

ENERGISTYRELSEN

VURDERING AF 12 ENERGIBESPARENDE TILTAG TIL SVINE- OG KVÆGBEDRIFTER SAMT KORNAVLERE

POTENTIALEVURDERING

ADRESSE COWI A/S
Parallevej 2
2800 Kongens Lyngby

TLF +45 56 40 00 00

FAX +45 56 40 99 99

WWW cowi.dk

PROJEKTNR.

A091619

DOKUMENTNR.

2

VERSION

1.4

UDGIVELSESDATO

25.09.2017

BESKRIVELSE

MNSC

UDARBEJDET

MNSC

KONTROLLERET

KUM

GODKENDT

MNSC

INDHOLD

Contents

1	Indledning	4
2	Resume	5
3	Kort beskrivelser af energiprofilerne	6
3.1	Energiprofil hos svineavlere	6
3.2	Energiprofil hos slagtekvægavlere og malkekvægavlere.	7
3.3	Energiprofil hos korndyrkere	8
4	Metoder, antagelser og anvendte energipriser	9
4.1	Vurdering af energisparepotentialet for svin- og kvægavlere	10
4.2	Vurdering af energisparepotentiale for kornavlere	12
4.3	Anvendte priser	13
5	Beskrivelse af tiltag og energibesparelsepotentiale	14
5.1	Varme- og el-besparelser	14
5.1.1	Udskiftning til LED belysning i staldene	14
5.1.2	Udskiftning af ventilatorer i staldene	18
5.1.3	Anvendelse af temperaturstyring af varmelamper i smågrisehulen	20
5.1.4	Frekvensstyring af vakuumpumpe i malkemaskinen	21
5.1.5	Køling af mælk med grundvand	22
5.1.6	Brug af gastæt silo til opbevaring af foderkorn	23
5.2	Diesel besparelser	26
5.2.1	Trykregulering af traktordæk	26
5.2.2	Regulering af omdrejningstal	28
5.2.3	Udskiftning af traktor	29
5.2.4	Reduceret jordbearbejdning	30
5.2.5	Reduktion af pløjedybden	32
5.2.6	Anvendelse af GPS og autostyring	33
6	Øvrige resultater af brugerundersøgelse	35
6.1	Energimålinger	35
6.2	Investeringshorisont for energitiltag	36
6.3	Servicering af energiforbrugende installationer	37
6.4	Udgifter til energiforbrug	38

7	Anvendelse af biogas til transport i landbrugssektoren	39
8	Konklusion og opsummering	41
8.1	Elbesparelestiltag	41
8.2	Varmebesparelestiltag	41
8.3	Dieselbesparelestiltag	42
8.4	Øvrige resultater	43
9	Kilder	44

1 Indledning

Energisparesekretariatet under Energistyrelsen har til opgave at fremme energibesparelser i erhvervslivet. I den forbindelse har Energisparesekretariatet bedt konsulentfirmaet COWI om at identificere 12 mulige energibesparelsetiltag i landbruget og udregne deres besparelspotentiale samt specifik investering i udstyr og tilbagebetalingstid.

Denne rapport opsummerer de 12 identificerede tiltag og den forventede effekt i energibesparelser, hvis tiltagene bliver realiseret. Der er ikke fokuseret på hele landbruget, men på 4 grupper i landbruget, som tilsammen forventes at have det største energiforbrug. Disse er:

- > Svineavlere
- > Slagtekvægavlere
- > Malkekvægavlere
- > Korndyrkere

Tiltagenes effekt er beregnet på grundlag af en spørgeundersøgelse af Megafon om omfanget af implementeringen af de identificerede energitiltag samt nøgletal for energibesparelse ved de enkelte energitiltag. Nøgletallene er fortrinsvist fremskaffet gennem energiselskaber og producenter.

Derudover er der også spurgt ind til andre parametre af landmændenes energiforbrug mht. målinger af energiforbruget, ønsket krav til tilbagebetalingstid, servicering af installationer samt udgifter til energiforbrug.

De udregnede energibesparelser bør ikke anvendes direkte for de enkelte landbrug som projekterings eller dimensioneringsgrundlag. Energistyrelsen og COWI påtager sig ikke ansvar for den videre brug af resultaterne.

Projektgruppen vil gerne takke følgende personer og firmaer for deres input til rapport:

- > Christian Hvam, Eniig
- > Kenneth Poulsen, Finn Udesen m. fl., SEGES
- > Jakob Jensen, Graasten Landbrugsskole
- > Griseavler Søren Jensen, Graasten
- > Jesper Fuglsang, Sønderjyllands Udviklingsråd
- > Mogens Kjeldahl, Danske Maskinstationer og Entreprenører
- > Christian Schädler, SLF
- > Christian Rabølle, GEFION

2 Resume

Der er identificeret 12 mulige tekniske energibesparelsetiltag indenfor 4 segmenter (kornavlere, svineavlere, malkekvægavlere og slagtekvægavlere) af landbruget. Tiltagens virkemåde, besparelspotentiale, specifikke investering samt tilbagebetalingstid er blevet kortlagt.

Tiltagene er:

- > Udskiftning til LED belysning
- > Udskiftning til ny ventilator
- > Mælkekøling med grundvand
- > Opbevaring i gastæt silo
- > Frekvensstyring af vakuumpumpe
- > Temperaturstyring af varmelampe i smågrisehulen
- > Automatisk regulering af dæktryk
- > Regulering af omdrejningstal
- > Udskiftning af traktor
- > Reduceret jordbearbejdning
- > Reducering af pløjedybden
- > Brug af GPS og autostyring

Under de givne antagelser anvendt i rapporten samt en spørgeundersøgelse til landmændene om udbredelsen af tiltagene er der beregnet et besparelspotentiale, hvis disse tiltag bliver implementeret. Potentialet er beregnet til

- > Et elbesparelspotentiale på 216.000 MWh/år
- > Et varmebesparelspotentiale på 63.000 MWh/år
- > En besparelse til transport på 524.000 MWh årligt svarende til 47,6 mio. liter diesel.
- > En potentiel økonomisk besparelse på 442,5 mio. kr. om året.

Derudover er de forskellige energiprofiler beskrevet for hver undergruppe af segmentet.

Endelig har spørgeundersøgelsen også afklaret at

- > Der er få landmand, der måler deres el- og varmebrug separat
- > Den typiske krævede tilbagebetalingstid for investeringer i energibesparende tiltag ligger på 3 – 5 år, hvorfor en del af ovenstående potentielle økonomiske besparelse ikke vil blive realiseret.
- > De fleste landmænd får ikke deres energiforbrugende installationer regelmæssigt serviceret og indreguleret.
- > Landmændenes udgifter til energiforbrug ligger på 5 – 11 % af deres totale udgifter.

3 Kort beskrivelser af energiprofilerne

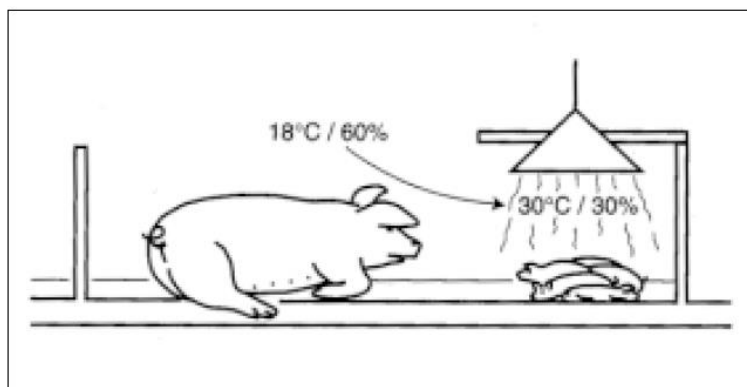
Dette afsnit giver en kort beskrivelse af energiprofilen hos hver af de fire grupper beskrevet i forrige afsnit

3.1 Energiprofil hos svineavlere

Svineavlere har – i sammenligning med kvægavlere – en kompliceret energiprofil. Undervejs i en gris' levetid oplever den forskellige former for energibehov, hvor el- og varmekonsumet varierer meget.

Små nyfødte pattegrise skal holdes varme – dvs. omkring 30 °C. Under denne temperatur kan smågrisene risikere at dø af kulde. Af denne grund holder pattegrise til i en smågrisehule, hvor der er gulvvarme og opvarmning med infrarøde lamper. Her opholder de sig mest, når de ikke dier hos soen.

Soen, hvor pattegrisene dier (også kaldet faresoen), skal helst have en temperatur på omkring 18 °C og en relativ fugtighed på 60%. Får faresoen det varmere eller fugtigere, bliver den rastløs, har forøget afføring og kan risikere at trampe pattegrisene ihjel. Derfor har faresoen og pattegrisene hver deres område ofte adskilt af tremmer:



Billede 1: Skitse af fareso smågrisehule (Ref 13)

Dette område af grisestalden kaldes *faresoen* og her er der en del energiforbrug til specielt varme til gulvvarmen i smågrisehulen samt el til infrarøde lamper. Derudover er der også en del energiforbrug til mekanisk ventilation samt affugtning hos nogle grisefarmere.

Efter at været i faresoen 4 – 6 uger bliver smågrisene flyttet over til *fravæningsstalden*, hvor de kommer væk fra faresoen. Her vænner de sig både til at være væk fra faresoen og til andre temperaturer. Her skal smågrisene i starten have 28 °C, som over ca. 3 uger gradvist reduceres til 20 °C (Den samlede opholdstid er 8 – 10 uger).

Temperaturniveauet for de nyindsatte smågrise kan f.eks. klares ved at etablere en såkaldt *klimasti*, som vist fornedet, hvor der er varme i overdækningen (Markeret med grønne felter), som gradvist reguleres ned.



Billede 2: Klimasti i fravænningsstald (Ref 1)

Andre steder arbejdes der med varmelamper i overdækning og/eller gulvvarme. Nogle steder er der også mulighed for at regulere overdækningen op og ned. Smågrisene bliver rykket rundt i fravænningsområdet, efterhånden som deres behov for varme formindskes.

I klimastien er der, som i farestien, både behov for varme, el til varmelamper og el til ventilation, men lidt mindre end i farestien.

Efter fravænningsområdet er smågrisene nu blevet til slagtesvin og bliver placeret i et separat område, hvor der kun er behov for ventilation. I alle de 3 områder er der også behov for belysning 12 – 16 timer i døgnet.

Udover energiforbruget til opretholdelse af klimaet i staldene har en svinestald også et elforbrug til vandpumper (til rengøring og drikkevand), gyllepumper, foderkværn, transportbånd til foder, cirkulationspumper mm. Der kan også være et energibehov for tørring af evt. foderkorn.

Derudover er der også energi til transport af smågrisene til andre svinefarme og/eller eksport, slagtesvin til slagteri, udkørsel af foder på mark, gylle til andre landmænd eller biogasanlæg, hentning af halm til evt. halmfyr, hentning af foder osv.

3.2 Energiprofil hos slagtekvægavlere og malkekvægavlere.

Sammenlignet med energiprofilen i svinebedrifter er profilen for kvægavlere generelt mere simpel. Kvæg behøver ikke varme i hele sin levetid og kvægstalde er derfor ikke opvarmet. Der kræves større mængder ventilation pr. dyr, men da luften ikke skal forvarmes eller behandles, er der bedre mulighed for naturlig

ventilation. Ved større kvægfarme, hvor der er stor rumdybde af stalden og hvor naturlig ventilation ikke er nok til at sikre en effektiv udluftning af stalden, kan det dog være nødvendigt at anvende mekanisk udsugning i stedet for. Ligesom svinebesætninger har kvægbesætninger også behov for el til lys 12 – 16 timer i døgnet.

Det der adskiller slagtekvæg og malkekvæg rent energimæssigt, er energiforbruget til malkning. Selve malkningen kræver el til pumpning samt nedkøling af mælken. Derudover skal der anvendes varmt vand til desinficering af malkeudstyret.

