



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2023 30 stp

Fakultet for miljøvitenskap og naturforvaltning (MINA)

Erfaringer, lønnsomhet og muligheter knyttet til bruk av fornybar energi til korntørking

Farmers' Experiences, Cost-effectiveness and
Possibilities Related to the Use of Renewable
Energy in the Process of Drying Grain

Lars Risebrobakken

Fornybar energi

Forord

Denne masteroppgaven setter punktum for mine tre år som student på Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU). Jeg har gjennom mine seks år som student fått studere akkurat det jeg har ønsket: landbruk og fornybar energi.

Arbeidet med masteroppgaven har vært tidkrevende og lærerik. Jeg er heldig som har fått fordype meg i et spennende tema, og underveis har jeg fått god hjelp. Oppgaven ville ikke vært den samme uten denne hjelpen.

Jeg ønsker å rette en spesiell takk til:

- Per Kr. Rørstad (veileder) for god veiledning underveis
- Innovasjon Norge for samarbeid om oppgaven
- Olve Sæhlie hos Innovasjon Norge som har bidratt med søknadsregistre og gode innspill
- Erik Eid Hohle for gode innspill og tallmateriale om gårdsvarmeanlegg
- Trond Hammeren (Varmeutvikling AS) for bred innsikt om biovarmeanlegg og dagens marked for bioenergi
- Lars Kjuus (Norsk Landbruksrådgiving) for informasjon om korntørker
- Hanna Johansson for hjelp med statistikk og RStudio

Jeg vil også takke Oda Sofie Rogstad, Ylva Unni Falk Marton og Siri Marlén Sundhagen for korrekturlesing. Til slutt vil jeg takke venner og familie for støtte underveis i utdanningen.

Norges miljø- og biovitenskapelige universitet

Ås, 15.06.2023

Lars Risebrobakken

Sammendrag

Tørking av korn er en energikrevende prosess som krever høy effekt i en kort periode.

Korntørking på gårdsnivå i Norge baserer seg i stor grad på bruk av fossil energi. For at landbruket skal klare å innfri sine mål om reduksjon av klimagassutslipp, vil det være nødvendig å øke andelen fornybar energi til korntørking. Men er det lønnsomt? Og hvordan er erfaringen til gårdbrukere som allerede tørker korn med fornybar energi? Oppgavens hovedproblemstilling lyder slik:

Erfaringer, lønnsomhet og muligheter knyttet til bruk av fornybar energi til korntørking

Metoden som benyttes for å besvare problemstillingen er en kvantitativ tverrsnittsundersøkelse i form av en spørreundersøkelse. Gårdbrukere med gårdsvarmeanlegg med og uten korntørke danner grunnlaget for datainnsamlingen. Ut fra deres erfaringer vurderes lønnsomheten ved å tørke korn fra ulike fornybare energibærere.

Resultatene fra undersøkelsen viser at gruppen som i dag benytter fornybar energi til korntørking er fordelt mellom små, mellomstore og store kornprodusenter. Flis er det vanligste brenselet til korntørking. Gårdsvarmeanleggene som er analysert har høye investeringskostnader, men lave brensel- og driftskostnader. Dette kombinert med flere varmemeforbrukere på gården sikrer i stor grad lønnsomhet ved tørking av korn ved hjelp av gårdsvarmeanlegg. Av alle brenseltypene som er analysert er det halm som har den laveste kostnaden sett over levetiden, med en LCOE på 0,59 kr/kWh i gjennomsnitt. Flis og ved har en LCOE på henholdsvis 1,14 kr/kWh og 2,63 kr/kWh for anlegg som benyttes til korntørking. Halmfyring er gir også mest effekt per investert krone. Innehaverne av korntørke som fortsatt bruker fossilt brensel ønsker seg primært mer investeringsmidler og mer kunnskap om mulighetene for å benytte fornybar energi til korntørking.

Med bakgrunn i resultatene konkluderes det med at korntørking med bruk av fornybar energi kan være en lønnsom og miljøvennlig form for korntørking. Det er mulig å benytte fornybar energi i både nye og gamle, små og store korntørkeanlegg.

Abstract

To dry grain is a process which demands high effect of energy in short periods of time. In Norway, farmers usually use fossil energy to dry their grain. It is necessary to increase the use of renewable energy to be able to lower the level of emissions of greenhouse gasses. But is it cost-effective? What are the experiences of the farmers that already use renewable energy to dry grain? My thesis is as following:

Farmers' Experiences, Cost-effectiveness and Possibilities Related to the Use of Renewable Energy in the Process of Drying Grain.

The results from the survey show that the group of farmers that use renewable energy to dry grain now, produce grain at small, medium, and large farms. When using renewable energy, woodchips is the most common fuel to use to dry grain. The analysis of the heating plants/installations at farms, show that investment costs are high, but the fuel- and operating costs are low. The combination of different areas of use secures a prominent level of cost-effectiveness when drying grain. The analysis of types of fuels proves that it is straw that has the lowest cost during the installation's lifespan, with a LCOE of 0.59kr/kWh at an average. Woodchip and regular wood have a LCOE of 1.14kr/kWh and 2.63kr/kWh respectively when used in drying grain. The owners of grain dryers who still use fossil fuel, primarily want more investment funds and more knowledge about the options of using renewable energy in drying grain.

The conclusion, based on the results from the survey, is that drying grain by using some kind of renewable energy may be cost-effective and environmentally friendly. It is possible to use renewable energy in both new and old, and small and big grain dryers.

Innholdsfortegnelse

Forord	I
Sammendrag	II
Abstract	III
1 Innledning.....	2
1.1 Problemstilling.....	3
1.2 Teori.....	3
1.3 Innovasjon Norge og Bionovas rolle	5
1.4 Avgrensinger	5
1.5 Tidligere undersøkelser	6
2 Metode	7
2.1 Valg av metode	7
2.2 Spørreundersøkelsen.....	8
2.3 Oppbygging av spørreundersøkelsen	10
2.4 Valg av statistisk metode	11
2.5 Mann-Whitney-U-test	11
2.6 Korrelasjon.....	11
2.7 Personvern og forskningsetikk.....	11
2.8 Energitekniske utregninger.....	12
2.9 Økonomiske beregninger	13
3 Materiale	17
4 Resultater for alle gårdsvarmeanlegg.....	18
4.1 Fordeling av hovedbrensel for alle gårdsvarmeanlegg.....	18
4.2 Installert effekt per hovedbrensel for alle gårdsvarmeanlegg.....	19
4.3 Produsert varme etter brensel for alle gårdsvarmeanlegg.....	20
4.4 Tidligere oppvarmingskilde og endring i varmekonsum for alle gårdsvarmeanlegg.....	21
4.5 Motivasjon for å investere i gårdsvarmeanlegg.....	22
5 Resultater for korntørker og økonomi	22
5.1 Fordeling av fornybart brensel brukt til korntørking	23
5.2 Sammenheng mellom kornareal og størrelse på korntørke	24
5.3 Korntørketyper gruppert etter størrelse sammenlignet med bruk av gårdsvarmeanlegg	24
5.4 Alder korntørkeanlegg	25
5.5 Sammenheng mellom installert effekt og bruken av gårdsvarmeanlegget til korntørking ...	25

5.6	Kapasitetsfaktor for gårdsvarmeanlegg som er tilkoblet andre store forbrukere i tillegg til korntørke	26
5.7	Økonomiske resultater	27
5.8	Brenselkostnad	27
5.9	Kostnad per installerte effekt for alle gårdsvarmeanlegg.....	28
5.10	LCOE-beregninger med og uten korntørke.....	28
5.11	Direkte kostnader for tilkobling av gårdsvarmeanlegg til korntørke	30
5.12	Erfaring med bruk av gårdsvarmeanlegg til korntørking	30
5.13	Mest og minst fornøyd med å benytte gårdsvarmeanlegg til korntørking.....	31
5.14	Andre brensler til oppvarming av korntørke	32
5.15	Reduksjon av CO ² -utslipp ved fornybar korntørking	33
6	Diskusjon av metode	34
6.1	Valg av metode og bruk av spørreskjema.....	34
6.2	Materiale	35
6.3	Vurdering av representativitet, reliabilitet og validitet	35
6.4	Energitekniske beregninger	36
6.5	Økonomiske beregninger	37
7	Diskusjon av resultater for alle gårdsvarmeanlegg.....	38
7.1	Resultater (alle anlegg).....	38
7.2	Motivasjon for å investere i gårdsvarmeanlegg.....	38
8	Diskusjon av resultater - korntørking og økonomi.....	39
8.1	Fordeling av brensel brukt til korntørking	39
8.2	Bruk av gårdsvarmeanlegg til korntørking sammenlignet med lagerkapasitet og alder	39
8.3	Installert effekt og bruken av gårdsvarmeanlegg til korntørking.....	39
8.4	Utnyttelse av gårdsvarmeanlegget ved tørking av korn	40
8.5	Lønnsomhetsvurderinger	40
8.6	Brenselkostnad	43
8.7	LCOE for alle gårdsvarmeanlegg	45
8.8	Direkte kostnader for tilkobling av gårdsvarmeanlegget til korntørke	46
8.9	Opplevd lønnsomhet ved å benytte gårdsvarmeanlegget til korntørking.....	47
8.10	Mest og minst fornøyd med å benytte gårdsvarmeanlegg til korntørking	47
8.11	Bruk av andre brensler til oppvarming av korntørke.....	48
8.12	Potensiell reduksjon av CO ₂ -utslipp fra korntørking.....	49
9	Konklusjon	50
10	Referanser.....	52
11	Vedlegg	55

11.1	Vedlegg 1	55
11.2	Vedlegg 2	76

1 Innledning

En økning i befolkning, klimagassutslipp og arealbruk er store og truende faktorer for klima og natur (Bongaarts, 2019). Om vi som samfunn skal kunne klare å innfri de ulike klimamålene må vi tenke nytt innen holdninger, energibruk, politisk gjennomføring og teknologi. Dette gjelder også innen landbruket, som er en betydelig sektor i nasjonalt og internasjonalt klimagassutslipp. Selv om landbruket har store utslipp, er matproduksjon nødvendig. Ved å omstille dagens matproduksjon i en mer klimavennlig retning kan landbruket være en del av løsningen på klimaproblemet.

Det internasjonale klimagassutslippet fra landbruk og verdikjedene til mat var i 2020 på 16 milliarder tonn CO²-ekvivalenter (FAO, 2022). Norsk landbruk har et klimagassutslipp på ca. 4,6 millioner tonn CO²-ekvivalenter, som tilsvarer rundt 9 % av Norges totale utslipp (Statistisk sentralbyrå, 2023b). For at Norge skal innfri sine mål i Parisavtalen har landbruksnæringen inngått en klimaavtale med regjeringen om å redusere klimagassutslippene fra norsk landbruk med fire til seks millioner tonn CO²-ekvivalenter fram mot 2030 (Norges Bondelag, 2019). For at landbruksnæringen skal innfri sin del av klimaavtalen kreves det kutt i alle deler av landbruket, samtidig som matproduksjonen opprettholdes.

En begrensning for økt matproduksjon i Norge er jordbruksarealene. I Norge er 3 % av landarealet dyrkbar jord og kun 1 % er mulig å dyrke matvekster på. Industrialiserte land som Norge har tendens til å være importør av biodiversitetsendringer fra tropiske land som produserer mat for eksport. Dette gjelder råvarer som spises av mennesker direkte, men også kraftfôr som blir spist av husdyr (A. & Kastner, 2016). Med tanke på stort tap av biologisk mangfold bidrar til den globale naturkrisen, er det viktig at vi som nasjon produserer mest mulig kalorier per areal (Mittenzwei & Bakken, 2023). For å produsere mest mulig kalorier per areal, vil det være hensiktsmessig å produsere grønnsaker og matkorn på de jordbruksarealene der det er mulig. For å kunne produsere korn av matkvalitet er det viktig med rett høstetidspunkt og rask nedtørking av kornet etter høsting. Ved tørking av korn kreves mye energi. I dag er den meste energien som benyttes til korntørking fossil.

Ved tørking av korn kreves et høyt effektbehov en liten del av året. I de fleste korntørker er det installert en gass- eller oljebrenner med høy effekt. Denne løsningen har lave investeringskostnader, men har høye driftskostnader og høye utslipp. For 2018 ble det budsjettet med over 6 millioner liter olje til tørking av korn. Avhengig av høsteforhold varierer dette tallet med mellom fem og sju millioner liter per år. Ved å erstatte 10 % av fyringsoljen med biomassebasert oppvarming, kan man gi reduserte klimagassutslipp på om lag 1500 tonn CO²-ekvivalenter årlig (Hillestad & Bunger, 2019). Denne masteroppgaven setter søkelys på muligheter og utfordringer for landbruket når det kommer til fornybar energi til tørking av korn.

1.1 Problemstilling

Denne oppgavens hovedproblemstilling er å kartlegge bruken av fornybar energi til korntørking og hva som kjennetegner de lønnsomme anleggene. Bruken av fornybar energi skjer via gårdsvarmeanlegg. Den overordnede problemstillingen lyder slik:

Erfaringer, lønnsomhet og muligheter knyttet til bruk av fornybar energi til korntørking

Oppgaven og problemstillingen går i dybden på bruk av gårdsvarmeanlegg til korntørking. Gårdsvarmeanlegg for gårdbrukere som ikke har kornproduksjon vil også analyseres for å gi verdifull informasjon om gårdsvarmeanlegg på generell basis. For å belyse den overordnede problemstillingen tar oppgaven for seg følgende delproblemstillinger:

1. Er brensel fra egen gård mer lønnsomt enn innkjøpt brensel?
2. Hvilken type gårdsvarmeanlegg gir den laveste investeringen per installerte effekt?
3. Hva er kostnaden per kWh over gårdsvarmeanleggenes levetid? Er det forskjell mellom anlegg som benyttes til korntørking og anlegg som ikke gjør det?
4. Er gårdsvarmeanlegg som i tillegg til korntørking benyttes til andre store varmekonsumenter bedre utnyttet enn gårdsvarmeanlegg som ikke kombinerer korntørking med andre store forbrukere?
5. Hvordan fordeler bruken av fornybar energi seg mellom størrelse og alder på korntørkeanlegg?
6. Hva er brukerne av fornybar energi til korntørking mest og minst fornøyd med?
7. Hvilke virkemidler ønskes for å øke fornybar-andelen til korntørking?
8. Hva blir reduksjonen i klimagassutslipp ved å benytte fornybar energi til korntørking?

