskel i kernestørrelse mellem de to arter. Det er muligt at opnå en renhed på godt og vel 99 % i den prioriterede fraktion ved sortering af blandsæd. For at opnå en høj renhed i de adskilte fraktioner er det nødvendigt, at renseanlægget løbende justeres (Pedersen & Mortensen, 2005).

5.26 Energibesparende tørringsanlæg via automatisk styring

Tørres afgrøden i et lagertørringsanlæg er der et væsentligt energisparepotentiale ved korrekt drift af anlægget. Automatiske styringsystemer baseret på sensorbaseret måling af den

relative luftfugtighed i tørreluft og afgangsluft kan sikre en god afgrøde-, eller grøntsagskvalitet og energioekonomisk tørring (Kristensen & Gundtoft, 2003 og 2004). Automatiske styringer af lagere mht. fugtighed og temperatur er markedsført.

Litteraturliste

- Andersen, L., Bruus, M., Strandberg, M., Lundhede, T., Schou, J.S., Nielsen, J. & Have, H. (2007) Alternativer til herbicider ved etablering af æbleplantage. Bekæmpelsesmiddelforskning fra Miljøstyrelsen, 108, 75 sider.
- Andersen M., Serup, T., Kramer, K. (2009) Reduktion af kvælstoftab fra økologiske staldsystemer. Rapport tilgængeligt på www.landbrugsinfo.dk.
- Andersen W.S., 2011. Hvor langt må du køre efter frisk græs ? Kan findes på www.landbrugsinfo.dk \økologi\produktionsøkonomi
- 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
- Benduhn, B., Renner, U., Rank, H., Zimmer, J. (2006) Mechanical soil treatment in pipfruit growing: Improvement of established methods on different locations and soil-types under consideration of economic aspects, 100 sider.
- Bertelsen, I. (2009) Kammajs og andre nye teknikker – hvad er potentialet? I: Sammendrag fra Plantekongres 2009, 13.-14. januar, Herning, Danmark, 268-270.
- Bestman, M., (2002) Kippen houden zonder verenpikken. Louis Bolk instituut
- 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. Frøavlren 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.
- Bødker, L., Heiselberg, C.D. (2011) Demonstration af drypvanding i kartofler. Rapport. Videncentret for Landbrug – Planteproduktion, marts 2011, 4 sider.
- 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
- Daugaard, H. (2008) Table-top production of strawberries: performance of six strawberry cultivars. *Acta Agricultura Scandinavica* 58(3), 261-266.
- Dickson, J. W. & Ritchie, R. M. (1996). Zero and reduced ground pressure traffic systems in an arable rotation. 2. Soil and crop responses. *Soil & Tillage Research* 38, 89-113.
- 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/maanedsberegning.htm>
- EFSA journal, 2012. EFSA Journal, 2012. EFSA Panel on Animal Health and Welfare (AHAW) Scientific Opinion on the use of animal-based measures to assess welfare of dairy cows. *EFSA Journal*. 10(1):2554. www.efsa.europa.eu/efsajournal.
- EFSA report, 2009. Scientific report of EFSA prepared by the Animal Health and Animal Welfare Unit on the effects of farming systems on dairy cow welfare and disease. Annex to the *EFSA Journal* 1143: 1-7.
- Friland (2011) Vejledning for økoproducenter <http://www.friland.dk/>
- Fødevarerhverv (2009) Analyse af rammevilkår for økologisk frugt, grønt og bær i Danmark. Rapport udarbejdet for Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri, Fødevarerhverv, 2. udgave, juni 2010, 62 sider.
- Gebben, M. (2011) Development of a System for Pattern Operations. I: Proceedings of the 69th International Conference on Agricultural Engineering LAND TECHNIK AgEng 2011, 11-12 november, Hannover, Tyskland.
- Gill, G.S. (1996). Management of herbicide resistant ryegrass in Western Australia – research and its adoption. In Proceedings of the 11th Australian Weeds Conference, Melbourne, pp. 542–551.
- 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.
- 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, M.N., Sommer, S.G., Madsen, N.P. (2003) Reduction of Ammonia Emission by Shallow Slurry Injection: Injection Efficiency and Additional Energy Demand. *J Environ Qual* 32, 1099-1104.
- Hansen, E.M. (2010) Efterafgrøder i majs – hvor svært kan det være? *Økologi & Erhverv* nr. 450
- Hansson, D., Ascard, J. (2002) Influence of developmental stage and time of assessment on hot water weed control. *Weed Research* 42, 307-316.
- Henriksen, (2005) Positiv effekt af kamdyrkning. *Økologisk Jordbrug* 25(238), 4-4.
- Hermansen et al., 2010. Rapport FØJO. "Økologisk svineproduktion" – Udfordringer, muligheder og begrænsninger.
- Hermansen et al. (2011) Notat vedrørende muligheder for at opfylde protein-behovet for én-mavede husdyr med økologiske proteinkilder.
- Huijsmans, J.F.M., Hol, J.M.G., Vermeulen, G.D. (2003) Effect of application method, manure characteristics, weather and field conditions on ammonia volatilization from manure applied to arable land. *Atmospheric Environment* 37, 3669-3680.
- Jensen, A.L., Boll, P.S., Thyssen, I., Pathak, B.K. (2000) Pl@nteInfo® — a web-based system for personalised decision support in crop management. *Computers and Electronics in Agriculture* 25, 271–293.
- 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.
- Johansson, D. (1998) Radhackning med och utan efterredskap i stråsåd. *Rapporter från jordbearbetningsavdelingen, Sveriges Lantbruksuniversitet, nr. 94, 55 sider.*
- Jørgensen, U., Dalgaard, T. (2004) Energi i økologisk jordbrug - Reduktion af fossilt energiforbrug og produktion af vedvarende energi. Vidensyntese under FØJOII. FØJO rapport 19, 161 sider.
- Jørgensen, K.F. (2011) Inseminering af kvier på græs. www.landbrugsinfo.dk
- Jørgensen, P., Birkmose, T. (2007) Gyllenedfældning i vinterhvede – betydning for afgrødeudvikling, kvælstofdynamik og høstudbytte. *Landsforsøgene* 2006, 232-234.