Derudover har kvægstalde ligesom svinestalde også et elforbrug til vandpumper (til rengøring og drikkevand), gyllepumper, foderkværn, transportbånd til foder, cirkulationspumper mm. Der kan som med svinestalde også være et energibehov for tørring af evt. foderkorn. Derudover bliver der også anvendt energi på udkørsel af foder på mark, gylle til andre landmænd eller biogasanlæg, hentning af foder osv.

3.3 Energiforbrug hos korndyrkere

Energiforbruget hos korndyrkere er væsentlig anderledes end svine- og kvægfarmene, idet der anvendes mere energi på transport. Dette sker i form af pløjning, harvning, såning, gyllekørsel, mejetærskning samt kornkørsel. Derudover sker der også anden kørsel i form af udbringning af korn.

Der er ikke – som i svine- og kvægbesætninger – noget energiforbrug til lys eller ventilation af hensyn til indeklimaet af betydning. Derimod kan der være et elforbrug til elmotorer til kværner, møller samt blæsere til tørring af korn. Ydermere kan der også være et varmebehov for tørring af kornet.

4 Metoder, antagelser og anvendte energipriser

Indledningsvist er de bedste energisparetiltag for landbruget blevet undersøgt og identificeret gennem interviews med landbrugets rådgivere, landmænd, maskinstationer, produktleverandører samt landbrugets interesseorganisationen SEGES og energiselskabet Eniig. Endvidere er der gjort brug af en række rapporter og artikler om energibesparelser i landbruget.

Mht. nøgletal for energibesparelser har disse været en udfordring at finde. Mange rapporter om energisparetiltag er af ældre dato (10 – 15 år) og der findes ikke mange testreferencer og standarder målrettet landbruget. Der er hovedsageligt anvendt data fra Energiselskabet Eniig for energiforbruget i svine – og kvægstalde, rapporten "Kortlægning af energiforbrug i virksomheder", Energi styrelsen 2015, "Miljøteknologier i det primære jordbrug – driftsøkonomi og miljøeffektivitet", DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, 2016 samt rapporten, "Dieselforbruget i landbruget", Karl Jørgen Nielsen, Erfaland 2013 samt rapporten "Energisparekatalog i landbruget", DEFU m.fl. 2002

De identificerede energisparetiltag har dannet baggrund for en spørgeundersøgelse, hvor landmændene er blevet spurgt, om de har foretaget forskellige relevante energisparetiltag. Derudover er de blevet spurgt ind til størrelsen af deres besætning, areal af jorder mv., som efterfølgende har dannet grundlag for potentialeudregningen. Spørgeundersøgelsen samt resultater fremgår af bilag.

Selve spørgeundersøgelsen er blevet gennemført af analyseinstituttet Megafon blandt 400 bedrifter fordelt i hele landet. Der er foretaget ca. 100 interview pr. bedriftstype: Kornavlere, svineavlere, slagtekvægavlere og malkekvægavlere. Respondenterne har deltaget anonymt i undersøgelsen. Megafon oplyser, at for en undersøgelse af denne art er 400 interview et passende antal interview til at give tilstrækkelig statistisk sikkerhed for de opnåede resultater. Nedenstående tabel fra Megafon opgør gennemførelsesstatistikken for undersøgelsen

Absolutte antal og procent	n	%
Bruttostikprøve	5.000	
Ubrugte	3.163	
Fravalgte, udgået	98	
Fravalgte, udenfor målgruppe	203	
Fravalgte, træffes ikke i perioden	32	
Fravalgte, andet	29	
Fravalgte, landbrug afviklet/forpagtet ud	378	
Nettostikprøve	1.096	100%
Nægttere	395	36%
Ikke truffet	298	27%
Gennemførte interview	403	37%

Tabel 1: Gennemførelsesstatistik for undersøgelsen gennemført af Megafon

Megafoon oplyser, at en gennemførelsesprocent på 37% er tilfredsstillende for en telefonundersøgelse af denne art. Nedenstående tabel opgør den ønskede fordeling og reelt opnået fordeling blandt respondenterne.

400 respondenter	Ønsket fordeling		Opnået fordeling Multi segmenter		Opnået fordeling Primært segment	
	n	%	n	%	n	%
Avl af kvæg (slagte)	100	25%	119	30%	106	26%
Avl af malkekvæg	100	25%	100	25%	94	23%
Planteavlere	100	25%	99	25%	99	25%
Svinebedrifter	100	25%	109	27%	104	26%
Total	400	100%	403	100%	403	100%

Tabel 2: Ønsket antal og fordeling samt opnået antal og fordeling blandt respondenterne

Baseret på landmændenes svar er der udregnet et besparelspotentialet for de adspurgte landmænd og deres besætning eller jorder, som anvendes til at skalere yderligere op på baggrund af det totale antal dyr eller hektar på landsplan. Det er valgt for dyreavlernes vedkommende at opskalere energisparepotentialet efter antal dyr og for kornavlernes vedkommende at opskalere efter dyrket areal. Denne opskaleringsmetode er valgt ud fra den betragtning, at det for dyreavlernes vedkommende hovedsageligt er *dyrene*, der kræver energi til pasning mv. og at det for kornavlernes vedkommende hovedsageligt er *jorden*, der kræver energi til jordbearbejdning.

4.1 Vurdering af energisparepotentialet for svin- og kvægavlere

F.eks. er der et energisparepotentiale i at udskifte belysningen i kvæg- og svinestalde fra almindelige lysstofrør til LED. Her er kvæg- og svineavlernes blevet stillet spørgsmålene: "Har du udskiftet til LED belysning?" og "I så fald: Hvor stor en andel af dine lamper er udskiftet til LED i procent?" Hvis en landmand har 1000 køer og har svaret, at 25% af belysningen i staldene er LED lamper og 75% er almindelige lysstofrør regnes der med, at 25% af køerne står under LED lamper og 75% står under alm. lysstofrør. Dvs. at der er et besparelspotentiale for udskiftning til LED for 75% af køerne eller 750 køer i den pågældende drift.

Derefter opsummeres antallet af alle køer uden LED belysning sammen i undersøgelsen og det opgøres, hvor meget de udgør i % af den samlede mængde køer i undersøgelsen. Hvis det f.eks. opgøres, at 2.500 køer i den *samlede* undersøgelse står under LED belysning ud af totalt 10.000 køer i undersøgelsen, er der et potentiale for udskiftning til LED for 7.500 af køerne – eller 75% af alle køerne. Det antages på baggrund heraf, at 75% af *alle* køer i Danmark står under alm. lysstofrør og på baggrund af dataene om alderen af lysstofrørene ud-

regnes samt nøgletal fra rådgivere, forskningsinstitutter mm. udregnes et total besparelspotentiale på baggrund heraf.¹

Energiselskabet Energi har på baggrund af en undersøgelse af energiforbruget i malkekvægstalder vurderet, at en malkeko bruger 149 kWh/år i belysning ved almindelige T8 lysstofrør.

Der er forskellige holdninger til besparelspotentialet ved udskiftning til LED: Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug (DCA) har anslået et besparelspotentiale på 30% ved udskiftning af belysningen. Spørger man derimod producenter af LED belysning, mener de, at det ligger på 50%. På baggrund heraf er det antaget, at der kan spares 40% ved udskiftning af T8 lysstofrør til LED. På baggrund heraf er der anvendt et besparelspotentiale på 60 kWh/malkeko/år ved udskiftning af lysstofrør ældre end 10 år, idet de antages at være T8 lysstofrør. For lysstofrør på maks. 10 år er der i undersøgelsen antaget 30 % besparelse (45 kWh/malkeko/år), idet dette i teorien kan være T5 lysstofrør, der ofte bruger mindre energi end T8 lysstofrør.

Mht. opskalering af potentialet er der anvendt tal fra Danmarks Statistik for husdyrbeholdningen i Danmark 2015 samt publikationen "Fakta for erhvervet 2016" fra Landbrug og fødevarer for samme år.

Der har været nogen udfordringer med at opgøre antal grise i fravænningsstaldene, da Danmarks Statistik kun har data for grise på 7 – 50 kg og slagtesvin, mens grise i fravænningsstalden kun er 7 – 30 kg. De opgjorte tal i tabellen for neden for grise i fravænningsstalden og antal slagtesvin er derfor estimater udarbejdet i samarbejde med Finn Udesen fra SEGES.

Mht. antal slagtekvæg er dette opgjort ved at fratække antal malkekøer (561.000) fra total antal kvæg (1.552.000).

Dette giver følgende opgørelse over antal dyr på landsplan og i undersøgelsen:

¹ Her skal det nævnes, at der er mange bedrifter, hvor der kan være LED belysning i én staldbygning og alm. belysning i en anden bygning - og for den sags skyld også forskellige ventilatortyper samt forskellige opvarmningsformer. Dette kan have flere årsager:

- > Investeringerne kan være så dyre, at landmanden kun energirenoverer én staldbygning ad gangen.
- > Når bedriften udvides, bygger man en ny staldbygning, hvor al teknik som regel er tidssvarende og måske også med en ny energikilde. Men investeringen i den nye staldbygning kan også betyde, at investeringerne i energirenoveringer af de gamle staldbygninger bliver udskudt.

Dyreart	På landsplan [stk.]	I undersøgelsen [stk.]	Undersøgelsens dækningsgrad af dyr
Pattegrise	2.618.895	106.670	4,1 %
Søer	1.033.869	46.698	4,5 %
Grise i fravænningsstalde (7 – 30 kg)	4.714.200	207.030	4,4 %
Slagtesvin (over 30 kg)	4.439.000	206.893	4,7 %
Malkekvæg	561.000	19.717	3,5 %
Slagtekvæg	991.000	11.135	1,2 %

Tabel 3: Antal dyr på landsplan og i undersøgelse

Der indgik 104 svinebedrifter, 106 slagtekvæg bedrifter og 94 malke bedrifter i undersøgelsen.

4.2 Vurdering af energisparepotentiale for kornavlere

Samme metodik beskrevet foroven er også blevet anvendt for undersøgelsen af kornavlere, men med fokus på dyrket areal i stedet for antal dyr: Hvis kun 20% af det samlede opdyrkede totale areal i undersøgelsen dyrkes med f.eks. reduceret jordbearbejdning, der sparer energi, regnes der med, at kun 20 % af Danmarks areal til korn dyrkes med reduceret jordbearbejdning. Herved er der et potentiale for energibesparelse ved reduceret jordbearbejdning for 80 % af det dyrkede areal til korn i Danmark.

Nedenstående tabel beskriver opdyrket areal i undersøgelsen samt total areal 2015 fra Dansk Statistik.

Total areal dyrket med korn [ha]	I undersøgelsen [ha]	Undersøgelsens dækningsgrad af dyrket areal til korn
1.453.896	12.344	0,8 %

Tabel 4: Dyrket areal på landsplan og i undersøgelsen

Der indgik 99 kornavlere i undersøgelsen.

4.3 Anvendte priser

Elpris: 0,8 kr./kWh /Ref 2

Diesel: 5 kr./l /Ref 3

Mandetimer: 191 kr./hr. /Ref 3

Fyringsolie: 4,5 kr./l /Ref 3

5 Beskrivelse af tiltag og energibesparelsespotentiale

5.1 Varme- og el-besparelser

5.1.1 Udskiftning til LED belysning i staldene

LED belysning har de sidste par år opnået en meget bedre lyskvalitet. Udover at energiforbruget kan reduceres ift. almindelige lysstofrør, har LED belysning yderligere den fordel, at levetiden er længere – op til 5 gange længere end alm. lysstofrør. Den længere levetid bevirker også, at der kan spares lønomkostninger ved udskiftning.