1.2 Teori

I dette kapittelet vil det komme en rask innføring i prinsippene for tørking av korn og hvorfor denne prosessen er energikrevende. Hva et gårdsvarmeanlegg er og hvordan dette skiller seg fra andre varmekraftverk vil bli beskrevet.

1.2.1 Korntørketeori

For Norges kornprodusenter er korntørking etter tresking en betydelig energipost (Eidem, 2020). Størrelsen på korntørkeanlegg oppgis ofte i tonn, som tilsvarer korntørkens lagerkapasitet. Hensikten med korntørking er å redusere kornets fuktinnhold og temperatur slik at det blir lagringsdyktig. Det er store årlige variasjoner i fuktighetsinnhold ved innhøsting av korn. Man kan regne med en gjennomsnittlig fuktighetsprosent ved innhøsting på mellom 18 til 22 % på landsbasis. Kornet er på sin side lagringsdyktig under 15 % fuktighet (Eidem, 2020). Hvert enkelt korn er omringet av luft og består av en del tørrstoff og en del vann, og danner den innhøstede kornmassen. Ved å tilføre tørr luft til den innhøstede kornmassen, vil fuktigheten i kornet trekkes ut og andelen tørrstoff blir prosentmessig større. For å få tørket hele kornmassen må den fuktige luften transporteres vekk og erstattes med ny og tørr luft i

en kontinuerlig prosess. Den relative fuktigheten til lufta har innvirkning på hvor effektiv prosessen med tørking av korn kan gjennomføres.

Relativ fuktighet er et mål på hvor mett lufta er med vanndamp i forhold til hvor mye vanndamp lufta kan inneholde ved en bestemt temperatur. Ved å øke temperaturen øker luftens relative fuktighet og lufta kan ta til seg og holde på mer vann (Fladstad & Tengesdal, 2002). På den måten bidrar temperaturøkning av lufta til at korntørkingen går fort. En del korntørketyper er basert på å tilføre energi for å øke temperaturen og dermed effektiviteten på korntørkingen. Det skilles mellom varmlufttørker, kaldlufttørker og kaldlufttørker med tilsatsvarme. Det er varmlufttørker og kaldlufttørker som krever tilførselen av energi for å øke temperaturen i lufta. I varmlufttørkene økes temperaturen opptil 80 grader celsius, mens den i kaldlufttørker med tilsatsvarme økes med rundt fem grader celsius over utendørs temperatur (Kjuus, 2020). Dermed er det varmlufttørker som krever høyest effekt og gir mest tørket korn per tidsenhet.

Temperaturøkningen av lufta i korntørker skjer ofte ved hjelp av forbrenning av fossile energibærere. Erfaringsmessig brukes det stor andel fossile energibærere som brensel til korntørking på gårdsnivå. Ruralis regner i 2020 med at kornet som blir tørket på gårdsnivå i Norge fordeler seg mellom 85 % diesel/fyringsolje, 10 % propangass og 5 % flis (Eidem, 2020). Fossile energibærere kjennetegnes ved at de gir høy effekt og har lave investeringskostnader. Korntørkene som benytter fossile energibærere, er forbundet med høye klimagassutslipp. Korntørke kan anses som en del av driftsbygning i landbruket og er fram til 2025 ikke omfattet av forbudet mot bruk av mineralolje til oppvarming (Forskrift om forbud mot bruk av mineralolje til oppvarming av bygninger, 2018). Etter forbudet kan fortsatt eksisterende oljebrennere brukes med fornybare oljer slik som HVO (Hydrotreated Vegetable Oil) og FAME (Fatty Acid Methyl Ester).

Energimengden som kreves for å tørke korn fra 20 % vanninnhold til lagringsdyktig på 15 % er 0,1 kWh per kg korn (Eidem, 2020). Dette er grovt anslag, men benyttes av bransjen som en enkel tommelfingerregel. Utslippene ved bruk av fossile energibærere varierer med virkningsgrad, der Eidem beskriver brennere i eldre korntørkeanlegg som mindre effektive enn i nye. Diesel og fyringsolje har et energiinnhold på 10,1 kWh per liter (Hofstad, 2022). Sammen med et klimagassutslipp på 2,66 kg CO²-ekvivalenter per liter forbrent diesel (Miljødirektoratet, 2022) og med en virkningsgrad på 90 % medfører dette 11 liter diesel per tonn tørket korn. Dette igjen tilsvarer 29,3 kg CO²-ekvivalenter per tonn lagringsdyktig korn. Sammenlignet med Norges totale kornavling, som i 2020 var på over 1,2 millioner tonn (Regjeringen, 2022), ser en fort at korntørking medfører et betydelig utslipp av CO². Gjennomsnittlig kornavling for hele landet mellom 2012 til 2021 har et gjennomsnitt på 380 kg per dekar (Statistisk sentralbyrå, 2023a). For å redusere CO²-utslippet fra korntørkingen er bruken av gårdsvarmeanlegg aktuell.

1.2.2 Gårdsvarmeanlegg

Det er i utgangspunktet størrelsen som skiller et gårdsvarmeanlegg fra andre biobrenselbaserte varmekraftverk. Den installerte effekten er som regel under 1 MW og veldig ofte lavere. Gårdsvarmeanlegg er tradisjonelt regnet som små- og mellomstore biobrenselanlegg til oppvarming på gårdsbruk. Brenselet i gårdsvarmeanlegg består i stor grad av ved, flis og halm. Brenselet forbrennes og produserer varme som forbrukes innad på gårdsbruket (Fylkesmannen i Hedmark, 2012). Via et vannbårent nærvarmenett distribueres varmen fra biobrenselanlegget ut til ulike forbrukere på gården. Forbrukerne er ofte oppvarming av bolig, lagerbygg, verksted, husdyrrom (fjøs) eller korntørke. Enkelte gårdsvarmeanlegg driver også med varmesalg, der private aktører eller andre næringsdrivende mottar varme fra gårdsvarmeanlegget. Gårdsvarmeanlegg dimensjoneres etter varme- og energibehov på den enkelte gård og det er dermed få anlegg som er like.

Optimal størrelse på et biobrenselanlegg er ca. 40 % av maksimalt effektbehov. Dette vil kunne dekke mellom 80 til 95 % av årlig energibehov (Hohle, 2005). Resterende behov dekkes med spisslast, som regel i form av et fossilt brensel som har rimelig investeringskostnad. Siden korntørking krever stor effekt i noen uker av året, vil gårdsvarmeanlegget ha en meget høy effekt om det skal dimensjoneres etter korntørkingen. Resultatet kan bli kostbare gårdsvarmeanlegg med lav utnyttelsesgrad. I denne oppgaven brukes kapasitetsfaktor som mål på utnyttelsesgrad.

1.3 Innovasjon Norge og Bionovas rolle

Innovasjon Norge har fått i oppdrag å fordele investeringsmidler for å stimulere til reduserte klimagassutslipp og økt bruk av fornybare løsninger i landbruket. Midlene gis via Verdiskapingsprogrammet for fornybar energi og teknologiutvikling i landbruket. Programmet har som formål å stimulere jord- og skogbrukere til å produsere, bruke og levere fornybar energi i form av brensel, ferdig varme eller annen energi (Innovasjon Norge, 2023). I praksis er dette gårdsvarmeanlegg med ulike typer brensler, som bidrar med enten varme- eller strømproduksjon. I takt med teknologiutviklingen på solceller har også dette blitt en betydelig del av verdiskapingsprogrammet.

I tillegg til varme- og strømproduksjon skal tiltaket føre til at ny teknologi tas i bruk og testes i landbruket, slik at det bidrar til økt verdiskapning. Det kan gis støtte inntil 35 % av investeringskostnad, med et tak på 1 million kroner (Innovasjon Norge, 2023). Denne masteroppgaven er skrevet i samarbeid med Innovasjon Norge og tar utgangspunkt i søknadsregistre for investeringsmidler til gårdsvarmeanlegg det siste tiåret. Fra og med 1. januar 2023 er Verdiskapingsprogrammet for fornybar energi og teknologiutvikling i landbruket lagt under Bionova, som er et eget satsningsområde i Innovasjon Norge.

1.4 Avgrensinger

Denne oppgaven undersøker kun personer som allerede har et gårdsvarmeanlegg og har mottatt investeringsmidler fra Innovasjon Norge. Kornprodusenter som har gårdsvarmeanlegg, men som ikke har søkt eller fått investeringsmidler vil falle utenfor denne

undersøkelsen. Det undersøkes heller ikke kornprodusenter som har korntørke og som vurderer å investere i fornybar energi til korntørking. Oppgaven vil ikke gå i dybden på de ulike tekniske løsningene knyttet til hverken korntørkeanlegg eller gårdsvarmeanlegg. Alle brenseltyper som benyttes til korntørking vil bli presentert, men det vil bli brukt mest tid på de vanligste brenslene. Det vil si at biobrenslar vil være i fokus. Eventuelle ringvirkninger fra lokal produksjon av bioenergi vil ikke bli regnet på eller vektlagt i undersøkelsen. Energibruk og utslipp fra andre deler av verdikjeden for korn vil heller ikke belyses.

1.5 Tidligere undersøkelser

Det er gjennomført enkelte studier og publikasjoner om bruk av bioenergi i landbruket. Det er derimot svært lite publisert akademisk litteratur om bruk av fornybar energi til korntørking. Om korntørking er det i stor grad litteratur fra 70- og 80-tallet som lar seg oppdrive. Det er etterstrebet å bruke nordisk litteratur, da de nordiske landene har relativt like forutsetninger for bioenergi og landbruk kontra andre land i andre verdensdeler.

Tidligere masterstudent Kåre Gunnar Fløystad gjennomførte en undersøkelse av 279 gårdsvarmeanlegg som hadde fått investeringsmidler fra Bioenergiprogrammet til Innovasjon Norge (Fløystad, 2013). Han fant en gjennomsnittlig investeringskostnad på 6028 kr/kW og beregnet gjennomsnittlige brenselkostnader til 0,19 kr/kWh. Oppgaven gikk nøye igjennom lønnsomhet og i hvilken grad mottakerne av investeringsmidler var fornøyde.

Prosjektet Klimasmart landbruk Viken (tidligere Klimasmart landbruk Østfold) har siden 2014 gjennomført tre prosjektperioder med mål om å redusere klimagassutslippene fra landbruket i regionen (Klima Østfold, 2023). I forbindelse med dette har det blitt skrevet en upublisert rapport om fossilfri korntørking (Kjuus, 2020). Her presenteres ulike muligheter for fossilfri korntørking. Det konkluderes med at det kreves en årlig varmeproduksjon på minst 200 000 kWh for å ha mulighet for å oppnå lønnsomhet med fossilfri korntørking.

Petersson (2016) gjennomførte en rapport for valg av varmekilde til en korntørke på en eksempelgård i Sverige. Gården hadde et halmfyringsanlegg fra før, men trengte en oppgradering for å dekke effekten som trengtes ved korntørking. Flis, halm og pellets ble sammenlignet med fossile energibærere. Halm ble vurdert som mest lønnsomt per leverte energi, med en pris på 0,20 SEK / kWh (Petersson, 2016). Konklusjonen ble derimot å beholde halmfyren og dekke spisslasten til korntørking med en gassbrenner.

2 Metode

Oppgavens formål er å kartlegge bruken av fornybar energi til tørking av korn, der lønnsomhet, brukertilfredshet og utnyttelse av anleggene står sentralt. For å vurdere dette er det nødvendig å samle inn data fra brukerne av fornybar energi til gårdsvarmeanlegg, der dataene analyseres for å gi opplysende resultater som svarer på hovedproblemstilling og delproblemstillinger.

2.1 Valg av metode

Grovt sett skilles det mellom kvalitativ eller kvantitativ metode. Den kvalitative metoden baserer seg på et utvalg av få personer, der man får en dyp og kompleks forståelse av utvalgets meninger. Kvalitativ metode baserer datainnsamlingen på innsamling av tekst, lyd og bilde. Ulike typer intervjuer er vanlige former for kvalitativ metode (Johannesen et al., 2021). Kvantitativ metode tar på sin side utgangspunkt i datainnsamling fra store utvalg av personer, og man kan generalisere hele populasjonen med bakgrunn i dataene man samler inn (Johannesen et al., 2021).

Valget av metode bestemmes ifølge Johannesen (2021) av prosjektets problemstilling og formålet med studien. Oppgavens problemstilling er å kartlegge dagens bruk av fornybar energi til korntørking, mens formålet er å benytte resultatene til å gi en anbefaling til hvordan fornybarandelen i korntørkene kan økes på landsbasis. Dermed er kvantitativ metode vurdert som mest hensiktsmessig for denne oppgaven.

Kvantitativ metode legger grunnlaget for en distinkt forskningsprosess, der dataene som samles inn kvantifiseres og forankres i spesifikke variabler som uttrykkes i tallverdier (Kaiser, 2015). Tallverdiene analyseres statistisk for å avdekke mønstre og sammenhenger. Denne tilnærmingen vil derfor gi muligheten til å oppnå nøyaktighet og pålitelighet i resultatene, noe som er avgjørende for å svare på problemstillingen. Ved å benytte kvantitativ metode kan man kvantifisere og analysere dataene på en systematisk og statistisk måte for å trekke konklusjoner basert på objektive målinger.

Tidsdimensjonen er et sentralt kriterium for valget av forskningsdesign.

Tverrsnittundersøkelse er betegnelsen der man får et øyeblikksbilde av fenomenet som blir studert ved å ta utgangspunkt i et bestemt tidspunkt eller avgrenset periode (Johannesen et al., 2021). Øyeblikksbildet gjør det enklere å sammenligne ulike grupper, siden tidsaspektet blir likt for alle. Ved gjentakende tverrsnittundersøkelser er det mulig å se en utvikling hos respondentene. I denne oppgaven vil det bli for tidkrevende, og det velges en standard tverrsnittundersøkelse.