- Jørgensen, R.N., Green, O., Kristensen, K., Gislum, R., Sørensen, C.G. (2009) Estimating clover-grass yield caused by traffic intensities. Conference proceeding in Precision Livestock Farming 09 edited by C. Lokhorst and P.W.G. Groot Koerkamp. Wageningen Academic Publishers, ISBN: 978-90-8686-112-5.
- 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.
- Kam, H., Schmittmann, O., Lammers, P.S. (2009) Cropping System for Mechanical Intra-/Inter Row Weeding. I: proceedings of VDI LAND-TECHNIK & AGENG 2009 - Innovations to meet the future challenges, November 6-7, Hannover, Germany, 135-140
- Karlsen, J. (2011) Tema i økonomi for svineproduktion; Økonomi i hjemmeblandet foder til slagtesvin.
- Klaas, I.C., Bjerg, B., Friedmann, S., Bar, D. (2010) Cultivated barns for dairy cows. Dansk Veterinærtidskrift, 9, 20-29.
- Kløcher, C. (2011) Praktiske erfaringer med etablering og håndtering af efterafgrøder. I: Sammendrag fra Plantekongres 2011, 12.-13. januar, Herning, Danmark, 85-86
- Korsgaard, M. (2011) Strategisk vanding mod æbleskurv. Økologisk Rådgivning 2011, 54-57. (http://www.ecoadvic.dk/NR/rdonlyres/D85F2AE3-A1F0-4440-930E-030532CB4C38/0/artikel_skurv_2011.pdf)
- Kristensen, E.F., Madsen, N.P. (1998) Høst med ribbebord af afgrøder med industrielt anvendelig halm. Opbygning af høstudstyr og drifttekniske 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)
- Landscenteret (2008) Grovfoder fra tidlig høstede proteinafgrøder til drægtige søer. Erfaringer med nye typer grovfoder. Landscenter for økologi. Rapport tilgængelig på www.landbrugsinfo.dk, 8 sider.