Man skal dog være opmærksom på at købe den rigtige LED belysning, idet der kan være forskel på lyskvalitet og holdbarhed. LED-belysningens evne til at gengive farver korrekt skal være i orden (Målt med Ra indexet, som helst skal være minimum 90, gerne 95), lysets farvetemperatur (målt i Kelvin) skal være god og tillige skal lysstyrken (målt i Lumen) være af samme styrke som de armaturer, der erstattes. Derudover skal man være opmærksom på, at LED lysstofrør har et anden og mere snæver lysspredning sammenlignet med alm. lysstofrør. Luften i staldene kan være barsk for belysningen (med bl.a. det høje ammoniakindhold i svinestaldene in mente) og det kan gå udover holdbarheden af armaturet. Der er i dag desværre ikke mange krav til LED belysning mht. lyskvalitet og holdbarhed og derfor kan der potentielt være mange produkter på markedet, som ikke vil være egnet til svine- eller kvægstalde. Endvidere vil der i mange stalde, specielt kvægstalde, være krav om dæmpbarhed til brug for belysning om natten. Det er ikke alle slags LED belysning, der kan dæmpes.

For slagtekvæg (defineret som alt andet end malkekvæg) er der antaget en besparelse, der sammenlignet med malkekvæg er 25 % mindre, idet slagtekvæg iflg. Graasten Landbrugsskole bruger lidt mindre lys. Her er der antaget 45 kWh/slagtekvæg ved udskiftning af lysstofrør ældre end 10 år og 36 kWh/slagtekvæg ved udskiftning af lysstofrør yngre end 10 år.

For svineavlere er der anvendt et nøgletal fra Eniig for belysning med alm. T8 lysstofrør på 68 kWh/år pr. so inkl. pattegrise, 1,4 kWh/år for grise i fravænningsstalden og 2,1 kWh/år for slagtesvin. Som i tilfældet med kvæg antages der en besparelse på 40 % ved udskiftning fra T8 rør til LED belysning. Ligeledes antages, der som i tilfældet med malkekvæg og slagtekvæg, 30% besparelse hvis de eksisterende lysstofrør er maks. 10 år gamle og derfor kunne være T5 lysstofrør

For kornavlere er der ikke udregnet et besparelsespotentiale, idet der ikke anvendes energi på belysning af betydning i denne branche.

Mht. pris på udskiftning sættes denne til 200 kr. inkl. arbejds løn for udskiftning af et 36 W T8 lysstofrør til LED rør af samme styrke på baggrund af tilbud fra lyssservice.dk på et egnet lysstofrør til stalde. Eniig anslår besparelsen ved en

sådan udskiftning til 110 kWh pr. år. Antages det, at armaturet holder 50.000 timer mod ca. 10.000 timer for et alm. lysstofrør, at der er lys på 12 timer dagligt, at et nyt T8 lysstofrør koster 25 kr. og at der spares en halv time på en udskiftning, giver dette en årlig besparelse på 182 kr. og en simpel tilbagebetalingstid på 1,1 år.

Ligningen der anvendes er:

$$\text{Simpel tilbagebetalingstid} = \frac{\text{Udgift til udskiftning til LED}}{\left(\begin{array}{l} \text{Sparede mandetimer på udskiftning af alm. lysstofrør} + \\ \text{materiale udgifter sparet på udskiftning af alm. lysstofrør} + \\ \text{Elbesparelse} \end{array} \right)}$$

For udskiftning af nyere lysstofrør (f.eks. T5 lysstofrør) antages der 75 % af denne energibesparelse – 83 kWh/år. – og samme pris for udskiftning. Dette giver en simpel tilbagebetalingstid på 1,2 år.

Ved nogle typer af ældre armaturer er det ikke muligt at udskifte til et LED rør og her må hele armaturet udskiftes i stedet for. Denne udskiftning kan iflg. lys-service.dk ligge på 760 kr. pr. armatur inkl. LED rør. Udskiftes der fra T8 lysstofrør til LED rør ligger tilbagebetalingstiden nu på 4 år og udskiftes der nyere lysstofrør ligger tilbagebetalingstiden på 5 år.

Besparelserne er uddybet forneden. Først opsummeres energibesparelsen og den afledte økonomiske driftsbesparelse:

	<i>Over 10 år gammelt lysstofrør</i>	<i>Under 10 år gammelt lysstofrør</i>
Energibesparelse pr. armatur ved udskiftning, [kWh/år]	110	75
Økonomisk driftsbesparelse fra energibesparelse ved udskiftning, [kr./år]	88	60

Tabel 5: Energibesparelse og driftsbesparelser anvendt ved udskiftning fra alm. lysstofrør til LED rør

Derefter opsummeres besparelserne afledt af den længere levetid af LED rørene sammenlignet med almindelige T5 og T8 lysstofrør:

Økonomisk besparelse når der <i>ikke</i> skal udskiftes alm. lysstofrør, materialebesparelser [kr./år]	11
Økonomisk besparelse når der <i>ikke</i> skal udskiftes alm. lysstofrør, mandetid [kr./år]	84
Samlet økonomisk besparelse, [kr./år]	95

Tabel 6: Afledte besparelser på materialeomkostning og mandetid ved brug af LED lys

Dette giver følgende totale besparelser og simpel tilbagebetalingstid:

	Udgift til udskiftning [kr.]	Total økonomisk besparelse - udskiftning af over 10 år gammelt lysstofrør [kr./år]	Total økonomisk besparelse - udskiftning af under 10 år gammelt lysstofrør [kr./år]	Simpel TBT - udskiftning af over 10 år gammelt lysstofrør [år]	Simpel TBT - udskiftning af under 10 år gammelt lysstofrør [år]
Kun udskiftning af lysstofrør	200	183	155	1,1	1,3
Udskiftning af helt armatur	760	183	155	4,2	4,9

Tabel 7: Opsummerede investering, besparelser og TBT ved udskiftning af lysstofrør til LED

Årlig energibesparelse pr. dyr og tilbagebetalingstid er opgjort forneden:

	<i>Malkekvæg</i>	<i>Slagtekvæg</i>	<i>So inkl. pat-tegrise</i>	<i>Smågrise i fravæningsstald</i>	<i>Slagtesvin</i>	<i>Vurderet TBT</i>
Over 10 år gamle lysstof til LED belysning	60 kWh/dyr	45 kWh/dyr	27 kWh/dyr	0,6 kWh/dyr	0,8 kWh/dyr	1 – 4 år
Under 10 år gamle lysstofrør til LED belysning	45 kWh/dyr	33 kWh/dyr	20 kWh/dyr	0,4 kWh/dyr	0,6 kWh/dyr	1 – 5 år

Tabel 8: Energibesparelser og vurderet TBT på udskiftning til LED pr. dyreart

I undersøgelsen er der opgjort en procentvis opgørelse af bedrifter, der ikke eller kun delvist er udstyret med LED belysning. Derudover er det – ved metoden beskrevet i afsnit 4.1 opgjort, hvor mange dyr der *ikke* står i LED belysning.

	<i>Malkekvæg-avlerne</i>	<i>Slagtekvæg</i>	<i>Svinebedrifter</i>
Andel af bedrifter der <i>ikke</i> eller kun delvist er udstyret med LED belysning	87 %	85 %	88 %
Andel af dyr der <i>ikke</i> står under LED belysning	66 %	80 %	84 %

Tabel 9: Procentvis bedrifter og dyr, der ikke har LED belysning

Der er på basis heraf samt ovenstående nøgletal identificeret følgende besparelspotentiale:

	<i>Bedriftstype og besparelse i MWh/år</i>					
<i>Tiltag</i>	<i>Malkekvæg</i>	<i>Slagtekvæg</i>	<i>Svinebedrifter</i>	<i>Kornavlere</i>	<i>I alt [MWh/år]</i>	<i>Økonomisk besparelse [kr./år]</i>
Udskiftning til LED	19.000	30.000	19.000	0	68.000	54.400.000

Tabel 10: Elbesparelse og total økonomisk besparelse på udskiftning til LED opgjort pr. bedriftstype og total

5.1.2 Udskiftning af ventilatorer i staldene

De eksisterende ventilatorer i de danske stalde er ofte TRIAC ventilatorer af ældre dato, hvor der kan opnås en besparelse på udskiftning til moderne PM/EC ventilatorer. I /Ref 4 anslås energibesparelsen ved udskiftning af TRIAC ventilatorer til PM/EC at være 50 – 70 %. I nærværende beregninger vil den anvendte besparelse blive sat konservativt til 60 %.

Her er anvendt data fra Eniig mht. forbruget af energi til ventilation i grisestalde. På baggrund heraf er der udregnet en besparelse på **23 kWh/so** inkl. pattegrise. For grise i fravænningsområdet er der anvendt en besparelse på **3 kWh/fravænnet svin**. For slagtesvin svarer det til en energibesparelse på **17 kWh/slagtesvin** pr. år.

For kvægstalde har det været svært at finde data for energibesparelser på ventilationen, idet danske kvægstalde i vid udstrækning bliver naturligt ventileret. Dog viste det sig fra brugerundersøgelsen, at 32 % af de adspurgte slagtekvæg-avlere og at 41 % af de adspurgte malkekvægavlere ventilerede mekanisk.

I artiklen "Ventilatorer i kvægstalde" i Kvæg nr. 28 fra 2005, hvor der er beskrevet målinger på energiforbruget til ventilation i 2002, anslås energiforbruget dengang til 42 kWh pr. kvæg pr. år for lodret monterede ventilatorer samt 6 kWh pr. kvæg pr. år for vandret monterede ventilatorer (Jakob Jensen fra Graasten Landbrugsskolen oplyser, at malkekvæg og slagtekvæg har samme ventilationsbehov). I det følgende vil - der baseret på disse målinger - blive anvendt et konservativt skøn på 10 kWh pr. kvæg pr. år som 2005 niveau.

Ventilatorarten er ikke opgivet i ovennævnte artikel, men det vurderes ud fra udgivelsestidspunktet til at være en TRIAC ventilator og der derfor er basis for en energibesparelse her. Anslås energibesparelsen for kvæg til også være 60 % ved udskiftning til PM/EC ventilator, opnås en energibesparelse på 60% af 10 kWh pr. kvæg = **6 kWh/kvæg/år**.

Da mange landmænd ikke nødvendigvis ved, hvilken ventilatorart de har, er der i stedet blevet spurgt ind til alderen af ventilatorerne og hvor mange procent de har af hver. Efter interview med Eniig er det antaget, at alle ventilatorer over 10 år med ret stor sikkerhed er TRIAC ventilatorer. Det er yderligere anslået, at 50 % af ventilatorerne mellem 5 – 10 år er TRIAC ventilatorer og 50 % PM/EC, hvor der ikke er noget energibesparelspotentiale. Her antages den halve besparelse af den anførte foroven.

Alle ventilatorer yngre end 5 år antages at være PM/EC og derfor uden energibesparelspotentiale og indgår derfor ikke i tabellen nedenfor.

Baseret på interview med Eniig anslås en simpel tilbagebetalingstid på mellem 2 – 7 år ved udskiftning af TRIAC ventilatorer til PM/EC alt efter brugstid

Årlig energibesparelse pr. dyr og tilbagebetalingstid er opgjort for neden:

	<i>Malkekvæg</i>	<i>Slagtekvæg</i>	<i>So inkl. pat-tegrise</i>	<i>Smågrise i fravæningsstald</i>	<i>Slagtesvin</i>	<i>Vurderet TBT</i>
Udskiftning af over 10 år gammel ventilator	6 kWh/dyr	6 kWh/dyr	23 kWh/dyr	3 kWh/dyr	17 kWh/dyr	2 – 5 år
Udskiftning af ventilator mellem 5 og 10 år	3 kWh/dyr	3 kWh/dyr	12 kWh/dyr	1,5 kWh/dyr	9 kWh/dyr	4 – 7 år

Tabel 11: Energibesparelser på udskiftning til ny ventilator og TBT pr. dyreart

Mht. pris opgiver Skov A/S, at en EC/PM ventilator på 13.800 – 15.800 m³/h koster 9 – 12.000 kr. inkl. installation.