Tverrsnittundersøkelsen for denne studien blir utformet som en spørreundersøkelse som er tilgjengelig for et bestemt utvalg i en begrenset periode. Det er en måte å samle inn store mengder data fra et stort utvalg på en rimelig måte, og kan sørge for å finne årsakssammenhenger gjennom påfølgende statistiske analyser.

Populasjonen som skal undersøkes i oppgaven er brukere av gårdsvarmeanlegg til tørking av korn. Dette er en relativt liten gruppe. Utvalget, den delen av populasjonen som skal undersøkes, omtales som respondenter. Utvalget som undersøkes innebærer også andre brukere av gårdsvarmeanlegg, slik at man får bedre data om de delene som ikke spesifikt retter seg mot korntørking. Se nærmere beskrivelse av utvalget senere.

2.2 Spørreundersøkelsen

For å øke kunnskapen om bruken av gårdsvarmeanlegg til korntørking ble det sendt ut en spørreundersøkelse til mottakere av investeringsmidler fra Innovasjon Norge.

Spørreundersøkelsen ble utformet for å svare på hoved- og delproblemstillingene.

I motsetning til kvalitative datainnsamlinger, der spørsmålene kan endres seg underveis, er kvantitative spørreundersøkelser rigide uten mulighet til endring etter utsending. Det er derfor nødvendig å formulere spørsmål som kan besvare problemstillingen før spørreundersøkelsen sendes ut (Johannesen et al., 2021). For å gjøre det enklest mulig for respondenten å gjennomføre undersøkelsen, er det vanlig å formulere mest mulig konkrete spørsmål og svaralternativer. Det ble lagt stor vekt på et språk som respondentene forstår, med forklaringer av fagbegreper underveis.

Skjemaet ble utarbeidet som et semistrukturert spørreskjema. Semistrukturert er en blanding av prekodede og åpne spørsmål. Prekodede spørsmål er spørsmål der det er forhåndsoppgitte svar på spørsmålene, og respondenten velger det alternativet som passer best. Åpne spørsmål gir respondenten mulighet til å skrive ned svaret på egen hånd (Johannesen et al., 2021).

Det ble i størst mulig grad benyttet prekodede spørsmål. Disse gir gode data for videre analyse, så langt respondentene finner svaralternativene aktuelle. Johannesen (2021) skriver at prekodede svar kan oppleves som en tvangstrøye, siden respondentene kanskje motstridende må tilpasse seg svaralternativene. Åpne svar brukes ved lite kjente fenomener og ved spørsmål der det kan være vanskelig å formulere svaralternativer. Åpne svar gir oftere dårligere data, da respondenter fort gir klisjéformede svar og kanskje ikke er vant med å formulere seg skriftlig. I tillegg vil åpne spørsmål gi andre typer data enn prekodede svar, og denne typen data vil som regel ikke tilfredsstiller krav for å si noe om forekomst, fordeling eller sannsynlighet (Malterud, 2002). Med bakgrunn i dette regnes åpne spørsmål som vanskeligere å undersøke statistisk. Åpne spørsmål ble i størst grad gitt ved spørsmål om installert effekt, årlig produksjon og brenselforbruk. Det ble i tillegg brukt åpne spørsmål til supplerende enkelte prekodede svar for å sikre større evne til refleksjon. Det ble ikke spurt om kjønn, alder eller bosted, da dette ikke ble regnet som relevant for oppgaven.

Spørreundersøkelsens oppbygging deles opp i ulike deler, der tidligere svar legger føringer for videre spørsmål. Dermed vil respondenter som har oppgitt at de ikke har korntørke slippe å få spørsmål knyttet til deres bruk av gårdsvarmeanlegg til oppvarming av korntørke. På den måten blir undersøkelsen tilpasset hver enkelt respondent, slik at dataene blir bedre og andelen som gjennomfører hele undersøkelsen blir høyere. I tillegg blir undersøkelsen

kortere og mindre omfattende for enkelte respondenter. Denne oppdelingen kalles visningskriterie eller «routing» (The University of Southampton, 2011). Enkelte mottakere av investeringsmidler har enten solgt, avviklet eller ikke bygget gårdsvarmeanlegg og disse ble fjernet i del 1 av spørreskjemaet via routing.

Som en prestudie ble spørreskjemaet testet i ulike stadier av utformingen. De som bidro til testingen var medstudenter, studenter fra andre fakulteter og universiteter, rådgivere i Norges Landbruksrådgiving og ulike personer hos Innovasjon Norge. På den måten ble både fagfolk og folk uten kjennskap til fornybar energi eller korntørker presentert for materien og ga tilbakemeldinger på undersøkelsen og forklaringene. Ulike scenarioer ble testet slik at eventuelle feil i ulike deler av skjemaet ble avdekket.

2.3 Oppbygging av spørreundersøkelsen

Spørreundersøkelsen ble gjennomført ved hjelp av Nettskjema. Nettskjema er datainnsamlingsprogrammet som anbefales av NMBU og er utviklet og designet av Universitetet i Oslo. Undersøkelsen ble også sendt ut via programmets funksjon for masseutsending.

Spørreskjemaet er vedlagt i sin helhet og har følgende fem deler:

Del 1: Ditt gårdsvarmeanlegg

1. Utvelging av kandidater som har gårdsvarmeanlegg
2. Basisinformasjon om respondenten

Del 2: Din gårdsdrift

1. Respondentens gårdsdrift basert på omfang for følgende:
 - a. Planteproduksjon
 - b. Husdyrproduksjon
 - c. Skogsdrift

Del 3: Ditt gårdsvarmeanlegg

1. Brensel, effekt og årlig produksjon fra gårdsvarmeanlegget
2. Bruk av gårdsvarmeanlegg
3. Tidligere oppvarmingskilde
4. Motivasjon og erfaring

Del 4: Økonomi

1. Budsjett og investering
2. Andel eget råstoff
3. Kostnad til eget og innkjøpt brensel

Del 5: Korntørking

1. Kartlegging om respondenten har eller skal bygge korntørke
2. Kartlegge korntørkene i størrelse, alder og tørketype
3. Bruk av gårdsvarmeanlegget til korntørke
4. Grunner til å ikke bruke gårdsvarmeanlegget til korntørke og ønskede virkemidler for å komme i gang
5. Erfaring med bruk av gårdsvarmeanlegg til tørking av korn
 - a. Tidligere brensel
 - b. Ekstrainvesteringer for å tørke korn med gårdsvarmeanlegg
 - c. Opplevd lønnsomhet

Bruken av radioknapper, graderingsskalaer, nedtrekkliste og åpne svar ble variert gjennom de ulike delene av undersøkelsen for å skape variasjon. Se vedlegg 1 for den endelige utformingen av spørreskjemaet.

2.4 Valg av statistisk metode

For å analysere dataene fra spørreundersøkelsen er det i stor grad brukt ikke-parametriske tester. Ikke-parametriske tester benyttes når dataene er langt fra normalfordelte (Løvås, 2018). Analysene gjennomføres i RStudio, et statistisk analyseverktøy som benytter programmeringsspråket R. Før analysene gjennomføres testes de aktuelle dataene ved hjelp av Shapiro-Wilks metode for å sjekke om dataene er normalfordelt. Hvilke tester som brukes opplyses om der resultatene for hver test blir presentert. Dataene blir enten presentert som krysstabeller og figurer, eller gjennom analyser som Mann-Whitney-U-test og enkel korrelasjon. Det benyttes et signifikansnivå på 0,05.

2.5 Mann-Whitney-U-test

Mann-Whitney-U-test er en ikke-parametrisk test som benyttes når gruppene som skal sammenlignes ikke er normalfordelt eller har få observasjoner. Testen rangerer verdiene og bruker ordningsrekkefølgen til testene. Slik får ekstreme verdier mindre ekstreme utslag på resultatene. Testen undersøker nullhypotesen om at det er like sannsynlig at en tilfeldig valgt verdi i en gruppe er ulik en annen tilfeldig valgt verdi i en annen gruppe. Testen er godt egnet på små utvalg og kan anses som et ikke-parametrisk alternativ til t-test. For å sikre legitime resultater kreves det uavhengighet både innad og mellom gruppene som testes (Skovlund, 2017).

2.6 Korrelasjon

For å enkelt finne sammenheng mellom to variabler benyttes det korrelasjon. Korrelasjon måler graden av lineær avhengighet mellom variablene. Korrelasjonen kan være positiv, negativ eller nøytral. Ved positiv korrelasjon vil verdien av den ene variabelen øke om den andre variabelen øker. På motsatt vis, ved negativ korrelasjon, synker verdien til den ene variabelen om den andre variabelen øker. Graden av korrelasjon presenteres med korrelasjonskoeffisienten, som varierer mellom -1 for sterk negativ korrelasjon og 1 for sterk positiv korrelasjon. En korrelasjonskoeffisient på null eller nær null indikerer ingen sammenheng mellom de to variablene (Løvås, 2018). Det er viktig å merke seg at korrelasjon mellom to variabler ikke nødvendigvis skyldes en årsakssammenheng og at det kan være andre faktorer som spiller inn.

2.7 Personvern og forskningsetikk

Prosjektet samler inn og analyserer data med personopplysninger. Det er tegnet avtale mellom NMBU og Innovasjon Norge for å overholde lovgivningen jf. GDPR artikkel 26 (Personopplysningsloven, 2018). For å motta søknadsregistre fra Innovasjon Norge er det innvilget tilgang til taushetsbelagte opplysninger fra Innovasjon Norge. Dataene fra spørreundersøkelsen har underveis i prosjektet blitt lagret etter NMBU sine retningslinjer. Prosjektet er gjennomgått av Sikt (Kunnskapssektorens Tjenesteleverandør) som er et statlig forvaltingsorgan under Kunnskapsdepartementet. De har vurdert at behandlingen av personopplysningene i dette prosjektet er i henhold til gjeldende personvernregelverk. Vurderingen ligger vedlagt som vedlegg 2.

2.8 Energitekniske utregninger

2.8.1 Utregning av forbruk av brensel

Innovasjon Norge har i senere år hatt krav om installasjon av energi- eller varmemåler på gårdsvarmeanlegg som mottar investeringsmidler. Det er derimot en del anlegg som ble forventet å ikke ha varme- eller energimåler, og det legges til rette for å innhente data også fra disse respondentene. For å finne varmeproduksjon fra biovarmeanlegg blir anlegg som ikke har installert varmemåler bedt om å oppgi årlig brenselforbruk, slik at årlig varmeproduksjon kan regnes ut. Det kreves en rekke antagelser for dette.

2.8.2 Fastsettelse av virkningsgrad og energiinnhold

Det er hensiktsmessig å benytte årsvirkningsgrad som tar hensyn til tap i hele anlegget og tap forbundet med fyring på lav last gjennom året. NOBIO bruker i sin veileder 85 % i virkningsgrad på sine utregninger, noe de anser å være «en god årsvirkningsgrad» (Norges Bioenergiforening, 2011). NVE bruker i sin rapport om kostnader i energisektoren 84 % virkningsgrad for tørr flis i anlegg under 0,15 MW (Norges vassdrags- og energidirektorat, 2015). Hohle beskriver typisk årsvirkningsgrad for biobrenselanlegg til å være mellom 60 og 90 %, avhengig av størrelse på anlegget (Hohle, 2005). Med bakgrunn i dette benyttes det en årsvirkningsgrad på 85 % for denne oppgavens utregninger, uavhengig av brensel eller størrelse på anlegget.

I spørreskjemaet har respondentene mulighet til å oppgi flis, ved og halm i ønsket enhet. For utregning av energiinnhold i brenselet fra trevirke benyttes effektiv brennverdi. Effektiv brennverdi tar utgangspunkt i nedre brennverdi (5,32 kWh/kg). Ved å trekke fra fordampningsvarmen til brenselet finner man effektiv brennverdi som kan uttrykkes som $5,32 - 6,02 \cdot Fr$, der Fr er vanninnholdet og 6,02 er fordampningsvarmen per vanninnhold. Den effektive brennverdien oppgis i kWh/kg. Det benyttes en basisdensitet på trevirket på 440 kg/fm^3 , som tilsvarer gjennomsnittet mellom treslagene gran og bjørk, eventuelt furu som treslag (Hohle, 2005). Fastmasseprosenten til trevirket beskriver hvor stor andel av volumet som er fast trevirke. Fastmasseprosenten multipliseres med basisdensiteten for å finne energiinnholdet per enhet oppgitt (Hohle, 2005).

2.8.3 Energiinnhold flis

Respondentene oppgir årlig forbruk av flis i enten fast- eller løskubikkmeter, der 1 fastkubikkmeter tømmer tilsvarer 2,5 løskubikkmeter flis. Dette gir en fastmasseprosent på 40 % (Hohle, 2005). For fyringsflis benyttes 30 % fuktinnhold, med bakgrunn i NIBIO sin undersøkelse av brenselflis (Gjølshjøl & Nordhagen, 2013). Med bakgrunn i omtalt basisdensitet, fuktighet, fastmasseprosent og virkningsgrad gir dette en effektiv brennverdi på 526 kWh/lm^3 og 1314 kWh/fm^3 .

2.8.4 Energiinnhold ved

Respondenter med ved som brensel ble oppfordret til å oppgi antallet vedsekker og antall liter per vedsekk, antall løs- eller fastkubikkmeter eller antall favner. Det benyttes en fastmasseprosent på 50 % for løs ved oppgitt i litersekker etter anbefaling av

interesseorganisasjonen Norsk Ved (Larsen, 2022). Hohle (2005) regner 1,6 fastkubikkmeter per favn. For fyringsved benyttes samme krav til fuktighetsinnhold som Norsk Standard NS 4414 fra 1997 (revidert i 2021) benytter for bjørkeved, med et fuktighetsinnhold på 20 % (Larsen, 2021). Med utgangspunkt i disse forutsetningene, inkludert virkningsgrad, gir dette en effektiv brennverdi på 0,77 kWh per liter ved i sekk, 2463 kWh per favn og 1539 kWh per fastkubikkmeter ved.