- 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
- Matthews, J.M., Llewellyn, R., Powles, S. and Reeves, T. (1996). Integrated weed management for the control of herbicide resistant annual ryegrass. In Proceedings of the 8th Australian Agronomy Conference, Toowoomba.
- 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.
- McElhone, H. (2011) Fruit and vegetable show launched. Fruit and Vegetable Magazine on-line at www.fruitandveggie.com, 2 sider.
- Meinertsen, P. (2010) Gasbrænding af ukrudt i økologisk majs. www.landbrugsinfo.dk/Oekologi/Kvaeg/Grovfoder/Majshelsaed-og-kolbemaajs/Sider/ptm_101228_Bekaempelse_af_ukrudt_i_oekologisk_majs.aspx
- Meinertsen, P. (2011) Mundtlig meddelelse fra landskonsulent for økologisk planteproduktion.
- Melander, B., Rasmussen, K., Rasmussen, I.A., Jørgensen, M.H. (2001) Radrensning med og uden ukrudtsharvning i vintersæd om foråret i samspil med forskellige dyrkningsfaktorer. DJF-rapport nr. 40, 211-225.
- Melander, B. (2010) Er de nye lugerobotter en gevinst? *Økologi & Erhverv* nr. 468.
- Melander, B., Nørremark, M. (2010) Fjern kvikrødder og overvej kompostering. *Landbrugsavisen*, oktober 2010, 16-17.
- Mikkelsen, M., Birkmose, T., Sandal, E., Høy, J.J., Rasmussen, A.L. (2001) Produktionsøkonomigrupperne Landbrugets Rådgivningscenter 2001. Rapport: Gylle - Nedfældning eller slangeudlægning?
- Miles, C., Roozen J., Maynard E. and Coolong T (2011) Fertigation in organic vegetable production systems. <http://www.extension.org/pages/29712/fertigation-in-organic-vegetable-production-systems>
- Misselbrook, T.H., Smith, K.A., Johnson, R.A., Pain, B.F. (2002) Slurry application techniques to reduce ammonia emissions: Results of some UK field-scale experiments. *Biosystems Engineering* 81, 313-321.
- Moseley, P.J., Misselbrook, T.H., Pain, B.F., Earl, R., Godwin, R.J. (1998) The Effect of Injector Tine Design on Odour and Ammonia Emissions following Injection of Bio-solids into Arable Cropping. *Journal of Agricultural Engineering Research* 71, 385-394.
- MST (2010) Nedfældning af gylle i græsmarker. *Teknologiblad*. 1. udgave, november 2010, Miljøministeriet, 8 sider.