Besvarelserne fra landmændene fordelte sig således:

	<i>Malkekvægavlerne</i>	<i>Slagtekvæg</i>	<i>Svinebedrifter</i>
Andel bedrifter med mekanisk ventilation ud af total antal bedrifter	41 %	32 %	89 %
Andel bedrifter med mekanisk ventilation der ikke eller kun delvist er udstyret med PM/EC ventilatorer ud af total antal bedrifter	36 %	26 %	50 %
Andel dyr i mekanisk ventilerede stalde der ikke er ventileret af PM/EC ventilatorer ud af total antal dyr	22 %	32 %	52 %

Tabel 12: Procentvis bedrifter og dyr, der har mekanisk ventilation og ikke er ventileret af PM/EC ventilatorer

Der er her identificeret følgende besparelspotentiale:

	Bedriftstype og besparelse i MWh/år					
Tiltag	<i>Malkekvæg</i>	<i>Slagtekvæg</i>	<i>Svinebedrifter</i>	<i>Kornavlere</i>	<i>I alt [MWh/år]</i>	<i>Økonomisk besparelse [kr./år]</i>
Udskiftning til ny ventilator	1.000	2.000	48.000	0	51.000	40.800.000

Tabel 13: Total elbesparelse og økonomisk besparelse på udskiftning ved til PM/EC ventilator opgjort pr. bedriftstype og total

5.1.3 Anvendelse af temperaturstyring af varmelamper i smågrisehulen

Én af de mest oplagte energibesparelser i svinestalde er temperaturstyring af varmelamperne i smågrisehulen, der er placeret i farestien.



Billede 3: Smågrisehulen med varmelampe

Som nævnt i afsnit 3.1 er smågrisehulen opvarmet med både gulvvarme og infrarøde varmelamper. Hvor gulvvarmen som regel er opvarmet med olie eller halm, bruger varmelamper strøm. Gulvvarmen er træg at regulere og dette kombineret med at varmelamperne bruger strøm, der er dyrere pr. kWh end olie og halm, gør at der er mere fornuft i at regulere varmetilførslen med varmelamper.

Firmaet VENG markedsfører en temperaturstyring af varmelamperne i farestierne, der måler overfladetemperaturen på smågrisene og gulvoverfladen og regulerer varmetilførslen fra varmelamperne tilsvarende. Dette kan nedsætte elforbruget med op til 50 % svarende til 112 kWh el pr. år pr. smågrisehule. Endvidere kan temperaturreguleringen også medføre, at gulvvarmen potentielt kan slukkes, hvilket VENG anbefaler sine kunder. Dette kan medføre en yderligere besparelse på 262 kWh varme pr. år. pr. smågrisehule.

VENG har givet et priseksempel på en temperaturstyring til 120 farestier eks. varmelamper på 116.890 kr. ekskl. moms. Forudsættes det, at gulvvarmen kan slukkes og sættes varmekilden til fyringsolie fås en simpel tilbagebetalingstid på under 3 år.

61 % af de adspurgte svinebedrifter med smågrisehuler svarede, at de ikke havde temperaturstyring af varmelamperne i smågrisehulen svarende til 54 % af alle smågrisene i undersøgelsen. Ud fra denne respons samt oplysninger om antallet af pattedriser er der opgjort følgende elbesparelspotentiale:

<i>Tiltag</i>	<i>Energibesparelse i MWh/år</i>	<i>Energitype</i>	<i>Økonomisk besparelse i kr./år</i>
Temperaturstyring af varmelampe i smågrisehulen	16.000	El	12.800.000

Tabel 14: Elbesparelse og økonomisk besparelse ved temperaturstyring af varmelampe i smågrisehule

Mht. varmpotentialet blev der i undersøgelsen ikke spurgt ind til, om gulvvarmen var tændt i smågrisehulen i forvejen og det har desværre ikke været muligt at finde data for, hvor mange svineavlere der har slukket for gulvvarmen. Det er ikke et udbredt fænomen, da utilstrækkelig varmetilførsel til smågrisehulen kan medføre en lav temperatur, hvilket kan forårsage, at pattegrisene dør. Antages det derfor, at gulvvarmen er tændt i 75 % af svinebesætningerne at den kan slukkes med en varmelampestyring som anført foroven og at varmeprisen er lig den opgivne for olie i afsnit 3 fås følgende varmebesparelspotentiale.

<i>Tiltag</i>	<i>Energibesparelse i MWh/år</i>	<i>Energitype</i>	<i>Økonomisk besparelse i kr./år</i>
Temperaturstyring af varmelampe i smågrisehulen	28.000	Varme	13.875.000

Tabel 15: Total varmebesparelse og økonomisk besparelse ved temperaturstyring af varmelampe i smågrisehule

Anvendes der halm istedet for olie, der er billigere eller måske helt gratis, vil besparelsen naturligvis være mindre. Skulle styring af varmelamper ikke være nok til at slukke gulvvarmen, kan det evt. kombineres med en isolerende måtte på gulvet i smågrisehulen, isolering af væggene omkring smågrisehulen og placering af løsthængende lameller foran smågrisehulen.

Følgende besparelse pr. år er anvendt i beregningen samt tilbagebetalingstid.

	<i>Pr. smågrisehule</i>	<i>Vurderet TBT</i>
Automatisk styring af varmelampe - el	112 kWh	Ca. 3 år
Automatisk styring af varmelampe - varme	197 kWh	

Tabel 16: Energibesparelse pr. smågrisehule samt TBT

5.1.4 Frekvensstyring af vakuumpumpe i malkemaskinen

Når kørerne malkes med en malkemaskine, skal der produceres et vakuum, således at mælken kan suges ud af koens pletter. Dette vakuum dannes ved hjælp af en vakuumpumpe. Med en frekvensstyret vakuumpumpe til malkeanlæg opnås der en energibesparelse ved at pumpens ydeevne reguleres i forhold til det reelle behov for vakuum. Energibesparelsen ved at anvende en frekvensstyring af

vakuumpumpe er i rapporten "Miljøteknologier i det primære jordbrug – driftsøkonomi og miljøeffektivitet" fra DCA (Ref 2) angivet til at være 24,5 kWh pr. årsko. En "årsko" eller "årskøer" er den gennemsnitlige mængde af køer, malkekvægavlerne har stående.

Firmaet SAC Center Vest sælger en frekvensstyring, som kan påmonteres eksisterende pumper uanset størrelse. Prisen ligger på 17.000 kr. for styring og 5 – 6000 kr. for monteringen. Selve monteringen skal ske i et samspil mellem VVS'eren, elmontør og malkemaskineleverandør, da det skal tilpasse individuelt.

Investeringens tilbagebetalingstid afhænger naturlig meget af besætningens størrelse. En malkekvægbedrift i 2015 havde iflg. Danmarks Statistik en gns. størrelse på 175 malkekøer. For en bedrift af denne størrelse vil tilbagebetalingstiden ligge på ca. 6 år. Andre kilder oplyser dog en TBT på ned til 2 – 4 år /Ref 12 og denne vil naturligvis da også blive mindre ved større besætninger.

Dette giver følgende opgørelse af energibesparelse og tilbagebetalingstid.

	<i>Energibesparelse</i>	<i>Vurderet TBT</i>
Frekvensstyring af malkepumpe	24,5 kWh pr. årsko	2 – 6 år

Tabel 17: Elbesparelse pr. årsko samt TBT ved frekvensstyring af malkepumpe

40 % af de adspurgte malkekvægavlere, svarende til 36 % af køerne i undersøgelsen, har svaret, at de ikke har en frekvensstyring af vakuumpumpen. Realiseres denne energibesparelse fås følgende besparelser:

	<i>Total energibesparelse</i>	<i>Total økonomisk besparelse</i>
Frekvensstyring af malkepumpe	5.000 MWh/år	4.000.000 kr./år

Tabel 18: Total elbesparelse og økonomisk besparelse ved frekvensstyring af malkepumpe

5.1.5 Køling af mælk med grundvand

Efter mælken er tappet fra koen, skal den køles ned, før den bliver afhentet af mejeriet. Dette foregår med en kølemaskine og en del energi kan spares, hvis mælken kan forkøles med grundvand via en brøndboring og – pumpe. Som regel vil mælken blive kølet ned fra ca. 35 °C til 10 – 15 °C på denne måde. Energibesparelse ved at køle med grundvand anslås til 90 kWh pr. årsko i Ref 2.

Etablering af et sådant køleanlæg involverer etablering af en brøndboring og pumpe, som iflg. Karsten Knudsen fra Vandfax vil ligge på 100.000 – 125.000

kr. Dertil kommer en pladekøler, der koster ca. 25.000 kr. En sådan boring vil kunne køle mælken fra op til 200 køer.

For en gns. besætning på 175 malkekøer vil dette betyde en årlig besparelse på 15.750 kWh svarende til en økonomisk besparelse på 12.600 kr. Dette giver en simpelt tilbagebetalingstid på 10 – 14 år, hvis etableringstallene fra Vandfax anvendes. Dette er umiddelbart en lang tilbagebetalingstid, men heri er ikke indregnet, at kølemaskinen potentielt kan nedskaleres i effekt. Denne gevinst kan dog kun nyttiggøres, hvis der samtidig med etableringen af grundvandskølingen skal investeres i en ny kølemaskine. Endelig kan besparelsen også være højere ved større bedrifter. Som nævnt kan omtalte boring betjene op til 200 køer og her vil tilbagebetalingstiden i bedste fald komme ned på 9 år.

Tabellen forneden opsummerer anslået besparelse samt TBT.

	<i>Energibesparelse</i>	<i>Vurderet TBT</i>
Køling af mælk med grundvand	90 kWh pr. årsko	9 – 14 år

Tabel 19: Elbesparelse pr. årsko samt TBT ved køling af mælk med grundvand

52 % af de adspurgte malkekvægavlere svarede, at de ikke forkølede mælken med koldt grundvand. Dette svarer til 30 % af malkekøerne, der indgik i undersøgelsen. Realiseres denne energibesparelse fås følgende besparelspotentiale:

	<i>Total energibesparelse</i>	<i>Total økonomisk besparelse</i>
Køling af mælk med grundvand	15.000 MWh/år	12.000.000 kr./år

Tabel 20: Elbesparelse total og økonomisk besparelse ved køling af mælk med grundvand

Efter brugerundersøgelsen var afsluttet, blev projektgruppen gjort opmærksom på, at mange malkekvægavlere køler med drikkevand (der anvendes til desinficering af malkeudstyr) eller slanger, der er lagt ud i overfladen af jorden. Dette blev der desværre ikke spurgt ind til i undersøgelsen. Derfor kan det reelle potentiale godt være lavere.

5.1.6 Brug af gastæt silo til opbevaring af foderkorn

Ved opbevaring af foderkorn til dyr skal det sikres, at kornet ikke rådner, da det kan være fugtigt umiddelbart efter høsten.

En traditionel måde at tørre kornet på er ved at anvende en tørretromle med høj temperatur, hvor foderkornet bliver tørret ved hjælp af opvarmet luft. Herefter kan det opbevares i en lufttæt silo. Andre måder kan være at opbevare det i en

silo, hvor det bliver ventileret med udeluft, indtil det er tørt nok til ikke at gå i forrådnelse. Tilsætningen af luft kan evt. styres via løbende målinger på fugtindholdet af foderkornet eller på en fugtmåler placeret i afkastluften.

Et energibesparende alternativ til disse tørringsmetoder er at opbevare det fugtige foderkorn i en gastæt silo. Her lukkes der for udelufttilførsel og derved kan forrådnelsesprocessen ikke starte. Foderkornet er stadig fugtigt, men da der ikke er ilt tilstede til at føde forrådnelsesprocessen, går denne ikke i gang. Kornet tages først ud af siloen umiddelbart før brug, da forrådnelsesprocessen vil starte, når foderkornet kommer i kontakt med ilt. Denne proces må kun anvendes til foderkorn til dyr og ikke korn til fødevarerindustrien.

Ud fra spørgeundersøgelsen fremgik det, at 27% af svineavlerne, 15% af malkekvægavlerne, 6% af slagtekvægavlerne samt 4% af kornavlerne brugte en gastæt silo.