2.8.5 Energiinnhold halm og pellets

For halmfyring ble det oppfordret til å oppgi antall halmbunter eller antall kg halm per år. Det ble også oppfordret til å oppgi type halmbunter for å anslå energiinnholdet best mulig. NOBIO skriver i sin veileder fra 2011 at halm inneholder 4,0 MWh per tonn med en fuktighetsprosent på mellom 15 og 25 % (Norges Bioenergiforening, 2011). Medregnet virkningsgrad blir dette 3,4 kWh pr kg. halm. Det benyttes en vekt på ca. 200 kg per halmbunt (Bondelaget, 2018). NIBIO oppgir 4,7 kWh per kg pellets, som tilsvarer 3,99 kWh per kg medregnet virkningsgrad (Norsk institutt for bioøkonomi, 2017).

2.9 Økonomiske beregninger

Ved hjelp av oppgitt installert effekt, årlig installert effekt, investeringskostnader, andel eget og innkjøpt brensel og kostnader knyttet til brenselet vil lønnsomheten til de ulike anleggene vurderes.

2.9.1 Lønnsomhetsvurderinger ved hjelp av LCOE

Lønnsomheten til de ulike anleggene vil basere seg på analyse av langsiktige marginalkostnader. Langsiktige marginalkostnader i energiproduksjon uttrykkes ofte ved hjelp av levelized cost of energy (LCOE). Metoden benyttes i oppgaven for å sammenligne kostnadene per produserte (kraft)enhet for de ulike teknologiene.

LCOE estimerer den gjennomsnittlige kostnaden av å produsere en enhet energi over hele prosjektets levetid. I utgangspunktet brukes denne gjennomsnittsprisen til å vurdere lønnsomheten til prosjektet og hvilken kraftpris som kreves for at prosjektet er lønnsomt. LCOE kan ses på som laveste energipris som tillates for at prosjektet får en nåverdi lik null. Metoden tar utgangspunkt i levetid, drifts-, investerings- og kapitalkostnader opp mot energi produsert. Metoden generaliserer og gjør det enklere å sammenligne ulike teknologier opp mot hverandre (Blok & Nieuwlaar, 2017).

Forenklet formel for LCOE, der alle kostnader og inntekter er like hvert år:

$$LCOE = \frac{\alpha * I + OM + F}{E}$$

Der:

α = Annuitetsfaktor

I = Investeringskostnad

OM = Årlig kostnad til drift og vedlikehold

F = Årlig brenselkostnad

E = Årlig energiproduksjon

LCOE uttrykt med varierende årlige forutsetninger:

$$LCOE = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{I_t + OM_t + F_t}{(1+r)^t}}{E \sum_{t=0}^n \frac{E_t}{(1+r)^t}}$$

Der:

t = benyttes der variablene kan variere over livsløpet til prosjektet

r = diskonteringsrente

LCOE-utregningene vektes opp mot andelen av total energiproduksjon som kommer fra innkjøpt eller eget brensel, slik at man ser hvordan LCOE-en er for de ulike anleggene med ulik kostnad til brensel. Vektingen baseres på andelen eget brensel og alle kostnader og energiproduksjon vektes etter dette. Dette vil gi enkeltanlegg større påvirkning og det er enklere å se om det er anlegg med mye innkjøpt eller eget brensel som er mest lønnsomme. Total LCOE vil også beregnes, der man legger sammen de ulike brenselkostnadene med andelen av energien de produserer, sammen med resterende totale kostnader.

2.9.2 Fastsettelse av diskonteringsrente og levetid

Diskonteringsrente representerer alternativkostnaden ved å binde kapital i et tiltak ved å reflektere den bundne kapitalen i beste alternative anvendelse. Diskonteringsrenten tar i tillegg hensyn til risiko, inflasjon og tidskostnad (Bøhren & Gjærum, 2022). NVE bruker i 2015 en diskonteringsrente for statlige tiltak på 4 % med en levetid på 40 år i sin rapport om kostnader i energisektoren (Norges vassdrags- og energidirektorat, 2015). I den reviderte versjonen fra 2017 er denne diskonteringsrenten økt til 6 % (Norges vassdrags- og energidirektorat, 2017). Innovasjon Norge benytter 6 % diskonteringsrente ved lønnsomhetsvurdering av sine prosjekter. Hohle foreslår en økonomisk levetid på komplett varmesentral til å være 20 år (Hohle, 2005). Videre beskrives levetiden for ulike komponenter, med et spenn fra fem til 40 år. Innovasjon Norge benytter ulik levetid for ulike komponenter, der det differensieres mellom rørnett og fyringsanlegg, med henholdsvis 25 og

15 år. Med bakgrunn i dette vil det i oppgaven benyttes en diskonteringsrente på 6 % og en levetid på 20 år for komplette anlegg uavhengig av brensel eller størrelse.

2.9.3 Fastsettelse av driftskostnader eksklusive brensel

Bioen AS regner i 2010 med 6 – 12 øre/kWh i samlede driftskostnader for varmesalg-sanlegg på 6 MW (Rosenberg, 2010). NOBIO (2011) skriver i sin veileder for biovarme at driftskostnader ligger i området 5 – 12 øre/kWh, basert på erfaringstall fra veldrevne energisentraler (Norges Bioenergiforening, 2011). Med denne regnemåten regnes alle driftskostnader inn som variable. I kartlegging av kostnader i energisektoren presenterte NVE (2015) de variable driftskostnadene for et 150 kW flisfyringsanlegg med tørr flis til å være 2,4 øre/kWh, mens de faste driftskostnadene var 1300 kr per installert effekt (Norges vassdrags- og energidirektorat, 2015).

Hohle (2005) presenterte årlig kostnad til drift og vedlikehold for biobrenselanlegg på 3,5 % av investeringskostnad. I tillegg tilkommer 2 % for drift av distribusjonsnett for anlegg med varmesalg (Hohle, 2005). Ved personlig kommunikasjon med Hohle våren 2023 vurderes 3,5 % av investert beløp som for høyt grunnet utviklingen av biobrenselanlegg siste 20 år, spesielt på flisfyringsanlegg. Hohle mener det skal benyttes 3,5 – 5 % av investeringen til drift og vedlikehold av vedfyringsanlegg, mens 2 % vil være realistisk på automatiske flisfyringsanlegg. I Hohles (Les: Energigården AS) kalkyler tilsvarer dette ofte rundt 6 øre/kWh for flisfyringsanlegg (Hohle, 2023). Prosentsatsene fra Hohle legges til grunn for utregningene i oppgaven. Det vil for halmfyringsanlegg benyttes samme prosentsats som for vedfyringsanlegg.

2.9.4 Utregning av brenselkostnader

For å kartlegge brenselpris fikk respondentene mulighet til å oppgi kostnader knyttet til eget og innkjøpt brensel. Dette vektet opp mot oppgitt andel eget brensel. Med eget brensel menes brensel der råstoffet kommer fra egen gård.

For eget brensel ble det spurt etter årlig kostnad knyttet til brensel. Denne summen inkluderer eget arbeid, innleide tjenester og egne maskiner som må til for å produsere brenselet per år. For innkjøpt brensel ble det mulig å oppgi svaret på to måter: Årlig totalkostnad for innkjøpt brensel eller pris per innkjøpte enhet, enten i form av bearbeidet eller ubearbeidet brensel.

2.9.5 Årlig brenselkostnad for innkjøpt fyringsklart brensel

For å finne årlig kostnad til innkjøpt fyringsklart brensel tas det utgangspunkt i respondentens årlige energiproduksjon. Først finner man antall enheter brensel som kreves for å dekke årlig energiproduksjon. De oppgitte kostnadene vektet i forhold til hvor stor andel av den oppgitte energiproduksjonen som kommer fra innkjøpt brensel, slik at det blir en reell kostnad per kWh levert. Det benyttes samme virkningsgrad og energiinnhold til de ulike energibærerne slik det er beskrevet tidligere.

Årlig kostnad innkjøpt fyringsklart brensel:

$$\frac{\text{Årlig energiproduksjon} * (1 - \text{andel eget brensel})}{\text{Energiinnhold pr. enhet ferdig brensel} * \text{virkningsgrad anlegg}} * \text{oppgitt kostnad pr. enhet}$$

2.9.6 Årlig brenselkostnad for innkjøpt ubearbeidet brensel

Der kostnaden til brensel er oppgitt som ubearbeidet brensel må en i tillegg finne kostnadene knyttet til bearbeidelse av brenselet. Dette er ofte oppgitt per enhet ferdig bearbeidet brensel. For å finne antall enheter ferdig bearbeidet brensel må fastmasseprosenten benyttes. Det benyttes bearbeidelseskostnad der respondenter oppgir denne. Om ikke annet er oppgitt, vil det for flis benyttes en bearbeidelseskostnad på 50 kroner per løskubikkmeter (Knackstedt, 2023). Det tas ikke hensyn til oppmøte eller andre variable kostnader i utregningene i denne oppgaven. Kostnad til årlig innkjøpt ubearbeidet brensel pluss bearbeidelse blir da slik:

Antall ubearbeidede enheter innkjøpt:

$$\frac{\text{Årlig energiproduksjon} * (1 - \text{andel eget brensel})}{\text{Energiinnhold pr. ubearbeidet enhet brensel} * \text{virkningsgrad anlegg}}$$

Antall bearbeidede enheter:

$$\text{Antall ubearbeidede enheter} * \text{fastmasseprosent}$$

Årlig kostnad innkjøpt ubearbeidet brensel inkl. bearbeidelse:

$$\begin{aligned} & (\text{Oppgitt kostn. pr. ubearbeidet enhet} * \text{ant. ubearbeidede enheter}) \\ & + \\ & (\text{bearbeidelseskostnad pr. bearbeidede enhet} * \text{antall bearbeidede enheter}) \end{aligned}$$

3 Materiale

Utgangspunktet for utvalget til denne oppgaven består av alle søkere på tilskuddsmidler for bygging av gårdsvarmeanlegg fra Innovasjon Norge i perioden 1.1.2012 til og med 31.12.2022. Søknadsregistre fra Innovasjon Norge danner grunnlaget for utsendelsen, og det er i alt 1338 registrerte saker. Duplikater fjernes, siden enkelte søkere har fått bevilget midler til flere prosjekter. Det er i dette søknadsregisteret ikke spesifisert produksjon på gårdene og det er derfor ikke mulig å sende ut spørreundersøkelsen til kun kornprodusenter.

Utvalget trekkes etter det som omtales som kriteriebasert utvalg (Johannesen et al., 2021). Her velges informanter som oppfyller visse kriterier. Søkere av midler til biogassanlegg, forprosjekt, forstudie, kompetanseheving og utredninger er ikke aktuelle for undersøkelsen og de fjernes fra utvalget. Alle søkere som har fått avslag eller av andre grunner har trukket sin søknad fjernes også. I tillegg fjernes enkelte store anlegg som er dimensjonert mot varmesalg. Sistnevnte er ofte anlegg som eies av aksjeselskaper. Alle duplikater, der søkerne har søkt midler til flere prosjekter, fjernes.

Ved å gjennomføre ovennevnte utvelgelse av aktuelle kandidater fra søknadsregistre til Innovasjon Norge, består det kriteriebaserte utvalget av 1010 søkere. En ukjent andel av disse driver kornproduksjon, der andelen kornprodusenter som tørker korn på egen gård også er ukjent. Samtlige 1010 vil få utsendt spørreundersøkelsen, der resultatene fra både kornprodusenter og øvrige jordbrukere skal gi informasjon om bruken av fornybar energi til tørking av korn.

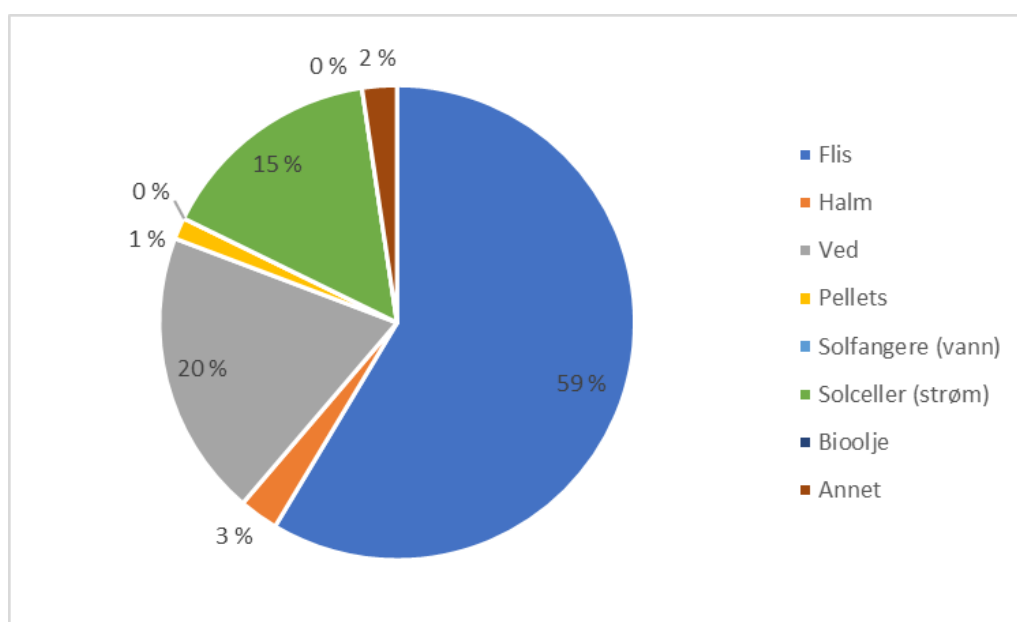
Undersøkelsen ble sendt ut 21. februar og var tilgjengelig til og med 12. mars. Det ble sendt ut påminnelse etter én uke. Det var i alt 1002 e-poster som fikk undersøkelsen. I alt ble det levert 366 svar, der 111 har korntørke. Hvem av disse 366 som blir analysert blir presentert ved hver analyse i resultatdelen, avhengig av hva som er oppgitt av data og hva som analyseres. En svarrespons på over 50 % er bra, men at det er vanlig med en svarrespons på 30 til 40 % (Johannesen et al., 2021).