- MST (2011a) Ægproduktion, økologiske høner <http://www.mst.dk/NR/rdonlyres/42C2D54E-71C0-4AA6-A8F6-CFC9BBC6D57A/0/Driftsystem%C3%98kologiskeh%C3%B8ner.pdf>
- MST (2011b) Vejledning om etablering og overdækning af kompost http://www.mst.dk/Virksomhed_og_myndighed/Landbrug/Husdyrgoedning/Vejledning_etablering.htm
- Munkholm, L.J., Schjønning, P. (2003) Jordpakning og mekanisk løsning på grovsandet jord. Grøn Viden Markbrug 271, 6 sider.
- 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
- Neuhoff, Daniel, Schulz, Dirk & Köpke, Ulrich (2005) Potential of Decision Support Systems for Organic Crop Production: WECOF-DSS, a tool for weed control in winter wheat. In proceedings of the First Scientific Conference of the International Society of Organic Agriculture Research (ISO FAR). 15th IFOAM Organic World Congress, 21–23 September, Adelaide, South Australia 123-127.
- Nielsen, K.M. (2000) Solceller driver lugevogn. Økologisk Jordbrug 222, august 2000.
- 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 Auftreten von Lagerkrankheiten bei Apfel. Obstbau 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.
- Niggli, U., Nosberger, J., & Lehmann, J. (1993) Effects of nitrogen-fertilization and cutting frequency on the competitive ability and the regrowth capacity of *Rumex obtusifolius* L. in several grass swards. Weed Research, 33(2), 131–137.
- Nyord, T., Hansen, M.N., Birkmose, T.S. Ammonia volatilisation and crop yield following land application of solid-liquid separated, anaerobically digested, and soil injected animal slurry to winter wheat in Special issue: RAMIRAN 2010 in preparation. Agriculture, Ecosystems and Environment.
- Nyord, T., et al. 2011 Miljøteknologier, rapport udarbejdet til miljø støtte ordningen)

- Nørregård, M. (2005) Technologies to reduce the environmental impacts and nitrogen loss of livestock manure. Ph.d. afhandling.
- Nørremark, M., Søgaard, H. T., Griepentrog, H. W., Nielsen, H. (2007) Instrumentation and method for high accuracy geo-referencing of sugar beet plants. Computers and Electronics in Agriculture 56, 130-146.
- Nørremark, M., Griepentrog, H. W., Nielsen, J., Søgaard, H. T (2008) The development and assessment of the accuracy of an autonomous GPS-based system for intra-row mechanical weed control in row crops. Biosystems Engineering 101(4), 396-410.
- 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, H.L., Jensen, B. & Munk, L. (2012) Bedre varsling mod æbleskurv. Frugt & Grønt 2(3), 124-125.
- Pedersen, J., Mortensen, K. (2005) Sortering af økologisk blandsæd. Maskiner og planteavl nr. 31 FarmTest, 29 sider.
- Pedersen, J., Petersen, P.H. (2010) Radrensning af majs og raps. FarmTest. Videncentret for Landbrug. Maskiner og Planteavl 118, 32 sider.
- Petersen, J., Haastруп, M., Knudsen, L., Olesen, J.E. (2010) Causes of yield stagnation in winter wheat in Denmark. DJF Report PLANT SCIENCE 147, 136 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.
- Rask, A.M., Kristoffersen, P., Andreasen, C. (2012) Termiske metoder tager selv det stride ukrudt. Grønt Miljø 5, 10-12

- Rasmussen, J., Pedersen, T.B. (1990) Forsøg med radrensning i korn - rækkeafstand og udsædsmængde. 7. Danske Planteværnskonference/Ukrudt: 187-199.
- Rasmussen, T.D., Hedemand, L., Hviid, J., Høy, J.J. (2001) Overdækning af gyllebeholdere. Farmtest Bygninger 1, 44 sider.
- Rasmussen, C.M., Orzolek, M.D. (2009) Penn State High Tunnel Plastic Study 2007-08. Report from Penn. State University
- Reid, J. (2008) Comparisons of Temperatures under Clear Polyethylene and Infrared Blocking Coverings for High Tunnels. Report Cornell University
- 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.
- Serup., T. (2008) Stalde til økologiske slagtesvin. Rapport lavet af Landscentret for økologi. DLBR.
- Simonne, E., R. Hochmuth, J. Breman, W. Lamont, D. Treadwell, and A. Gazula. (2008) Drip-irrigation systems for small conventional vegetable farms and organic vegetable farms. University of Florida IFAFS Extension. Publication No. HS1144. Tilgængelig på : <http://edis.ifas.ufl.edu/hs388>
- Slot, M., van der Schans, D., Bleeker, P., van den Berg, W. (2009) Precisie rechtgeleiding werktuig met RTK GPS - Een onderzoek naar verschillende stuursystemen op basis van nauwkeurige GPS systemen. PPO nr. 3250031508, 24 sider.
- 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, C.G. (2000) A Bayesian Network Based Decision Support System for the Management of Field Operations. Case: Harvesting Operations. Ph.D.-Thesis, Technical University of Denmark, 193 sider.
- Sørensen, C.G., Suomi, P., Kaivosoja, J., Pesonen, L. (2007) Functional Environment of a Mobile Work Unit. InfoXT – User-centric Mobile Information Management in Automated Plant Production. MTT Agrifood Research Finland.
- Sørensen, J.N. (2007) Mobil grøngødning. Frugt & Grønt 6(6), 272-274.
- Sørensen, J.N. (2013) Tørring af løg. Dansk Løggavl 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.