Prisen på en gastæt silo afhænger meget af størrelsen. Assentoft Silo har oplyst en pris på 525.000 kr. ekskl. moms på en silo, der kan indeholde 1000 tons foderkorn. Tilbagebetalingstiden afhænger meget af, hvor meget foderkorn der løbende opbevares i siloen og hvor ofte siloen påfyldes og tømmes – jo mere, jo bedre. Derudover kommer det også an på, hvilken tørringsmetode siloen erstatter. Tørretromlen bruger meget varme og er dyr, hvis varmen kommer fra olien, men billig, hvis der anvendes gratis halm eller spildvarme fra et. evt. biogasanlæg. De andre tørremetoder, hvor der anvendes udeluft, bruger el i større eller mindre grad alt efter styringsmetode.

På baggrund af dette er der anslået en simpel tilbagebetalingstid, der ligger mellem 5 – 15 år. På baggrund af data fra /Ref 20 er der antaget følgende el- og varmeforbrug ved de forskellige tørremetoder, som også er den mængde, der kan spares ved etablering af en gastæt silo.

<i>Tørremetode</i>	<i>Varme- forbrug [kWh/ton]</i>	<i>Elforbrug [kWh/ton]</i>	<i>Vurderet TBT ved anvendelse af gastæt silo</i>
Tørretromle med høj temperatur	59	14	5 – 15 år
Tørring med udeluft og styring af luftmængden ved fugtmåling af afkastluften	0	8	
Tørring med udeluft og styring af luftmængden ved at tage fugtprøver af kornet	0	8	
Tørring med udeluft uden styring af luftmængden	0	16	

Tabel 21: Energiforbrug ved de forskellige tørringsmetode af foderkorn samt TBT ved anvendelse af gastæt silo

Der findes også andre tørringsmetoder end de her nævnte, men tørringsmetoderne ovenfor er de mest udbredte, så derfor er der fokuseret på dem.

Dette besparesestiltag er ikke relevant for alle dyreavlere og kornavlere. Nogle dyreavlere køber deres korn tørret fra foderstationer og har ikke behov for tørring eller gastæt opbevaring. Nogle anvender andre konserveringsformer, der ikke kræver energi som f.eks. indpakning i plastic eller konservering med syre. Andre anvender allerede gastæt opbevaring. Der er set bort fra disse parter i analysen.

Ligeledes dyrker nogle kornavlere korn til fødevarerindustrien og må ikke anvende en gastæt silo. Andre kornavlere tørrer slet ikke det høstede foder, men sælger kornet videre til en foderstofstation eller måske en nærliggende landmand med behov for foderkorn. Andre anvender allerede gastæt opbevaring. Dem er der ligeledes set bort fra.

Der er derfor kun medtaget landmænd, der anvender tørremetoderne oplistet i tabellen ovenfor til foderkorn og som enten producerer eller køber foderkorn, der skal tørres.

Besvarelserne fra respondenterne fordelte sig således:

	<i>Malkekvægavlerne</i>	<i>Slagtekvæg</i>	<i>Svinebedrifter</i>	<i>Kornavlere</i>
Besvarelse i % af antal bedrifter	17 %	24 %	30 %	36 %
Besvarelse i % af antal dyr eller ha	10 %	32 %	55 %	14 %

Tabel 22: Antal bedrifter og dyr, der har energisparepotentiale ved at anvende gastæt silo til foderkornopbevaring

Ud fra dette er der udregnet følgende besparelsespotentiale for varme og el:

	<i>Malkekvæg</i>	<i>Slagtekvæg</i>	<i>Svinebedrifter</i>	<i>Korndyrkere</i>	<i>I alt [MWh/år]</i>	<i>Økonomisk besparelse [kr./år]</i>
El	900	6.200	38.000	16.000	61.000	48.800.000
Varme	200	10.600	15.000	9.000	35.000	17.500.000
I alt						66.300.000

Tabel 23: Total energibesparelse og økonomisk besparelse ved anvendelse af gastæt silo til foderkornopbevaring

5.2 Diesel besparelser

5.2.1 Trykregulering af traktordæk

Traktoren anvendes af alle typer landmænd og både på mark og vej med forskellige belastninger alt efter hvad traktoren trækker. Underlaget for traktoren ændrer sig også meget efter om det er en mudret mark eller fast vej. På den mudrede mark skal der helst være et *lavt* dæktryk, for at dækkene griber ordentlig fat i underlaget. På fast vej skal der helst være et *højt* dæktryk for at nedsætte friktionen mellem dæk og vej og derudover undgå slid af dækket. Endvidere skal dæktrykket også reguleres efter belastningen, dvs. hvor meget traktoren trækker.

Ud fra interview med Per Merstrand fra Nordisk Dæk Import anslås det, at det koster 10% ekstra i brændstofforbrug ved kørsel på vej, hvis dæktrykket ikke reguleres efter arbejdsforholdene. Det ekstra brændstofforbrug på mark varierer efter belastning og underlag. En dæktryksregulator anslås efter interview med Mogens Kjeldahl fra maskinstationen DM&E og Jens Flarup fra Flarup Maskiner til at ligge på 150.000 – 200.000 kr. inkl. regulator og kompressor. Prisen for ny regulator indbygget i traktor og påmonteret anslås til at være nogenlunde det samme.

Tilbagebetalingstiden varierer meget efter brug og belastning:

En *kornavler* bruger iflg. /Ref 6 ca. 83 l/ha om året ex. mejetærskning. Alm. vejkørsel med traktor anvender ca. 1 l/km med jævn belastning og 30 km/h iflg. Ref 8.

Det antages, at en *kornavler* anvender 10 % ekstra ved dyrkning – dvs. 8,3 l/ha - pga. dårligt dæktryk ved dyrkning. Derudover antages det, ud fra brugerundersøgelsen, at en kornavler kører gns. 160 timer på vej (Landmændene skulle estimere, hvor mange timer de kørte på hhv. mark og vej i brugerundersøgelsen). Dette giver et merforbrug på 0,1 l/km og 3 l/hr ved en fart på 30 km/h. Det gns. dyrkede areal til korn pr. bedrift var i 2015 på 60 ha iflg. Dansk Statistik og tages der udgangspunkt i dette tal samt timerne brugt på vej fra brugerundersøgelsen, giver dette et forøget brændstofforbrug på ca. 1.000 l/år, svarende til en ekstraudgift på 5.000 kr. årligt og en simpel tilbagebetalingstid på 30 - 40 år, hvis der investeres i udstyr til automatisk dæktrykregulering.

En *dyreavler* kører iflg. undersøgelsen gns. 250 timer på vej og gns. 900 timer på mark (formentlig med udkørsel af foder og evt. gylle). Antages det, at brændstoffspildet på mark er dobbelt så stort som på vej, giver dette et forøget brændstofforbrug på ca. 6.300 l/år, svarende til en ekstraudgift på 32.000 kr. og en simpel tilbagebetalingstid på 5 – 7 år.

Tilbagebetalingstiden varierer igen meget af brugstiden og der er mange usikkerheder i disse betragtninger: Er man kornavlere og har en større mark end gennemsnittet- f.eks. 200 ha - og én traktor og bruger flere timer på vejen end antaget, kan investeringen tjene sig hjem hurtigere. Derudover er der for dyreavlere regnet med en jævn belastning og er denne i virkeligheden højere, er besparelsen tjent hjem endnu hurtigere.

Dette giver følgende vurdering af besparelsespotentiale og tilbagebetalingstid.

	<i>Energibesparelse</i>	<i>Vurderet TBT</i>
Automatisk trykregulering af traktordækket	Ca. 0,1 – 0,2 l/km ved kørsel på vej. Ca. 0,2 – 0,4 l/km ved kørsel på mark Ca. 7 – 9 l/ha ved dyrkning af jord.	Ca. 5 – 30 år

Tabel 24: Brændstofbesparelse og TBT ved anvendelse af automatisk regulering af traktordæk

I den nærværende undersøgelse blev landmændene spurgt om de regulerede trykket i traktordækkene alt efter om de kørte til mark eller vej. Her blev der konservativt kun kigget på dem, der svarede "Nej, aldrig". Dette var klart flertallet i alle besvarelser:

	<i>Malkekvæg-avlerne</i>	<i>Slagtekvæg</i>	<i>Svinebedrifter</i>	<i>Kornavlere</i>
Besvarelse i % af antal bedrifter	79 %	73 %	53 %	72 %
Besvarelse i % af antal dyr eller ha	68 %	46 %	32 %	43 %

Tabel 25: Procentvis antal bedrifter, og tilsvarende procentvis antal dyr, der har svaret "Nej, aldrig" til trykregulering af traktordækket

Iflg. interview med energirådgivere inden for branchen kniber det specielt med at regulere trykket i traktordækket op, når der skiftes fra *mark* over til *vej*, idet landmanden ofte vælger dæktryk og -type efter kørsel på *mark*, da det er dér, hvor traktoren kører mest. Derfor er der konservativt kun kigget på antal timer kørt på *vej*, som respondenterne har opgivet, og kun på dem der har svaret "Nej, aldrig". Ud fra en antagelse om et ekstra brændstofforbrug på 10 % er der udregnet dette besparelsespotentiale:

Tiltag	Bedriftstype og besparelse i MWh/år				<i>I alt [MWh/år]</i>	<i>Økonomisk besparelse [kr./år]</i>
	<i>Malkekvæg</i>	<i>Slagtekvæg</i>	<i>Svinebedrifter</i>	<i>Kornavlere</i>		
Automatisk trykregulering af traktordækket	17.000	61.000	10.000	44.000	132.000	60.000.000

Tabel 26: Energibesparelse og økonomisk besparelse ved automatisk trykregulering af traktordækket.

Det svarer til en diesel besparelse på 12 mio. l/år.

5.2.2 Regulering af omdrejningstal

Omdrejningstallet på motoren i en traktor skal reguleres efter belastning og underlag. I Ref 6 vurderes det f.eks., at der ved let belastning af traktorer kan spares op til 10 % på brændstofforbruget, hvis omdrejningstallet reduceres til 70 – 80 % af maksimal effekt. Investeringen i dette energisparetiltag er i princippet gratis, idet det er et spørgsmål om, at landmanden selv er opmærksom på at regulere omdrejningstallet op og ned efter belastning og underlag. Dette er også muligt at gøre via en automatisk gearkasse, men dette er ikke muligt at eftermontere på eksisterende traktorer. Det er dog efterhånden en fast bestanddel af mange nye traktorer.

Hvis det konservativt antages, at der kan spares 5 % af brændstofforbruget ved korrekt regulering af omdrejningstallet fås følgende besparelse og simpel tilbagebetalingstid (0 år, da der ikke er nogen investering ud over omtanke hos chaufføren).

	<i>Energibesparelse</i>	<i>Vurderet TBT</i>
Regulering af omdrejningstallet på motoren efter belastning og underlag	Ca. 0,05 – 0,1 l/km ved kørsel på vej. Ca. 0,1 – 0,2 l/km ved kørsel på mark Ca. 4 – 5 l/ha ved dyrkning af jord.	0 år

Tabel 27: Brændstofbesparelse og TBT ved anvendelse af regulering af omdrejningstallet efter belastning og underlag

Som i forrige afsnit blev der her konservativt kun kigget på dem, der svarede "Nej, aldrig" – denne gang til spørgsmålet om de regulerede omdrejningstallet efter belastning og underlag. Dette gav følgende besvarelser:

	<i>Malkekvægsavlerne</i>	<i>Slagtekvæg</i>	<i>Svinebedrifter</i>	<i>Kornavlere</i>
Besvarelse i % af antal bedrifter	20 %	44 %	20 %	21 %
Besvarelse i % af antal dyr eller ha	12 %	25 %	11 %	8 %

Tabel 28: Procentvis antal bedrifter, og tilsvarende procentvis antal dyr, der har svaret "Nej, aldrig" til regulering af omdrejningstallet efter belastning og underlag

Ud fra en antagelse om et ekstra brændstofforbrug på 5 % er der udregnet dette besparelspotentiale:

	Bedriftstype og besparelse i MWh/år					
Tiltag	<i>Malkekvæg</i>	<i>Slagtekvæg</i>	<i>Svinebedrifter</i>	<i>Kornavlere</i>	<i>I alt [MWh/år]</i>	<i>Økonomisk besparelse [kr./år]</i>
Regulering af omdrejningstallet på motoren efter belastning og underlag	9.000	60.000	16.000	13.000	98.000	44.545.000

Tabel 29: Energibesparelse og økonomisk besparelse ved regulering af omdrejningstallet efter belastning og underlag

Det svarer til en diesel besparelse på 8,9 mio. l/år. Der er et særligt stort potentiale for energibesparelser blandt slagtekvægavlere, fordi mange af disse ikke anvender regulering af omdrejningstallet jf. Tabel 28 baseret på Megafons spørgeundersøgelse.