Det gjennomføres ikke videre bortfallsanalyser, da grunnlaget for en bortfallsanalyse fra datamaterialet kun består av brensel, fylke og kommune. Dette vurderes til å ikke gi god nok innsikt for om bortfallet er skjevfordelt eller ikke (Johannesen et al., 2021).

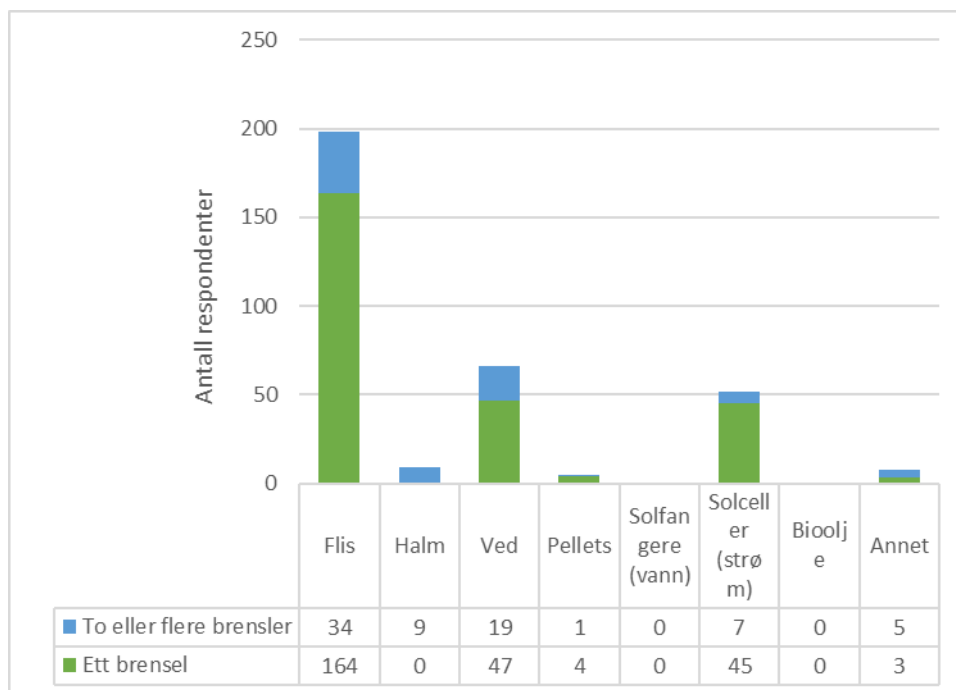
4 Resultater for alle gårdsvarmeanlegg

4.1 Fordeling av hovedbrensel for alle gårdsvarmeanlegg

Brenslene til respondentene fordeler seg mellom åtte hovedbrenslar og ti tilleggsbrenslar. Det er totalt 338 som har oppgitt sitt hovedbrensel, der 75 av disse har oppgitt at de har ett eller flere tilleggsbrenslar. Fordelingen mellom hovedbrenslene vises i Figur 1. Fordelingen av tilleggsbrenslar er ulik mellom de ulike hovedbrenslene, slik det framkommer av Figur 2. Samtlige med halm som hovedbrensel har ett eller flere tilleggsbrenslar, mens 17 % av de med flis har tilleggsbrenslar. Ingen av respondentene har bioolje eller solfangere som hovedbrensel. Av de 75 med ett eller flere tilleggsbrenslar, er det 24 som har to eller flere tilleggsbrenslar. Det vanligste tilleggsbrenslar er solceller, med 28 svar. Deretter kommer bioolje/diesel med 16 og ved med 14.



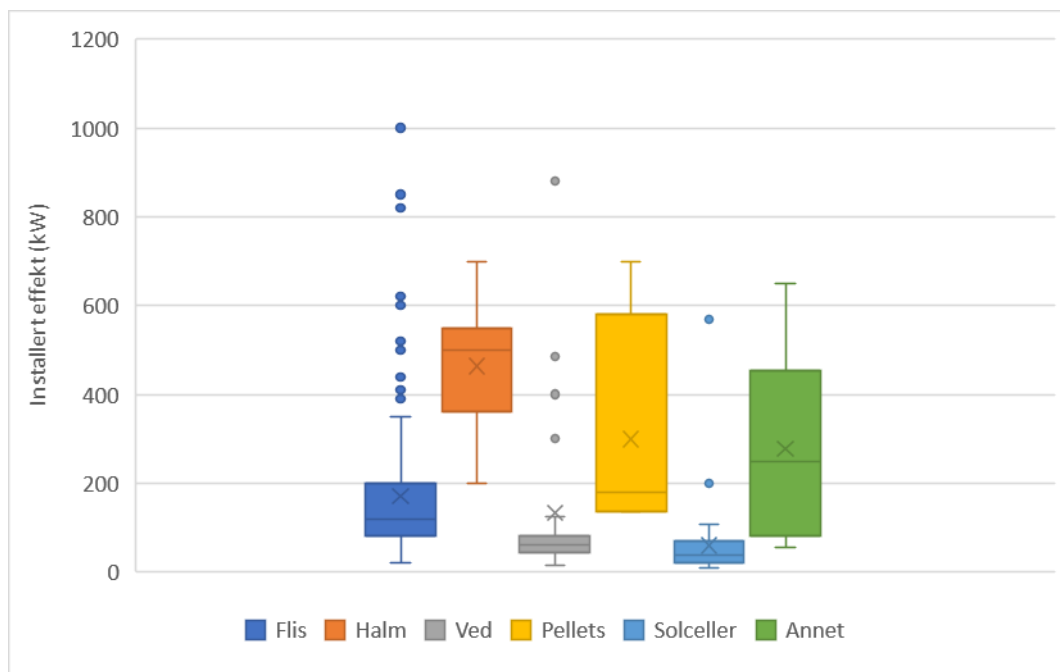
Figur 1: Sektordiagrammet viser den prosentvis fordelingen mellom hovedbrenslar for alle gårdsvarmeanleggene i undersøkelsen.



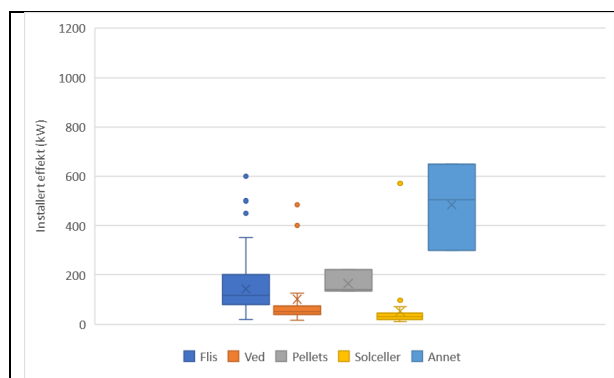
Figur 2: Stolpediagrammet viser antall respondenter for hvert brensel. Diagrammet viser også fordelingen mellom anlegg med ett brensel eller to eller flere brensler (tilleggsbrensler).

4.2 Installert effekt per hovedbrensel for alle gårdsvarmeanlegg

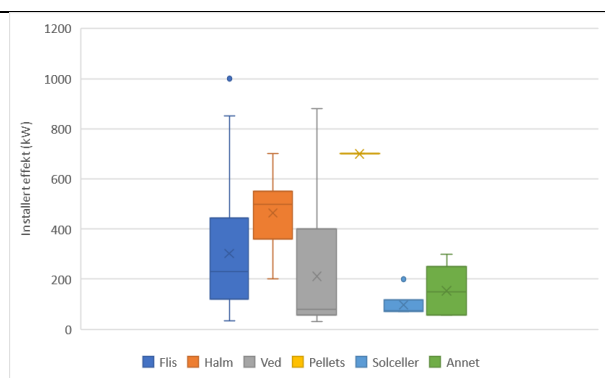
Det er stor variasjon både mellom installert effekt for de ulike brenslene og innad i hver brenselgruppe. Den gjennomsnittlige totale installerte effekten for alle anleggene er på 162 kW. For de som kun har ett brensel, er gjennomsnittlig installert kapasitet på 127 kW. De med to eller flere brensler har over dobbelt så stor samlet installert kapasitet med 277 kW i gjennomsnitt. Fordelingen i effekt vises i figurer under, der Figur 3 viser fordelingen av effekt for alle brensler med og uten tilleggsbrensler, Figur 4 viser fordelingen i effekt for gårdsvarmeanlegg uten tilleggsbrensler og Figur 5 viser fordelingen i effekt med tilleggsbrensler. Halm er det brenselet med høyest totale installerte kapasitet med 464 kW. Det er verdt å merke seg at samtlige anlegg med halm som hovedbrensel har ett eller flere tilleggsbrensler. Pellets har størst differanse mellom installert effekt for de med kun hovedbrensel og de anleggene med tilleggsbrensler, men her er det få anlegg totalt som gir hvert enkelt anlegg store utslag.



Figur 3 Boksplottet viser fordelingen i effekt for alle gårdsvarmeanlegg med og uten tilleggsbrensler.



Figur 4 Fordelingen av effekt mellom ulike brensler der gårdsvarmeanleggene ikke har tilleggsbrensler.



Figur 5 Fordelingen av effekt mellom ulike brensler der gårdsvarmeanleggene har tilleggsbrensler.

4.3 Produsert varme etter brensel for alle gårdsvarmeanlegg

Av de 333 respondentene som svarte på spørsmål om varmemåler, oppga 70 % at de har varmemåler, mens 30 % ikke hadde noen innretning for å måle varmeproduksjonen.

Respondentene med varmemåler ble bedt om å oppgi årlig varmeproduksjon, mens de uten ble bedt om å oppgi årlig brenselforbruk. 274 respondenter oppga enten varmeproduksjon eller brenselforbruk, og det er disse som danner grunnlaget for beregning av varmeproduksjon.

Tabell 1 viser fordelingen av 274 anlegg med oppgitt energiproduksjon. Samlet årlig oppgitt energiproduksjon for alle anleggene er 50 605 MWh, som gir en gjennomsnittlig energiproduksjon på 185 MWh per anlegg. All produksjon per anlegg tilfaller det som oppgis som hovedbrensel. Halm har det høyeste gjennomsnittet for energiproduksjon, mens pellets (med én observasjon) har et gjennomsnitt på 40 MWh. Halm har med sine 266 MWh det

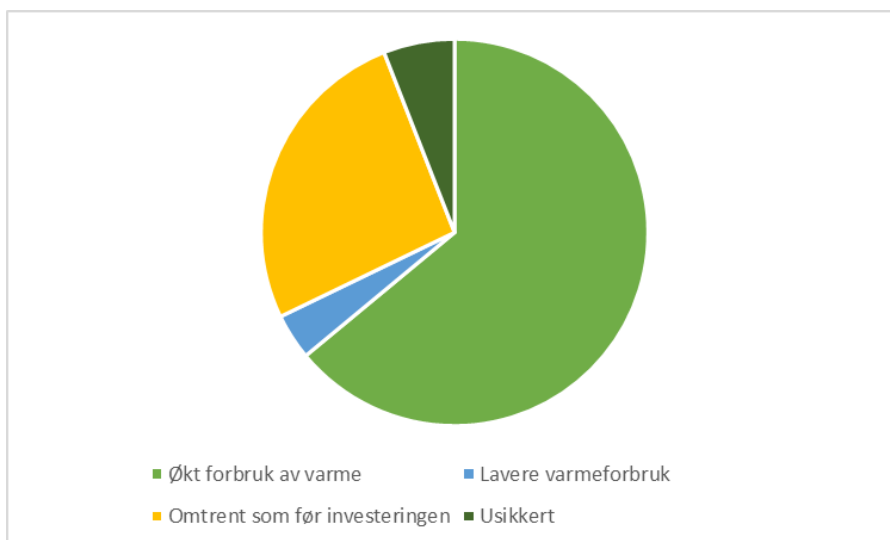
høyeste standardavviket som tilsier en stor variasjon i årlig produksjon. Standardavviket på 234 MWh for alle anleggene viser at det er stor variasjon i årlig energiproduksjon.

Tabell 1 Tabellen viser fordelingen av årlig produksjon mellom de ulike brenseltypene. All årlig produksjon tilfaller hovedbrenselet.

Brensel	Antall anlegg (N)	Årlig samlet produksjon (MWh)	Gjennomsnittlig produksjon per anlegg (MWh)	Produksjon per anlegg (MWh) median	Standardavvik
Flis	165	38 535	234	140	249
Halm	8	3 786	473	518	266
Pellets	1	40	40	40	28
Solceller	33	1 494	45	28	57
Ved	62	5 751	93	36	174
Annet	5	999	200	106	209
Alle anlegg	274	50 605	185	100	234

4.4 Tidligere oppvarmingskilde og endring i varmemeforbruk for alle gårdsvarmeanlegg
Alle 338 respondentene som oppga sitt hovedbrensel fikk mulighet til å velge ett eller flere tidligere oppvarmingskilder. Det ble i snitt oppgitt 2,2 tidligere brenslere per respondent. Strøm var det alternativet med størst hyppighet, etterfulgt av ved i flere ovner, olje, diesel og gass og varmepumpe.

Figur 6 viser endringen i varmemeforbruk til respondentene som har biobrenselanlegg. 64 % oppgir at de har et økt forbruk av varme, mens 24 % har likt varmemeforbruk som før.