- Tersbøl, M., Bertelsen, I., Pedersen, J.B., Haldrup, C., Birkmose, T.S., Knudsen, L., Jørgensen, T.V. (2000) Økologisk dyrkning. Rækkedyrkning. I: Oversigt over landsforsøg 2000, ved Landsudvalget for Planteavl, Carl Åge Pedersen, 238-239
- 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
- Thysen, I., Detlefsen, N.K. (2006) Online decision support for irrigation for farmers *Agricultural Water Management*. Volume 86(3), 269-276
- Tillett, N.D., Hague, T. (2006) Increasing Work Rate in Vision Guided Precision Banded Operations. *Biosystems Engineering* 94(4), 487–494
- Tillett, N.D., Hague, T., Grundy, A.C. (2008) Mechanical within-row weed control for transplanted crops using computer vision. *Biosystems Engineering* 99, 171-178.
- van der Schans, D., Bleeker, P., Molendijk, L., Lotz, L.A.P., Bauermeister, R., Total, R., Baumann, D.T. (2006) Practical weed control in arable farming and outdoor vegetable cultivation without chemicals. PPO publication 532, Applied Plant Research Wageningen University, Lelystad, the Netherlands, 77 sider.
- van Evert, F. K., Polder, G., Van der Heijden, G.W. A. M., Kempenaar, C., & Lotz, L. A. P. (2009) Real-time, vision-based detection of *Rumex obtusifolius* L. in grassland. *Weed Research*, 49(2), 164–174.
- van Evert, F.K., Samsom, J., Polder, G., Vijn, M.P., Dooren, H.J.C. van, Lamaker, E.J.J., Heijden, G.W.A.M. van der, Kempenaar, C., Zalm, A.J.A. van der, Lotz, L.A.P. (2011) A robot to detect and control broad-leaved dock (*Rumex obtusifolius* L.) in grassland. *Journal of Field Robotics* 28, 264-277.
- VFL (2011) Grovfoder fra tidlig høstede proteinafgrøder til æglæggende høner med hængebane anlæg. Pjecen er tilgængelig på www.vfl.dk
- Vermeulen, G.D. & Mosquera, J. (2009). Soil, crop and emission responses to seasonal-controlled traffic in organic vegetable farming on loam soil. *Soil & Tillage Research* 102, 126-134.
- Walsh, M. (2002). Western Australian agronomic research and development for resistance management. *In Proceedings of the 13th Australian Weeds Conference: weeds 'threats now and forever'*, Edited by H. Spafford Jacob, J. Dodd and J.H. Moore, Perth, Western Australia, 8-13 September 2002, 677-679.
- 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.
- Weibel, F.P., Tamm, L., Wyss, E., Daniel, C., Häseli, A., Suter, F. (2007) Organic Fruit Production in Europe: Successes in Production and Marketing in the Last Decade, Perspectives and Challenges for the Future Development. *I: Proceedings of 1st IS on Organic Apple and Pear* Eds. D. Lynch and R. Prange. *Acta Horticultura* 737, 163-172.

Wien, H.C. Reid, J.C. 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.

Bilag 1 Teknologiliste i skemaform