5.2.3 Udskiftning af traktor

Ligesom biler bliver traktorer også udslidt og brændstofforbruget på ældre traktorer vil heller ikke altid kunne måle sig med brændstofforbruget af nyere traktorer. Der er i midlertidigt – ligesom biler – mange forskellige mærker og ældre traktorer af et godt mærke kan have et mindre brændstofforbrug end nyere traktorer. Kent Nielsen fra Rådgiverfirmaet EnviScan har til projektet udtalt, at "Nogle mærker har modeller, som er mere end 10 år gamle og som er mere effektive end helt nye traktorer fra andre mærker."

Her er det konservativt antaget, at der ved udskiftning af traktorer over 20 år gamle kan opnås en gns. energibesparelse på 5 %. Tilbagebetalingstiden er meget svært at bedømme pga. de forskellige mærker og brændstoffeffektivitet. Det anslås konservativt, at den er høj og ligger på 30 – 100 år.

Dette giver følgende besparelser og tilbagebetalingstid:

	<i>Energibesparelse</i>	<i>Vurderet TBT</i>
Brændstofbesparelser ved udskiftning af traktor	Ca. 0,05 – 0,1 l/km ved kørsel på vej. Ca. 0,1 – 0,2 l/km ved kørsel på mark Ca. 4 – 5 l/ha ved dyrkning af jord.	30 – 100 år

Tabel 30: Brændstofbesparelse og TBT ved udskiftning af traktor

I brugerundersøgelsen blev der spurgt til antal traktorer samt alderen af hver traktor. For hver respondent blev gennemsnitsalderen af traktorflåden udregnet

og såfremt denne var over 20 år, blev det antaget, at respondenterne kunne spare 5 % i brændstof på udskiftning af traktorflåden. Besparelsen er blevet udregnet af baggrund af respondenterens oplysninger om antal timer kørt på mark og vej samt areal af evt. mark.

Følgende respondenter havde en traktor med en gennemsnitsalder over 20 år:

	Malkekvæg-avlerne	Slagtekvæg	Svinebedrifter	Kornavlere
Besvarelse i % af antal bedrifter	21 %	42 %	20 %	32 %
Besvarelse i % af antal dyr eller ha	6 %	14 %	5 %	8 %

Tabel 31: Procentvis antal bedrifter, og tilsvarende procentvis antal dyr, der har traktorer med en gennemsnitsalder over 20 år.

Det er interessant at se, at der i de sidste to opgørelser er en væsentlig forskel i besvarelserne, når man opgør dem efter antal bedrifter og antal dyr eller ha. I tabellen ovenfor ses, at i 42 % af slagtekvæg bedrifterne har man traktorer, der er gennemsnitlig over 20 år gamle. Men disse bedrifter ligger kun inde med 14% af antal slagtekvæg i undersøgelsen. Forklaringen på dette kan være, at der er mange mindre bedrifter med relativt få antal dyr, der har gamle traktorer. Det kunne af undersøgelsen ikke konkluderes, hvorfor der er så mange slagtekvæg-bedrifter, der har ældre traktorer.

Opgørelsen gav følgende energibesparelspotentiale:

Tiltag	Bedriftstype og besparelse i MWh/år				I alt [MWh/år]	Økonomisk besparelse [kr./år]
	Malkekvæg	Slagtekvæg	Svinebedrifter	Kornavlere		
Udskiftning af traktor til nyere	9.200	68.000	7.000	6.000	90.000	40.909.000

Tabel 32: Brændstofbesparelse og økonomisk besparelse ved udskiftning af traktor

Dette svarer til en besvarelse på 8,2 mio. i diesel pr. år.

5.2.4 Reduceret jordbearbejdning

Pløjning af marken udføres for at fjerne afgrøderester og nye ukrudtsfrø fra overfladen samt skabe forhold for etablering af næste afgrøde. Ved pløjning dannes der dog også et hårdt lag under pløjedybden, der kan være hæmmende for vertikale rødder iht. Erik E. Olesen fra Landbocentrum (Ref 10). Ved reduceret jordbearbejdning undlades det at pløje og derved spares der potentielt både brændstof til pløjningen og mandetimer. Reduceret jordbearbejdning (også kaldet pløjefri dyrkning) er ikke én bestemt metode, men er en fællesbetegnelse

dækkende fra direkte såning til intensiv stubbearbejdning inden etablering af ny afgrøde (Citat fra Ref 10). Konsekvensen er dog, at der ofte skal anvendes pesticider for at få ryddet ukrudtet. Dette gør, at økologisk landbrug – hvor der ikke må anvendes pesticider - kan have udfordringer ved at gå over til reduceret jordbearbejdning.

Pløjning er sammen med mejetærskning og gyllekørsel én af de mest energi-krævende arbejdsopgaver ved korndyrkning. Det normale energiforbrug til dyrkning af en mark ligger på omkring 100 l/ha inkl. udspreddning af gylle, hvoraf pløjning ligger på ca. 17 l/ha /Ref 6. Da der reelt er forskel på, hvor meget der anvendes til pløjning, sættes brændstofbesparelsen ved overgangen til reduceret jordbearbejdning til 15 l/ha. Mht. sparet tidsforbrug antages dette til 1 time pr. ha /Ref 10. Som nævnt foroven er der flere forskellige former for reduceret jordbearbejdning og brændstofbesparelsen samt timebesparelsen vil variere. Derfor skal den nævnte brændstofbesparelse og timebesparelse tages som generelle tal.

Mht. udregning af simpel tilbagebetalingstid er den meget forskellig: Nogen landbrug har alt udstyret, kan gå i gang i morgen og de har i princippet en tilbagebetalingstid på 0 år. For at få en idé om investeringsstørrelsen for en omlægning blev Jan Nielsen fra Patriotisk Selskab interviewet og han anslår, at det koster ca. 1 – 1,5 mio. at omlægge en bedrift på min. 300 – 400 ha fra almindelig pløjning til reduceret jordbearbejdning. Dette giver en tilbagebetalingstid på ca. 10 – 20 år ud fra en min./max. betragtning og ovenstående antagelser om besparelser på mandetimer og brændstof. Dette er en lang tilbagebetalingstid for en landmand uden det fornødne udstyr, hvis man kun ser på de besparelser, der er antaget foroven.

Under alle omstændigheder er det en større ændring i bedriftens arbejde, hvis der omlægges til reduceret jordbearbejdning og der skal derfor være flere argumenter for omlægningen end blot energibesparelsen.

Dette giver følgende nøgletal for besparelsen:

	<i>Energibesparelse</i>	<i>Vurderet TBT</i>
Reduceret jordbearbejdning	15 l/ha	0 - 20 år

Tabel 33: Energibesparelse pr. ha og TBT ved reduceret jordbearbejdning

Ud fra responsen fra landmændene om de arbejder med reduceret bearbejdning og i så fald i hvilken udstrækning er følgende besparelspotentiale blevet udregnet:

	<i>Total energi- besparelse</i>	<i>Total brændstofbe- sparelse</i>	<i>Total økonomisk be- sparelse</i>
Reduceret jord- bearbejdning	139.000 MWh/år	12.600.000 l die- sel/år	63.200.000 kr./år

Tabel 34: Total energibesparelse og økonomisk besparelse ved anvendelse af reduceret jordbearbejdning

5.2.5 Reduktion af pløjedybden

Pløjning er, som nævnt ovenfor, én af de mest energikrævende opgaver ved korndyrkning. Pløjning har bl.a. til opgave at nedkæmpe ukrudt og derfor kan landmanden, for at være på den sikre side, vælge at pløje dybere end nødvendigt for at fjerne ukrudtet. For hver cm der pløjes dybere end nødvendigt, øges dieselforbruget fra 0,5 til 1,4 – liter/ha alt efter jordens sammensætning /Ref 11 Her antages det, at der kunne spares blot 2 l/ha ved at reducere pløjedybden for at spare energi.

At sænke pløjedybden kræver omhu, idet det kan betyde mere ukrudtsdannelse og øget risiko for mindre udbytte. Det kræver derfor en undersøgelse af bl.a. mængden af ukrudtsforhold og afgrøderester forud for hver pløjning.

Dette giver følgende opgørelse af energibesparelse og tilbagebetalingstid:

	<i>Energibesparelse</i>	<i>Vurderet TBT</i>
Reduceret pløje- dybde	2 l/ha	<0 år

Tabel 35: Energibesparelse pr. ha og TBT ved reduceret pløjedybde

Kornavlere blev i brugerundersøgelsen spurgt om de havde forsøgt at reducere pløjedybden for at spare energi. Hertil svarede 61 % af respondenterne nej svarende til 58 % af det samlede areal af de jorder, der indgik i undersøgelsen. Med antagelsen nævnt ovenfor om en besparelse på 2 l/ha er der udregnet følgende besparelspotentiale.

	<i>Total energi- besparelse</i>	<i>Total brændstofbe- sparelse</i>	<i>Total økonomisk be- sparelse</i>
Reduktion af pløjedybden	19.000 MWh/år	1.700.000 l diesel/år	8.600.000 kr./år

Tabel 36: Total energibesparelse og økonomisk besparelse ved reduceret pløjedybde.

5.2.6 Anvendelse af GPS og autostyring

Under jordbearbejdningen – hvad enten det er pløjning, harvning, høstning osv. – kan det ske, at landmanden kommer til at "overlappe" sine spor og derved bruge for meget brændstof på den givne opgave.

Ved brugen af GPS og autostyring styres traktoren efter, hvor den har kørt, således at overlappet reduceres til få centimeter. Amerikanske test af autostyring og GPS har vist, at brændstofforbruget kan reduceres med ca. 10 % jf. artiklen "Energy savings by adopting precision agriculture in rural USA" Bora m. fl. 2012(Ref 17). Derudover har GPS og autostyring den fordel, at der kan etableres faste kørespor, som anvendes år efter år. Dette formindsker brændstofforbruget og maksimerer det dyrkede areal, hvilket giver anledning til et øget udbytte.

En traktor eller mejetærsker, der fra fabrik er forberedt til autostyring og GPS, kan monteres med autostyring og GPS for ca. 120.000 kr. For traktorer, der ikke er forberedt, er prisen ca. 40.000 kr. højere. I forbindelse med køb af en ny traktor kan autostyring og GPS ofte erhverves til under 100.000 kr. jf. Indlægget "Kan jeg spare ved autostyring og undgå fejlinvesteringer?" på plantekongres 2010, Specialkonsulent Hans Henrik Pedersen, Agrotech (Ref 18). Samme kilde anslår en besparelse på op til 900 kr./ha årligt inklusive øget udbytte og reduceret omkostninger.

Tilbagebetalingstiden vil afhænge meget af størrelsen af det dyrkede areal. Hvis det antages, at både traktor og mejetærsker skal forsynes med GPS og autostyring, vil det koste fra 200.000 – 320.000 kr., alt efter om der er forberedt til GPS og autostyring eller ej. Den gennemsnitlige bedriftsstørrelse ligger iflg. "Fakta om erhvervet 2016" af Landbrug og Fødevarer (Ref 19) på 71,9 ha og for en bedrift af denne størrelse vil tilbagebetalingstiden være på 3 – 5 år, hvis ovenstående besparelse antages.