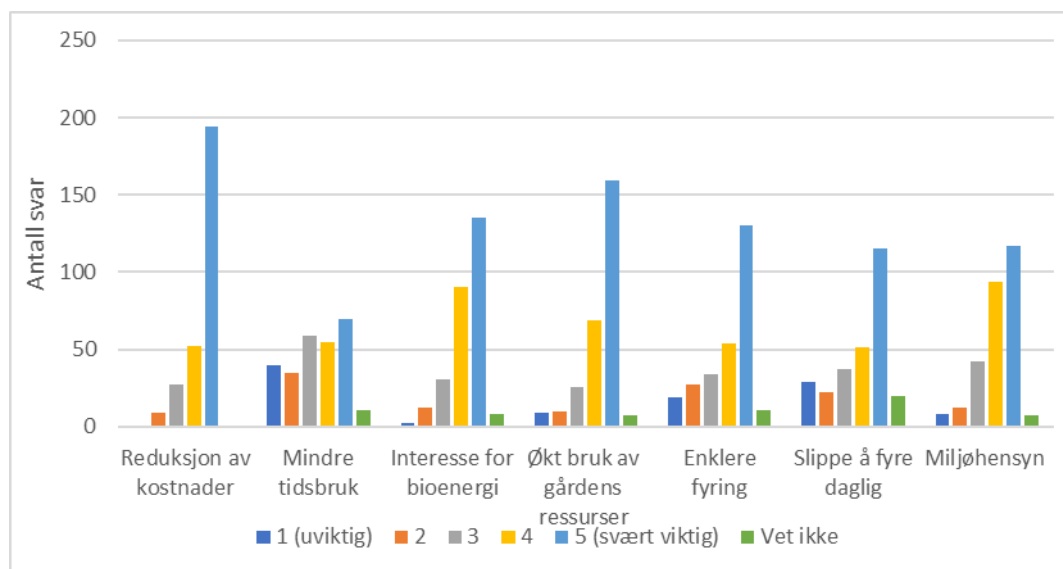


Figur 6 Viser endringen i varmemeforbruk for innehaverne av gårdsvarmeanlegg. Økt forbruk er mest vanlig.

4.5 Motivasjon for å investere i gårdsvarmeanlegg

For å måle motivasjonen for å investere i gårdsvarmeanlegg, ble alle respondentene presentert for sju påstander. Figur 7 viser fordelingen mellom hver påstand, der alle med biobrensler er inkludert. Respondentene rangerte hver av påstandene på en skala fra 1 til 5, der 1 var uviktig mens 5 var svært viktig. Med unntak av motivasjon rundt redusert tidsbruk og å slippe daglig fyring, er resten av snittverdiene over 4 (viktig).

Samtlige respondenter rangerer reduksjon av kostnader som svært viktig, dette er gjennomgående uavhengig av hovedbrensel. Redusert tidsbruk har en jevn fordeling, og anses som mindre viktig for respondentene samlet sett. Isolert sett var det ingen av respondentene med halm som brensel som vurderte reduksjon av tidsbruk som svært viktig, sammenlignet med 30 % av respondentene med flis som brensel. 78 % av respondentene med halm som brensel har svart at bruk av gårdens ressurser var en svært viktig motivasjonsfaktor for å investere, mot 58 % for ved og 57 % for flis. For pellets er det 40 % som ikke vet og 40 % som mener det er en helt uvesentlig motivasjonsfaktor å benytte gårdens ressurser. Majoriteten av respondentene har vurdert klima- og miljøhensyn som en viktig eller svært viktig grunn for å investere i gårdsvarmeanlegg, uavhengig av hvilket brensel de har. For ved, halm og flis har mellom 81 og 89 % oppgitt interesse for bioenergi som viktig eller svært viktig motivasjonsfaktor. For halm er andelen viktig 67 % og svært viktig 22 %.



Figur 7 viser motivasjonen for alle respondentene for å investere i gårdsvarmeanlegg.

5 Resultater for korntørker og økonomi

Alle planteprodusenter ble spurt om de eier og driver korntørke. Av de 233 respondentene som svarte på spørsmålet innehar 111 korntørke. 56 har ikke korntørke og 56 driver ikke med kornproduksjon. Samtlige planteprodusenter ble spurt, slik at de kornprodusentene som ikke tidligere hadde oppgitt sin type planteproduksjon også fikk mulighet til å svare.

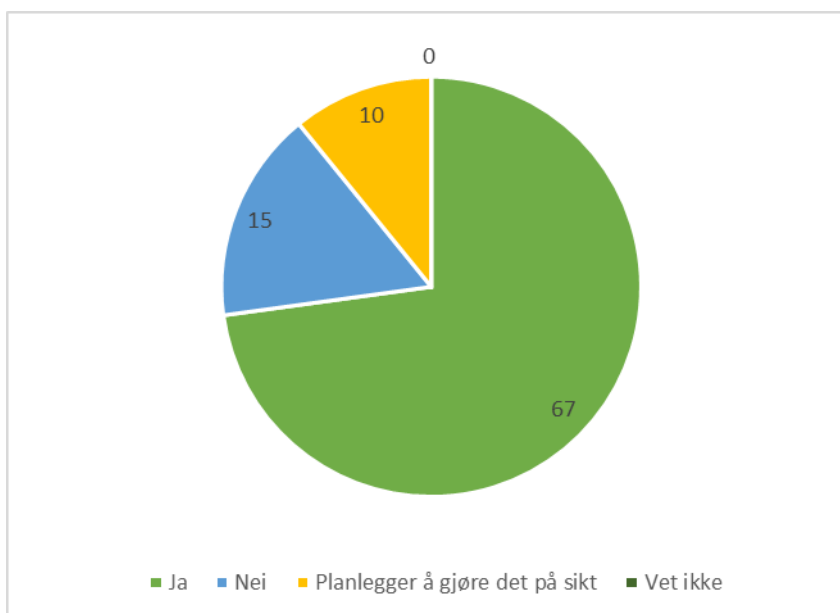
Respondentene som har oppgitt at de ikke har korntørke fikk spørsmål om de skal bygge korntørke på sikt. Av de 56 respondentene som ikke har korntørke vil 10 bygge korntørke på

sikt, 9 er usikre og 37 skal ikke bygge. Samtlige av de som har planlagt å bygge korntørke planlegger å bruke gårdsvarmeanlegget som oppvarmingskilde.

Respondentene som har oppgitt at de ikke har korntørke fikk spørsmål om de planlegger å bygge korntørke på sikt. Av disse var det 10 respondenter som vil bygge korntørke på sikt, der samtlige planlegger å benytte gårdsvarmeanlegget som oppvarmingskilde. Av de resterende respondentene var det 9 som var usikre og 37 skulle ikke bygge korntørke.

Av de 111 som i dag har korntørke er det oppgitt 67 varmlufttørker, 41 kaldlufttørker og 36 kaldlufttørker med tilsatsvarme. Respondenter som har flere korntørketyper, har fått mulighet til å oppgi dette ved å huke av for flere tørketyper. Dermed er det i alt 143 svar. Av disse er det 92 stykker som enten har varmlufttørke, kaldlufttørke med tilsatsvarme eller begge deler. Som det framkommer av Figur 8 er det 67 av 92 innehavere av korntørke som benytter gårdsvarmeanlegget til oppvarming av korntørka, og 10 planlegger å gjøre det på sikt.

Blant respondenter som i dag bruker gårdsvarmeanlegget til korntørking var det tidligere fossilt brensel som olje, diesel eller gass som var det mest vanlige brenselet, med 69 % av respondentene. 13 % hadde ingen form for oppvarming før de begynte å benytte gårdsvarmeanlegget til korntørking.



Figur 8 viser fordelingen av om respondentene benytter gårdsvarmeanlegget til å tørke korn. 67 benytter gårdsvarmeanlegget til korntørking, 15 gjør det ikke og 10 planlegger å gjøre det på sikt.

5.1 Fordeling av fornybart brensel brukt til korntørking

Tabell 2 viser fordelingen av brenseltyper som benyttes til korntørking. Andelen med tilleggsbrensler er sterkt varierende innenfor hver kategori hovedbrenslerviser at 51 av 67 som benytter gårdsvarmeanlegget til korntørking benytter flis som brensel. 24 % av respondentene med flisfyring benytter ett eller flere tilleggsbrensler. Det vanligste tilleggsbrenselet for gruppen er solceller med en andel på 28 %. Det er stor forskjell mellom

installert effekt for de med ett og de med flere brenslers. Det poengteres at det er snakk om få anlegg der hvert enkelt anlegg gir store utslag.

Anlegg med halm som brensel har høyest gjennomsnittlig installert effekt, men samtlige anlegg har også ett eller flere tilleggsbrenslers som øker den installerte effekten. Anlegg med ved som brensel har gjennomsnittlig høy installert effekt både med og uten tilleggsbrenslers.

Tabell 2 viser fordelingen av brenseltyper som benyttes til korntørking. Andelen med tilleggsbrenslers er sterkt varierende innenfor hver kategori hovedbrenslers

Brensel	Antall (N)	To eller flere brenslers	Andel tilleggsbrensel	Gj.snitt kW alle anlegg	Gj.snitt kW ett brensel	Gj.snitt kW tilleggsbrensel
Flis	51	12	24 %	238	187	402
Halm	6	6	100 %	471	0	471
Ved	6	3	50 %	378	327	428
Pellets	1	0	0 %	135	135	0
Solceller	2	0	0 %	70	70	0
Annet	1	0	0 %	650	650	0
Sum	67	21	31 %	274	203	425

5.2 Sammenheng mellom kornareal og størrelse på korntørke

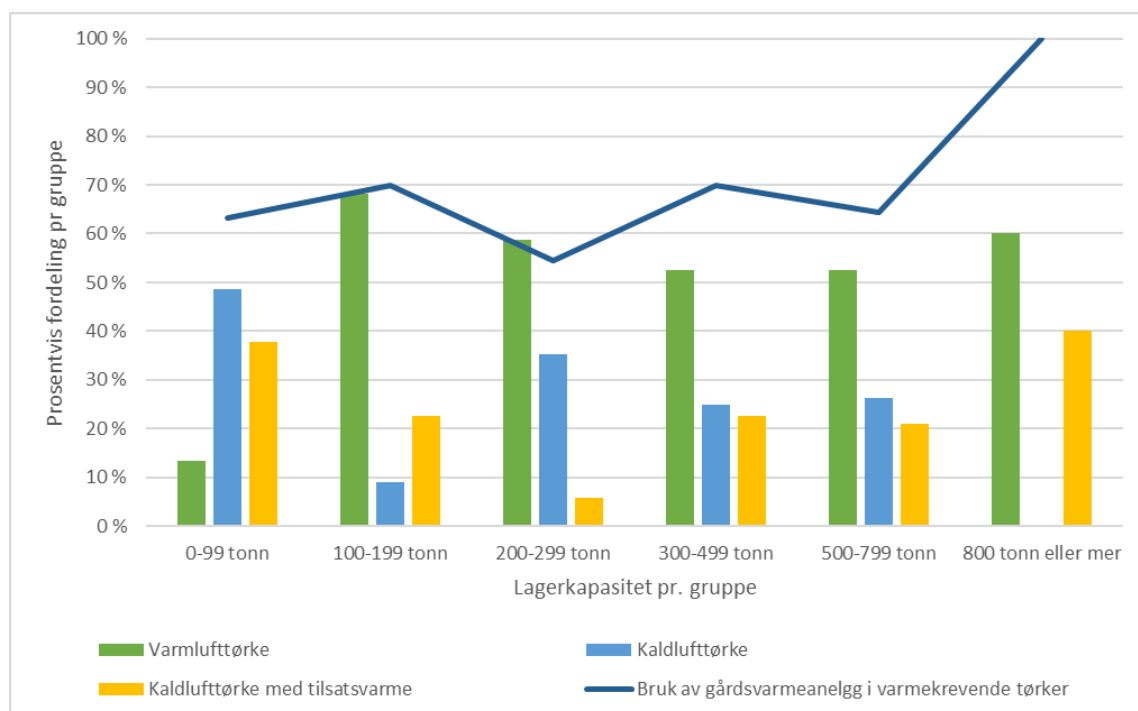
Stort kornareal basert på mye leiejord resulterer ikke alltid i store korntørkeanlegg. Ved å sammenligne oppgitt kornareal for respondenter som har korntørke med oppgitt lagerkapasitet på korntørka ble det funnet en korrelasjon på 0,71. Resultatet viser en relativt sterk sammenheng mellom antall dekar og størrelse på korntørka.

5.3 Korntørketyper gruppert etter størrelse sammenlignet med bruk av gårdsvarmeanlegg

Varmlufttørke er den mest oppgitte tørkemethoden, med 64 svar. Varmlufttørke står for mellom 53 og 68 % av korntørkene over 100 tonn. De minste korntørkeanleggene under 100 tonn består i stor grad av kaldlufttørker med og uten tilsatsvarme. Figur 9 viser den prosentvise fordelingen mellom de oppgitte tørketyperne innad i hver gruppe. Andelen kaldlufttørker er relativt jevn for tørkene fra 200 opptil 799 tonn. For tørkene mellom 100 og 199 tonn er andelen varmlufttørker lav. For tørkene over 800 tonn har undersøkelsen kun fått 5 svar, noe som gir hvert svar stor prosentvis betydning. I gruppen med størst lagerkapasitet er det heller ikke oppgitt noen form for kaldlufttørker.

Linjen i Figur 9 viser den prosentvise andelen som benytter gårdsvarmeanlegget som varmekilde i korntørkeanlegget. Siden rene kaldlufttørker ikke får tilførsel av ekstra varme er disse trukket ut av beregningen av den prosentvise andelen som bruker gårdsvarmeanlegget til oppvarming av korntørka. På den måten vil ikke de rene kaldlufttørkene trekke ned andelen som bruker gårdsvarmeanlegget til oppvarming av korntørka i hver gruppe. Om en ser på tørker under 800 tonn er det en jevn fordeling i bruk av gårdsvarmeanlegget til oppvarming av korntørka med mellom 55 og 70 % av tørkeanleggene. Grunnet den høye andelen som benytter gårdsvarmeanlegget på tørkeanleggene over 800 tonn, er det en

moderat positiv korrelasjon mellom økt korntørkestørrelse og bruken av gårdsvarmeanlegg på 0,63.



Figur 9 Prosentvis fordeling mellom ulike tørketyper innad i hvert intervall for lagerkapasitet for korntørkene. Linjen viser bruken av gårdsvarmeanlegg for de varmekrevende tørkene (varmlufttørke og kaldlufttørke med tilsatsvarme).