/Ref 6 anslår brændstofforbruget til dyrkning til 80 l/ha. Hvis det antages, at dette kan reduceres med 10 % ved brug af autostyring og GPS fås følgende opsummering af energibesparelse og tilbagebetalingstid:

	<i>Energibesparelse</i>	<i>Vurderet TBT</i>
GPS og autostyring	8 l/ha	3 - 5 år

Tabel 37: Energibesparelse pr. ha og TBT ved brug af GPS og autostyring

78 % af de adspurgte kornavlere, svarende til 41 % af det samlede areal af de jorder, der indgik i undersøgelsen, svarede at de ikke anvendte GPS og autostyring. Med antagelsen nævnt ovenfor om en besparelse på 8 l/ha er der udregnet dette besparelspotentiale:

	<i>Total energi- besparelse</i>	<i>Total brændstofbe- sparelse</i>	<i>Total økonomisk be- sparelse</i>
GPS og autosty- ring	46.000 MWh/år	20.100.000 l die- sel/år	20.100.000 kr./år

Tabel 38: Total energibesparelse og økonomisk besparelse ved brug af GPS og autostyring

6 Øvrige resultater af brugerundersøgelse

Dette kapitel omhandler spørgsmål stillet til landmændene omkring energimålinger, lyst til investering i nye tiltag samt udgifter til energiforbrug set i forhold til øvrige driftsudgifter og omsætning.

6.1 Energimålinger

I brugerundersøgelsen omtalt i afsnit 3 blev landmændene spurgt om de målte deres el- og varmemeforbrug separat. (Der blev ikke spurgt ind til dieselforbruget). Resultatet er opsummeret i tabellerne nedenfor:

Måler din virksomhed sit elforbrug separat? F.eks. til lys, pumpning, blæsere mm.	Avl af slagtekvæg		Avl af malkekvæg		Kornavlere		Svinebedrifter		Total	
	Antal	%	Antal	%	Antal	%	Antal	%		
Ja	15	14%	16	17%	28	28%	32	31%	91	23%
Nej	90	84%	78	83%	70	71%	72	69%	310	77%
Ved ikke/vil ikke svare	2	2%	0	0%	1	1%	0	0%	3	1%
Total	107	100%	94	100%	99	100%	104	100%	404	100%

Tabel 39: Besvarelser opgjort til spørgsmål om separat måling af elforbrug

Måler din virksomhed sit varmemeforbrug separat? F.eks. varmt vand og øvrig opvarmning	Avl af slagtekvæg		Avl af malkekvæg		Kornavlere		Svinebedrifter		Total	
	Antal	%	Antal	%	Antal	%	Antal	%		
Ja	18	17%	13	14%	26	26%	24	23%	81	20%
Nej	88	82%	80	85%	73	74%	79	76%	320	79%
Ved ikke/vil ikke svare	1	1%	1	1%	0	0%	1	1%	3	1%
Total	107	100%	94	100%	99	100%	104	100%	404	100%

Tabel 40: Besvarelser opgjort til spørgsmål om separat måling af varmemeforbrug.

Undersøgelsen viser, at langt de fleste landmænd ikke måler deres energiforbrug separat – hverken varme eller el.

Dette er ikke usædvanligt inden for erhvervslivet generelt, men det har minimum to ulemper:

- > En dårligt fungerende pumpe, kværn eller lignende, som forårsager et øget elforbrug, er svært at identificere. Mange landmand vil først opdage det øgede energiforbrug ved gennemgangen af årsregnskabet og derefter venter der et større "detektivarbejde" for at identificere grunden til det øgede elforbrug.

- > Der er ikke mulighed for at sammenligne det individuelle energibrug af sine maskiner eller udstyr med standard energiforbrug eller normtal for energiforbrug for lignende maskiner og udstyr på markedet.

Mht. standard energiforbrug samt normtal for forbrug er udfordringen for landmændene ydermere, at disse ofte er svære at finde (hvis de findes) og sjældent er opdateret. Ydermere vil der være forskellige normtal for hver bedrift efter antal dyr og type for dyreavlernes vedkommende samt antal ha og hvad der dyrkes for kornavlernes vedkommende. Man kan selvfølgelig spørge producenten om energiforbruget, men maskinproducenterne tester ofte deres udstyr under forskellige forhold fra producent til producent og det kan være svært for landmanden at finde det rette udstyr at sammenligne med. Derudover mangler der iflg. energiselskabet Eniig i vid udstrækning fælles testbetingelser og standarder for udstyr og maskiner til landbruget.

En start kunne være at etablere normtal ud fra, hvad der produceres på det enkelte landbrug. F.eks. har Eniig lavet deres egen målinger på svine- og kvægstalde og på baggrund heraf beregnet, hvad en fareso, pattegris, slagtesvin osv. hver især forårsager af energiforbrug til ventilation, belysning, foderfremstilling, varme, vandforbrug osv. Dette virker som en velegnet metode, idet det primært er pasning af dyrene, som kræver energi.

Næste skridt kunne derefter være etablering af en hjemmeside, hvor landmanden kan indtaste mængden og art af sine dyr og derefter få oplyst, hvor meget det separate energiforbruget bør ligge på for sit udstyr. Hvis landmanden derefter opsætter bimålere, (eller blot får sit energiforbrug målt midlertidigt af f.eks. en rådgiver eller sit energiselskab), kan han sammenligne sit aktuelle forbrug med, hvad det burde være. Dette vil også være en god dokumentation for landmanden for at sælge sine energibesparelser til energiselskaberne.

6.2 Investeringshorisont for energitiltag

Som en del af brugerundersøgelsen blev landmændene spurgt om deres krav til den simple tilbagebetalingstid af energibesparende tiltag:

Hvis din virksomhed skulle investere i energibesparende tiltag, hvor mange år vil du så forlange, at der højst skal gå før investeringen har tjent sig selv ind?	Avl af slagtekvæg		Avl af malkekvæg		Kornavlere		Svinebedrifter		Total	
	Antal	%	Antal	%	Antal	%	Antal	%		
0-2 år	9	8%	10	11%	5	5%	12	12%	36	9%
3-5 år	44	41%	52	55%	45	45%	76	73%	217	54%
6-9 år	9	8%	6	6%	8	8%	5	5%	28	7%
10 eller derover	20	19%	9	10%	20	20%	2	2%	51	13%
Ved ikke/vil ikke svare	25	23%	17	18%	21	21%	9	9%	72	18%
Total	107	100%	94	100%	99	100%	104	100%	404	100%

Tabel 41: Besvarelser opgjort om krav til simpel tilbagebetalingstid

Som det kan ses af tabellen ovenfor, ligger den krævede tilbagebetalingstid hos landmanden på 3 – 5 år, hvilket ikke er usædvanligt for erhvervslivet generelt. Dette betyder naturligvis, at visse energisparetiltag med forventet høj tilbagebetalingstid som f.eks. udskiftning af traktoren og investering i automatisk trykgulering af dækket højst sandsynligt vil blive fravalgt.

6.3 Servicering af energiforbrugende installationer

Ydermere er landmændene blevet spurgt om, hvor ofte de servicerer deres installationer med henblik på at nedsætte energiforbruget:

Hvor ofte får du serviceret og indreguleret dine installationer med henblik på at nedsætte energiforbruget?	Avl af slagtekvæg		Avl af malkekvæg		Kornavlere		Svinebedrifter		Total	
	Antal	%	Antal	%	Antal	%	Antal	%		
Hvert år	13	12%	21	22%	12	12%	22	21%	68	17%
Hvert 2. år	3	3%	8	9%	4	4%	9	9%	24	6%
Hvert 3. år	4	4%	2	2%	3	3%	9	9%	18	4%
Hvert 4. år	2	2%	3	3%	3	3%	2	2%	10	2%
Hvert 5. år	8	7%	8	9%	11	11%	8	8%	35	9%
Hvert 6. til 10. år	3	3%	2	2%	2	2%	0	0%	7	2%
Sjældnere	7	7%	5	5%	7	7%	7	7%	26	6%
Aldrig	61	57%	41	44%	54	55%	42	40%	198	49%
Ved ikke/vil ikke svare	6	6%	4	4%	3	3%	5	5%	18	4%
Total	107	100%	94	100%	99	100%	104	100%	404	100%

Tabel 42: Besvarelser opgjort til spørgsmål om regelmæssig af servicering af energiforbrugende installationer

Som det kan ses af tabellen ovenover, er det de færreste, der får deres installationer tjekket hyppigt for at nedsætte energiforbruget og flertallet får det ikke gjort.

Regelmæssig tjek og indregulering virker som en "lavthængende frugt" i denne sammenhæng. Landmændene har en række obligatoriske tjek af deres bedrifter (f.eks. af veterinærmyndighederne) og det ville være oplagt, hvis de myndigheder eller konsulenter, der forestod disse tests, også kunne stå for at tjekke energiforbruget og servicere de energiforbrugende installationer. Dette vil måske kunne supplere eller erstatte målingerne af energiforbruget omtalt i afsnit 6.1. Ydermere vil tjek og indregulering ikke have nogen indflydelse på de omtalte energitiltag, når der opgøres efter kWh sparet

6.4 Udgifter til energiforbrug

Som en del af brugerundersøgelsen blev landmændene også spurgt om deres omsætning, udgifter generelt samt udgifter til varme, el og transport i runde tal.

Der var mange af landmændene der ikke på stående fod kunne eller ville give et svar. Ofte tilkendegav de, at deres revisor håndterede disse tal. Nedenstående opgørelse viser, hvad de kunne svare på ud af antal bedrifter:

	<i>Total antal adspurgte bedrifter</i>	<i>Antal bedrifter som kunne og ville svare på totale udgifter og udgifter til varme, el og transport</i>	<i>Procentvis</i>
Avl af slagtekvæg	106	46	43%
Avl af malkekvæg	94	19	20%
Kornavlere	99	38	39%
Svinebedrifter	104	34	33%

Tabel 43: Besvarelser opgjort på spørgsmål om udgifter til varme, el og transport

Ud af dem, der kunne og ville svare på både alle spørgsmål om omsætning og udgifter, blev der opgjort følgende tal. Det skal understreges, at tallene kun er for de undersøgte parter og ikke hele landbruget.

	Omsætning [kr./år]	Driftsudgifter [kr./år]	Udgifter til varme [kr./år]	Udgifter til el [kr./år]	Udgifter til transport [kr./år]
Avl af slagtekvæg	121.289.000	57.860.000	426.650	1.474.946	1.840.000
Avl af malkekvæg	503.412.000	265.380.000	406.500	7.805.530	5.322.000
Kornavlere	194.815.000	66.392.000	1.858.000	3.124.800	3.883.000
Svinebedrifter	1.285.100.000	445.010.000	22.872.000	19.624.300	9.001.000

Tabel 44: Summeret omsætning, driftsudgifter samt udgifter til energi fra de respondenter, der kunne og ville opgive svar på samtlige poster.

Som det kan anes af tabellen ovenover, udgør driftsudgifterne ikke meget i det store regnskab. Dette fremgår tydeligere, når det opgøres i procent:

	Procentvise udgifter til transport	Procentvise udgifter til varme	Procentvise udgifter til el	Procentvise udgifter til energi i alt
Avl af slagtekvæg	0,7%	2,5%	3,2%	6,5%
Avl af malkekvæg	0,2%	2,9%	2,0%	5,1%
Kornavlere	2,8%	4,7%	5,8%	13,4%
Svinebedrifter	5,1%	4,4%	2,0%	11,6%

Tabel 45: Procentvise udgifter til energi opgjort på basis af respondenter, der besvarede samtlige spørgsmål om udgifter til energiforbrug

For kvægavlere udgør energiforbruget til energi en meget lille del af de samlede udgifter – kun 5 %. For svinebedrifter og kornavlere er energiforbruget i procent over dobbelt så højt. Generelt kan det ikke undre, hvis nedsætning af energiforbruget har en lav prioritering hos mange landmænd, da udgifter hertil er relativt lave.

7 Anvendelse af biogas til transport i landbrugssektoren

Én af de store "hurdler" i at gøre Danmark selvforsynende med energi samt udvide anvendelsen af vedvarende energi er transportsektoren. Hvor el og varme mere og mere bliver erstattet af vedvarende energikilder, er det mere udfordrende at erstatte benzin og diesel med vedvarende energikilder. Derudover har elbilerne endnu ikke potentiale til at gøre sig gældende inden for den tunge transport, hvor den store batteristørrelse og forholdsvis lave rækkevidde vil gøre kørsel med elbiler urentabel.

En vej frem for landbruget her kunne være at gå over til erstatte dieselforbruget med biogas. Produktionen af biogas nåede i 2015 op på en energimængde på 4,7 PJ og forventes at nå op på 17 PJ i 2020 /Ref 14. Energiforbruget i landbruget til olieproduktet er i Ref 15 opgjort til 14,5 PJ, hvoraf langt det meste formentlig går til transport.

Anvendelsen af biogas kunne derfor potentielt dække en stor del af landbrugets energiforbrug til transport. Det er yderligere tankevækkende, at det er landbruget selv, der forsyner biogasanlæggene med "brændstof" i form af gylle fra svin og kvæg.

Der findes allerede nu traktorer på markedet til biogas, men de er ikke udbredt på det danske marked og der er tilsyneladende heller ikke den store efterspørgsel efter dem i Danmark.

En af de store hindringer er manglen på en effektiv gasinfrastruktur, der kommer helt ud til landmændene. Kun 2 af de adspurgte bedrifter producerede selv biogas og kun 8 var tilsluttet naturgasnettet. For at landmændene skal kunne gå over til at køre på biogas, skal der være en stabil forsyning, som enten kommer i form af tilslutning til gasnettet (som er begyndt at anvende biogas) eller gasopbevaring på selve bedriften i form af en gastank. Det skal derudover være hurtigt og nemt at fylde biogas på traktoren eller mejetærskeren – specielt når der høstes, må der ikke anvendes for mange minutter på opfyldning af traktor eller mejetærsker. Om landmændene skal have biogas bragt ud via et gasnet eller via tankbiler med biogas, afhænger af størrelsen af efterspørgslen af biogas hos landmændene og transportomkostningerne. Umiddelbart lader den mest rentable løsning til at være et tankanlæg hos landmændene og udkørsel af biogas via tankbiler.

Én af kilderne til denne rapport, Mogens Kjeldahl fra branche organisationen Danske Maskinstationer og Entreprenører, DM&E, er slet ikke afvisende overfor tanken om at overgå til biogas, såfremt infrastrukturen og prisen er fornuftigt.

8 Konklusion og opsummering

I det følgende opsummeres de fundne energibesparelser og energibesparelsen udregnes i % af det formodede energiforbrug i branchen.

8.1 Elbesparelsetiltag

Der er identificeret et samlet elbesparelspotentiale på 258.000 MWh, hvilket svarer til en økonomisk besparelse på 206,4 mio. kr.

Elbesparelsetiltag	Malkekvæg [MWh/år]	Slagtekvæg [MWh/år]	Svinebe- drifter [MWh/år]	Korndyrke- re [MWh/år]	I alt [MWh/år]	Økonomisk besparelse [kr./år]	Vurderet TBT [år]
Udskiftning til LED eller induktion	16.000	24.000	15.000	-	55.000	54.400.000	1 - 4
Udskiftning til ny ventilator	1.000	2.000	48.000	-	51.000	40.800.000	2 - 7
Mælkekøling med grundvand	15.000	-	-	-	15.000	12.000.000	9 - 14
Opbevaring i gastæt silo - el	900	6.200	38.000	16.000	61.000	48.800.000	5 - 15
Frekvensstyring af vakuumpumpe	5.000	-	-	-	5.000	4.000.000	2 - 6
Temperaturstyring af varmelampe i smågrisehulen - el	-	-	16.000	-	16.000	12.800.000	Ca. 3
I alt					216.000	172.800.000	

Tabel 46: Opsummering af total elbesparelse, økonomisk besparelse samt TBT

De mest opdaterede tal for det samlede elforbrug i landbruget er fundet i /Ref 15, som opgør det til 1.514.734 MWh i 2012. Tages der umiddelbart udgangspunkt i dette tal, kan de oplyste elsparetiltag medføre en elbesparelse på **14 %**. Opgørelsen fra /Ref 15 inkluderer dog også andre erhverv som hønsefarme, minkavlere mm., der også må formodes at have et vist elforbrug. Antages det, at disse erhverv optager 20 % af elforbruget og resten ligger hos kornavlere, svineavlere og kvægavlere udgør det identificerede besparelspotentialet **18 %** af elforbruget i denne gruppe.

8.2 Varmebesparelsetiltag

Der er identificeret et samlet varmebesparelspotentiale på 63.000 MWh, hvilket svarer til en økonomisk besparelse på 31,5 mio. kr.

Varmebesparelsetiltag	Malkekvæg [MWh/år]	Slagtekvæg [MWh/år]	Svinebedrifter [MWh/år]	Korndyrkere [MWh/år]	I alt [MWh/år]	Økonomisk besparelse [kr./år]	Vurderet TBT [år]
Opbevaring i gastæt silo – varme	200	10.600	15.000	9000	35.000	17.500.000	5 – 15
Temperaturstyring af varmelampe i smågrisehulen - varme	0	0	28.000	0	28.000	14.000.000	Ca. 3
I alt					63.000	31.500.000	

Tabel 47: Opsummering af total varmebesparelse, økonomisk besparelse samt TBT

I Ref 15 opgøres energiforbruget fra gas, VE kilder og kul og koks til sammenlagt 926.674 MWh/år i landbruget. Dette antages at gå til div. opvarmningsformål. Herudover er der i samme kilde opgjort et forbrug på 4.031.143 MWh/år til olieprodukter. Heraf antages 10 % at gå til opvarmning og resten til transport. Dette giver et formodet varmekonsum på 1.329.788 MWh/året. Det fundne varmebesparelspotentiale udgør en relativ beskedent andel heraf – **5 %**. Antages det, som i tilfælde med elforbruget, at 20 % går til andre erhverv i landbruget end kornavlere, svineavlere og kvægavlere, stiger andelen til **6 %**.

8.3 Dieselsbesparelsetiltag

Der er identificerede et samlet dieselsbesparelspotentiale på 524.000 MWh, hvilket svarer til en økonomisk besparelse på 238,2 mio. kr. og en brændstoffbesparelse på 47,6 mio. liter.

Dieselsbesparelsetiltag	Malkekvæg [MWh/år]	Slagtekvæg [MWh/år]	Svinebedrifter [MWh/år]	Korndyrkere [MWh/år]	I alt [MWh/år]	Økonomisk besparelse [mio. kr./år]	Dieselsbesparelse [mio. l./år]	Vurderet TBT [år]
Automatisk regulering af dæktryk	17.000	61.000	10.000	44.000	132.000	60.0	12.0	Ca. 5 – 30 år
Regulering af omdrejningstal	9.000	60.000	16.000	13.000	98.000	44.5	8.9	0 år
Udsiftning af traktor	9.200	68.000	7.000	6.000	90.000	40.9	8.2	30 – 100 år
Reduceret jordbearbejdning	-	-	-	139.000	139.000	63.2	12.6	0 – 20 år
Reducering af pløjedybden	-	-	-	19.000	19.000	8.6	1.7	0 år
Brug af GPS og autostyring	-	-	-	46.000	46.000	20.9	4.2	3 – 5 år
I alt					524.000	238.2	47.6	

Tabel 48: Opsummering af total dieselsbesparelse, økonomisk besparelse samt TBT

Tages der udgangspunkt i at 90 % af energiforbruget til olieprodukter på 4.031.143 MWh/år fundet i /Ref 15 går til transport, giver dette et estimeret energiforbrug til transport på 3.628.029 MWh/år. De identificerede energibespa-

relser svarer til **14 %**. Antages det, som i de to forrige afsnit, at kornavlere, svineavlere og kvægavlere står for 80 % af energiforbruget til transport, stiger andelen til **18 %**.

Resultaterne er opsummeret nedenfor:

	<i>Opgjort besparelsespotentiale [MWh/år]</i>	<i>Landbrugets samlede forbrug [MWh/år]</i>	<i>Korn, svine- og kvægavlernes formodede forbrug [MWh/år]</i>	<i>Besparelsespotentialet i procent af landbrugets forbrug [%]</i>	<i>Besparelsespotentialet i procent af korn, svine- og kvægavlernes forbrug [%]</i>
El	216.000	1.514.734	1.211.787	14	18
Varme	63.000	1.329.788	1.063.831	5	6
Diesel	524.000	3.628.029	2.902.423	14	18

Tabel 49: Opsummering af total energibesparelse

Dette giver et samlet økonomisk besparelsespotentiale på 442,5 mio./år.

8.4 Øvrige resultater

Udover de fundne energibesparelser er det blevet konkluderet at:

- > Der foretages generelt ikke separate målinger af el- og varmeforbrug. Dette kan forårsage, at driftsfejl, der forårsager et forhøjet energiforbrug, måske først bliver opdaget ved gennemgang af årsregnskabet. Der mangler nøgletal for energiforbrug, som branchen kan forholde sig til.
- > Ønsket om tilbagebetalingstiden på investering i energitiltag ligger typisk på 3 – 5 år. Dette er ikke usædvanligt for erhvervslivet, men det udelukker flere af tiltagene (som f.eks. udskiftning af traktor og automatisk regulering af dæktryk).
- > Omkostningerne til energiforbrug ligger på ca. 5 – 13 % af landmændenes totale driftsomkostninger. Malkekvægavlere har den relativt mindste udgift til energi og kornavlere den største.
- > Biogas har potentialet til at erstatte en stor del af dieselforbruget i landbruget. Dette kræver dog en investering i en gas infrastruktur til formålet og omlægning af traktorflåden.

9 Kilder

- Ref 1: Grene Danmark A/S
- Ref 2: DCA: "Miljøteknologier i det primære jordbrug – driftsøkonomi og miljøeffektivitet". DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, Aarhus Universitet, 24. januar 2016.
- Ref 3: <https://farmtonline.dlbr.dk>
- Ref 4: Kvæg 2008 "Energiforbrug og energibesparelser i svineproduktionen"
- Ref 5: Kvæg 2005, "Ventilatorer i kvægstalde"
- Ref 6: "Besparelser i dieselforbrug" – Energi og Klima 2012
- Ref 7: www.landbrugsinfo.dk
- Ref 8: Maskiner og planteavl | nr. 109 | 2009 FarmTest Energiforbrug ved transport og jordbearbejdning
- Ref 9: Tabel AFG07 i Danmark Statistik om antal bedrifter og størrelse
- Ref 10: "Notat vedr. pløjefri dyrkning", Erik E. Olesen, Landbocentrum
- Ref 11: "Dieselforbruget i landbruget", Karl Jørgen Nielsen, Erfaland 2013
- Ref 12: "El- og vandforbrug ved malkning", Farmtest 2007
- Ref 13: Energisparekatalog i landbruget. DEFU m.fl. 2002
- Ref 14: <http://www.energinet.dk/DA/KLIMA-OG-MILJOE/Miljoerapportering/VE-produktion/Sider/Biogas.aspx>
- Ref 15: Kortlægning af energiforbrug i virksomheder, Viegand og Maagøe m.fl.
- Ref 16: <http://www.bhsribe.dk/>
- Ref 17: "Energy savings by adopting precision agriculture in rural USA" Bora m. fl. 2012
- Ref 18: "Kan jeg spare ved autostyring og undgå fejlinvesteringer?". Indlæg på plantekongres 2010, Specialkonsulent Hans Henrik Pedersen, Agrotech
- Ref 19: "Fakta om erhvervet 2016", Landbrug og Fødevarer.
- Ref 20: "Tørring af korn i lagertørringsanlæg", Grøn Viden 2003