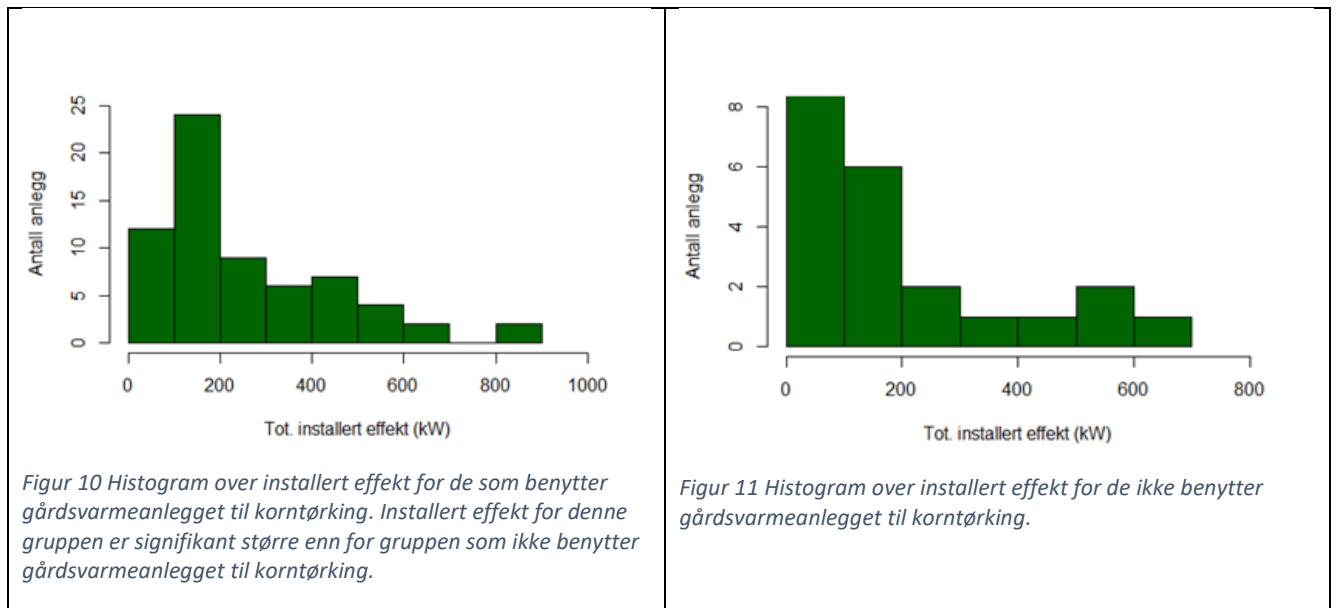
5.4 Alder korntørkeanlegg

Alder for korntørkeanleggene ble oppgitt, der nybygg eller siste store oppgradering av anlegget telles som byggeår. Ved gruppering av anleggene er det høyest gjennomsnittsalder for de minste anleggene. Korrelasjonen mellom alder på tørkeanlegg og lagerkapasitet er på -0,46. Dette er en moderat sammenheng, der en del av sammenhengen mellom lagerkapasitet og alder ikke kan forklares av sammenhengen mellom disse. Gjennomsnittsalder for anlegg i størrelsesorden 0-99 tonn er 32 år, og alderen synker etter hvert som anleggsstørrelsen øker. Anleggene over 800 tonn er de nyeste med gjennomsnittlig alder på åtte år. Om en deler opp anleggene i varmluft, kaldluft og kaldluft med tilsatsvarme, er det anleggene med varmlufttørke som har lavest gjennomsnittsalder med 17 år. De to ulike typene kaldlufttørke har gjennomsnittlig alder på 23 år hver seg. Ved å sammenligne gjennomsnittlig alder og lagerkapasitet på korntørkeanlegg for de varmekrevende tørkene ble det funnet en korrelasjon på -0,87.

5.5 Sammenheng mellom installert effekt og bruken av gårdsvarmeanlegget til korntørking

Gruppen kornprodusenter med og uten gårdsvarmeanlegg til korntørking ble testet mot hverandre for å finne eventuelle forskjeller i installert effekt. Utvalget består av 66 kornprodusenter som benytter gårdsvarmeanlegget til korntørking og 24 som ikke gjør det per dags dato. Samtlige har varmlufttørke eller kaldlufttørke med tilsatsvarme.

Den installerte effekten til kornprodusentene med korntørke med varmetilførsel fra og uten gårdsvarmeanlegg er ikke normalfordelt, slik histogrammene i Figur 10 og Figur 11 viser. Ved gjennomføring av en uparet Mann-Whitney-U-test mellom de to gruppene viser P-verdien en verdi på 0,0071. Ved benyttet signifikansnivå på 0,05 resulterer denne P-verdien at det er en signifikant forskjell i installert effekt for de som bruker gårdsvarmeanlegget og de som benytter annet brensel til korntørking. Det er spesielt installert effekt i flisfyringsanleggene for de to gruppene som utgjør denne forskjellen, om man også tar høyde for antall anlegg.



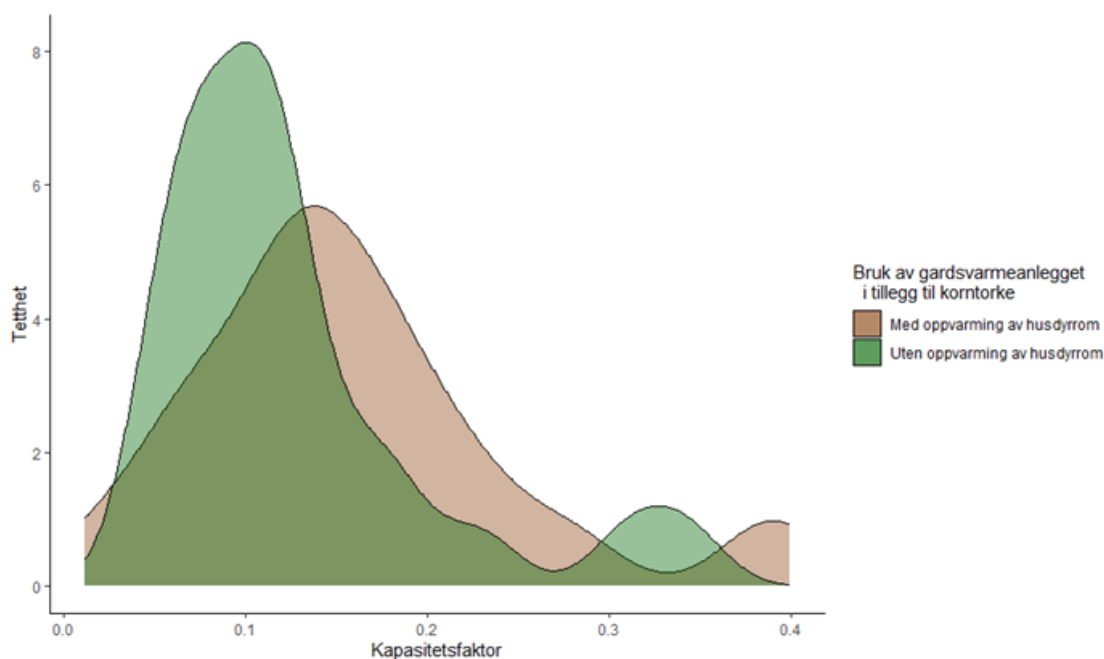
5.6 Kapasitetsfaktor for gårdsvarmeanlegg som er tilkoblet andre store forbrukere i tillegg til korntørke

Delproblemstilling fire er å undersøke om det er høyere utnyttelse av gårdsvarmeanleggene som forsyner store forbrukere året rundt, kontra de som har korntørka som største forbruker en kort del av året.

Utvalget består av respondenter som benytter gårdsvarmeanlegget til korntørking, og som har oppgitt både installert effekt og årlig energiproduksjon. Dette er total 54 respondenter. Med unntak av én respondent benytter samtlige gårdsvarmeanlegget til oppvarming av bolighus, 80 % til verksted, 56 % til husdyrrom og 20 % til varmesalg. Utvalget deles i to grupper: de som benytter gårdsvarmeanlegget til oppvarming av husdyrrom og de som ikke gjør det. Gjennomsnittlig kapasitetsfaktor er 12,6 % for de uten oppvarming av husdyrrom og 15,8 % for de med. Andelen med to eller flere brensler er 13 % for gruppen uten husdyrrom og 54 % for de med.

Gruppene ble ikke funnet normalfordelt og det ble gjennomført en Mann-Whitney-U-test mellom de to gruppene. P-verdien fra testen var for stor til å tilsi at det er noen forskjell mellom gruppene. Fordelingen av kapasitetsfaktor vises i Figur 12.

Andelen som driver med varmesalg er skjevt fordelt mellom de to gruppene. I gruppen som ikke varmer opp husdyrrom driver 29 % med salg av varme, mot 13 % av de som varmer opp husdyrrom med gårdsvarmeanlegget. For å teste om varmesalg har innvirkning på kapasitetsfaktoren blir anlegg som selger varme blir utelatt fra materialet og gruppene testes på nytt mot hverandre. Gruppen som ikke varmer opp husdyrrom får nå en gjennomsnittlig kapasitetsfaktor på 11,4 %, mens de som bruker gårdsvarmeanlegget til oppvarming av husdyrrom får en gjennomsnittlig kapasitetsfaktor på 16,0 %. Ved test av ulikhet i gruppene viser P-verdien 0,055, som fortsatt er for stort for å konkludere med noen signifikant forskjell mellom gruppene.



Figur 12 Oversikt over kapasitetsfaktor for gårdsvarmeanlegg som varmer opp korntørke, der det skilles mellom anlegg som benyttes til oppvarming av husdyrrom og anlegg som ikke gjør det. Den grønne delen er hvordan kapasitetsfaktoren fordeler seg for gruppen med korntørke uten husdyrrom og den brune er fordelingen for gruppen med oppvarming av husdyrrom. Det er ikke funnet noen signifikant forskjell mellom disse to gruppene.

5.7 Økonomiske resultater

5.8 Brenselkostnad

Brenselkostnad regnes ut for anlegg med flis, halm og ved som oppgitt hovedbrensel. Anlegg med pellets og «annet» som hovedbrensel har ikke oppgitt brenselkostnader. For anleggene med halm som brensel er det kun fire anlegg som har oppgitt kostnader til eget brensel og to som har oppgitt kostnader til innkjøpt brensel. Størrelsen på standardavvikene viser at det er stor variasjon i pris per kWh for innkjøpt brensel for de ulike anleggene. Brenselkostnadene vises i Tabell 3. Merk at disse brenselkostandene er for levert energi.

Tabell 3 Oversikt over brenselkostnad i kr/kWh. Halm har rimeligst brenselkostnad mens ved har høyest. Det er store forskjeller mellom kostnadene til de ulike respondentene.

Brensel	Produksjon gj.snitt kWh/år	Eget brensel kr/kWh gj.snitt	Eget brensel kr/kWh median	Standardavvik eget brensel	Innkjøpt brensel kr/kWh gj.snitt	Innkjøpt brensel kr/kWh median	Standardavvik innkjøpt brensel
Flis	218 951	0,45	0,31	0,48	1,00	0,41	1,30
Halm	473 188	0,14	0,13	0,05	0,73	0,73	0,99
Ved	89 858	0,99	0,91	0,65	1,39	0,75	1,92
Alle anlegg	191 082	0,58	0,33	0,57	1,05	0,46	1,39

5.9 Kostnad per installerte effekt for alle gårdsvarmeanlegg

For alle anlegg fordeles investeringen per kW mellom ulike brensler slik det presenteres i Tabell 4. Fordelingen mellom ulike brensler for anlegg som benyttes til korntørking og ikke oppsummeres i samme tabell. For anlegg som benyttes til korntørking er det ved som er rimeligst per installerte effekt, med 2521 kr/kW. Anlegg med flis som brensel har over 3,5 ganger så stor investering per kW. Respondentene ble bedt om å oppgi investeringskostnad før mottatt tilskudd og det er tallene som legges til grunn. Reelle investeringskostnader etter mottatt investeringstilskudd vil derfor bli lavere. For alle anlegg er det en korrelasjon mellom investeringskostnad og kr/kW på -0,33.

Tabell 4 Investering kr/kW for alle gårdsvarmeanlegg som har oppgitt data for investering og installert effekt og som også har relevans til korntørking. Det er utelatt annet brensel og pellets da de ikke har oppgitt kostnader.

Brensel	kr/kW alle anlegg	Anlegg uten korntørke	Anlegg med korntørke
Ved	5 584	5 952	2 521
Solceller	11 690	11 690	
Flis	10 707	11 424	8 927
Halm	3 343		3 343

5.10 LCOE-beregninger med og uten korntørke

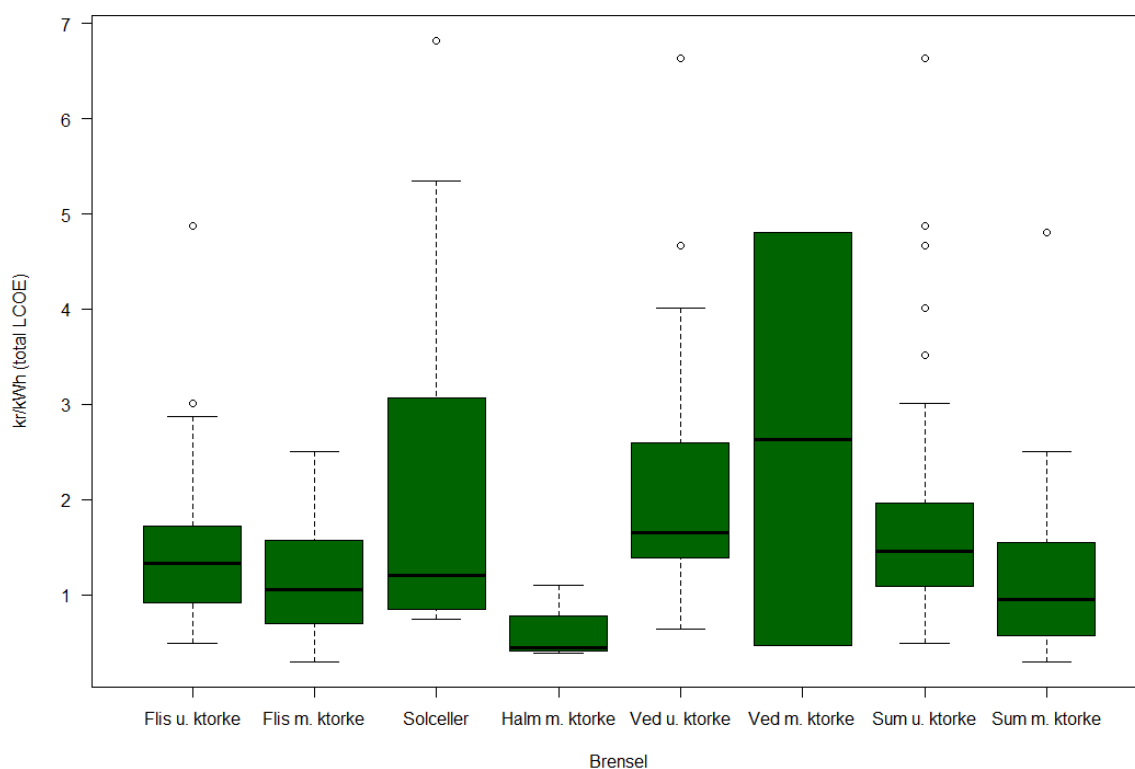
Med bakgrunn i oppgitt investeringskostnad, årlige driftskostnader, kostnader knyttet til eget og innkjøpt brensel er det foretatt utregning av LCOE som beskrevet i metodedelen. LCOE-ene er fremstilt i Tabell 5 og er delt opp for ulike brensler. Det er i alt 144 respondenter som danner grunnlaget for utregningene. Det skilles mellom respondenter som benytter gårdsvarmeanlegget til korntørking og de som ikke gjør det. Ingen med solceller benytter anlegget sitt til korntørking, mens alle med halm som brensel har anlegget knyttet til en korntørke. «LCOE vektet total» er gjennomsnittlig LCOE for anlegg som har oppgitt alle kostnader til sitt brensel, enten innkjøpt, eget eller begge deler. Det regnes ikke brenselkostnad for solcelleanlegg. Halmfyringsanlegg har den laveste LCOE-en, mens anlegg med ved som brensel har den høyeste. Dette er uavhengig om anlegget benyttes til korntørking eller ikke. Høyt standardavvik for anlegg med ved som brensel som benyttes til korntørking, viser at det er spesielt stor variasjon i LCOE-en for de tre anleggene beregningene baserer seg på. Det samme gjelder for solcelleanleggene. Ved å vektlegge

kostnadene opp mot andel eget og innkjøpt brensel, viser det seg at LCOE-en i snitt er lavere for innkjøpt brensel/råstoff til brenselet.

Tabell 5 viser LCOE for anlegg med eget og innkjøpt brensel. Det er regnet LCOE for hvert enkelt anlegg og andelen eget og innkjøpt brensel er vektet opp mot kapitalforbruk, driftskostnader og årlig produksjon. «LCOE vektet total» er total LCOE for anleggene. Det er lagt til gjennomsnittlig effekt og andel eget brensel for å lette forståelsen av tabellen.

	Hovedbrensel	Antall anlegg (N)	Andel eget brensel	Gj.snitt kW	LCOE eget brensel	LCOE innkjøpt brensel	LCOE vektet total	Standardavvik total LCOE
Uten korntørke	Ved	25	81 %	121	2,39	1,30	2,21	1,38
	Solceller	10	-	31	-	-	2,41	2,15
	Flis	72	59 %	140	1,54	1,22	1,43	0,76
Med korntørke	Ved	3	30 %	462	2,27	2,16	2,64	3,07
	Halm	5	80 %	525	0,60	0,61	0,59	0,34
	Flis	29	60 %	255	1,20	1,19	1,14	0,54
	Alle anlegg	144	66 %	172	1,64	1,23	1,38	1,14

Boksplottet i Figur 13 viser en grafisk framstilling av total LCOE for ulike anlegg med og uten korntørke, tidligere presentert i Tabell 5. Merk at ingen solceller som benyttes til korntørking har oppgitt nok data for utregning av LCOE. Det er i tillegg lagt til to grupper der LCOE for anlegg som benyttes til korntørking sammenlignes med anlegg uten korntørke tilkoblet. Medianen for anleggene med korntørke er lavere enn for anleggene uten korntørke. Ved statistiske undersøkelser finner vi at gårdsvarmeanleggene med tilkoblet korntørke har signifikant lavere LCOE enn for anlegg uten korntørke. Om en sammenligner LCOE for hvert enkelt brensel er det ingen signifikant forskjell.



Figur 13 Boksplott over LCOE for anlegg med og uten korntørke. "Sum u. ktorke" og "Sum m. ktorke" er alle anleggene som er med i LCOE-beregningene gruppert etter om de har korntørke eller ikke. Y-aksen viser LCOE i kroner per kWh.

5.11 Direkte kostnader for tilkobling av gårdsvarmeanlegg til korntørke

Av ekstrainvesteringer for å koble gårdsvarmeanlegget til korntørka oppga 88 % av respondentene at de måtte investere i varmeregister, og 66 % måtte utvide distribusjonsnettet fra varmeanlegget. Kun 4 % måtte gjennomføre større endringer av korntørkeanlegget. 7 % investerte i ny eller ekstra kjele i gårdsvarmeanlegget. Samtlige av sistnevnte er flisfyringsanlegg mellom 120 og 600 kW.

57 av respondentene oppga direkte kostnader for tilknytting av korntørkeanlegg til gårdsvarmeanlegget, der fokuset legges på anlegg med biobrensler. Av anleggene med biobrensel er det flis som har høyest gjennomsnittlig kostnad og standardavvik, se Tabell 6. Det er ett anlegg med oppgitt tilknytningskostnad på 1 500 000 kr. Om en ser bort fra denne ekstreme verdien blir den gjennomsnittlige kostnaden for flis 115 525 kr og standardavviket 83 745 kr.

Ved å skille mellom anlegg med kun varmlufttørke eller kun kaldlufttørke med tilsatsvarme, får man en gjennomsnittlig tilkoblingskostnad på 154 857 kr for varmluft og 108 000 kr for kaldlufttørke med tilsatsvarme. Anlegg på 250 kW og over har en gjennomsnittlig tilkoblingskostnad på 199 571 kr, mens anlegg under 250 kW nøyer seg med 99 514 kr.

Det er en svak korrelasjon mellom økt investeringskostnad og korntørkestørrelse og mellom investeringskostnad og effekt på gårdsvarmeanleggene, med en korrelasjonskoeffisient på rundt 0,3 for hver av dem.

Tabell 6 Kostnad for å knytte sammen gårdsvarmeanlegget med korntørka. Merk at solceller og annet brensel har oppgitt kostnader til tilknytning av korntørka, men ikke nok for andre økonomiske utregninger.

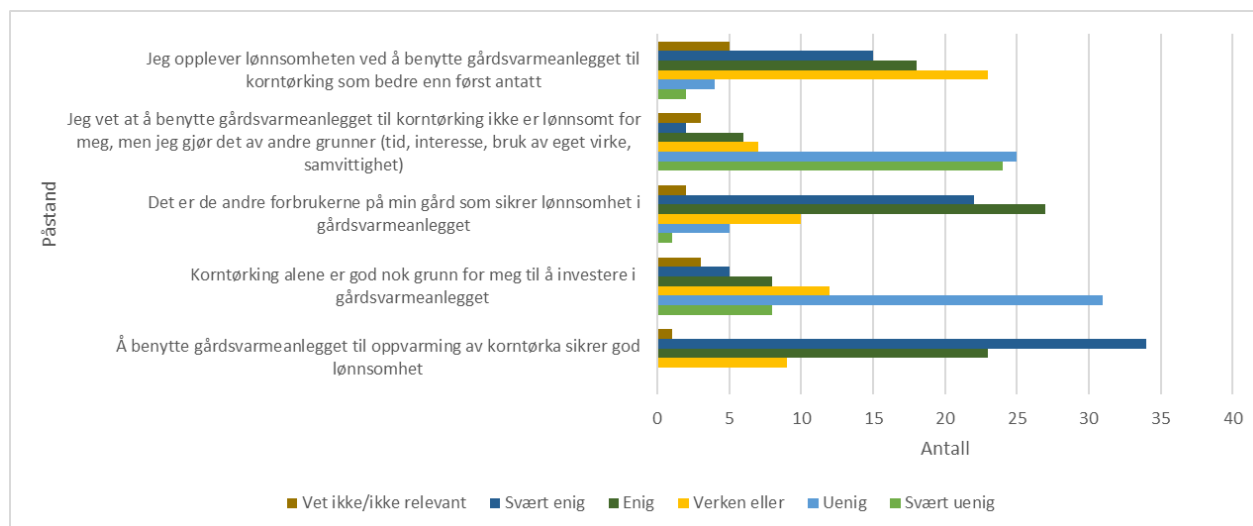
Brensel	Antall	Gj.snittlig kostnad	Standardavvik	Median
Flis	42	149 293	229 203	100000
Ved	6	60 500	38 020	65000
Halm	6	90 000	48 580	75000
Annet	1	250 000	0	
Solceller	2	235 000	304 056	
Alle anlegg	57	142 526	206 478	

5.12 Erfaring med bruk av gårdsvarmeanlegg til korntørking

Respondentene som bruker gårdsvarmeanlegget til korntørking ble presentert for en rekke påstander som de ble bedt om å rangere fra svært uenig til svært enig. I alt 67 respondenter svarte på påstandene.

I alt 85 % av respondentene var enig eller svært enig i at å benytte gårdsvarmeanlegget til korntørking sikrer god lønnsomhet. 19 % av respondentene var på sin side enig eller svært enig i at korntørking alene var god nok grunn til å investere i gårdsvarmeanlegget. Av disse 19 % hadde 77 % flis som hovedbrensel. Det er ikke funnet noen sammenheng mellom påstanden om at korntørkinga alene sikrer lønnsomhet i gårdsvarmeanlegget og installert effekt, LCOE eller størrelse på korntørka.

100 % av de med ved, solceller eller annet brensel er enig eller svært enig i at de opplever lønnsomheten ved å bruke gårdsvarmeanlegget til korntørking som bedre enn først antatt. Merk at dette gjelder få anlegg, med seks stykker for ved som brensel. 39 % av respondentene med flis er enig eller svært enig i samme påstand. Det er heller ikke her noen sammenheng mellom påstanden om lønnsomhet og installert effekt, LCOE eller størrelse på korntørka. For grafisk framstilling, se Figur 14.



Figur 14 Viser respondentenes egen oppfatning av lønnsomheten ved bruk av gårdsvarmeanlegg til korntørking.

5.13 Mest og minst fornøyd med å benytte gårdsvarmeanlegg til korntørking
Avslutningsvis fikk respondentene som bruker gårdsvarmeanlegget til oppvarming av korntørke to flervalgsoppgaver om hva de var mest og minst fornøyd med ved å bruke gårdsvarmeanlegget til oppvarming av korntørka.

84 % av respondentene var fornøyd med å ha rimelig tørking av korn via gårdsvarmeanlegget, der 78 % av anleggene med flis som brensel var enig. 100 % av halm- og vedfyringsanlegg var fornøyd med rimelig tørking. 69 % av alle respondentene var fornøyd med å være miljøvennlige. Dette var jevnt fordelt mellom brenslene, med rundt 70 % per brensel. 33 % av respondentene var fornøyd med å ha enkel firing. Av disse var kun 17 % av anlegg med ved som brensel fornøyd med enkel firing, mot 35 % for flisfiring.

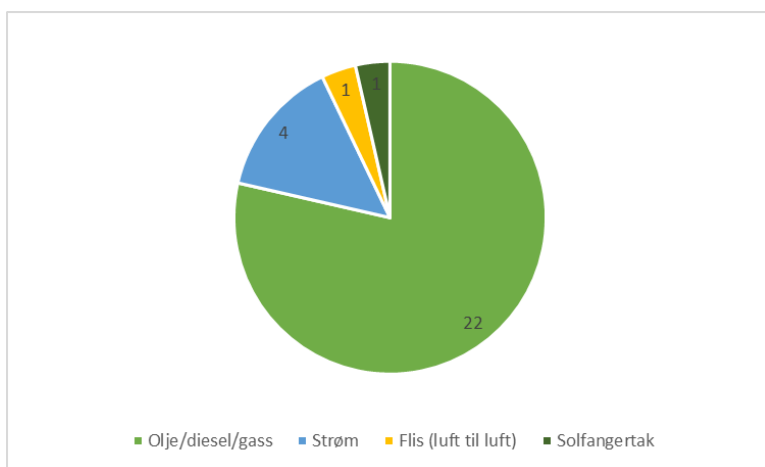
Respondentene var i hovedsak minst fornøyd med kostnader knyttet til investering, med 40 % av respondentene. Gjennomsnittlig investeringskostnad per installerte effekt var for de som valgte dette punktet på 8984 kr/kW, noe som er øvre sjikt for de med korntørke. Det var 33 % av respondentene med flis som brensel valgte dette punktet, mot 50 % med ved og 17 % halm.

12 % av alle respondentene i gruppen var misfornøyd med kostnader knyttet til bruk av anlegget, og disse hadde en gjennomsnittlig LCOE på 1,57 kr/kWh, noe som er over snittet for gårdsvarmeanlegg med tilkoblet korntørke. Av de som var misfornøyd med kostnader til bruk av anlegget, var det ingen respondenter med halm eller ved som brensel, mot en andel av flisfyringsanleggene på 14 %.

Av alle anleggene var 24 % misfornøyd med tidsbruken ved å benytte gårdsvarmeanlegget til korntørking, der spesielt halm- og vedfyring hadde høy prosentandel med henholdsvis 67 % og 50 % av anleggene, mot 12 % av flisfyringsanleggene. Svært få respondenter var misfornøyd med røykproblematikk og antall driftsstans.

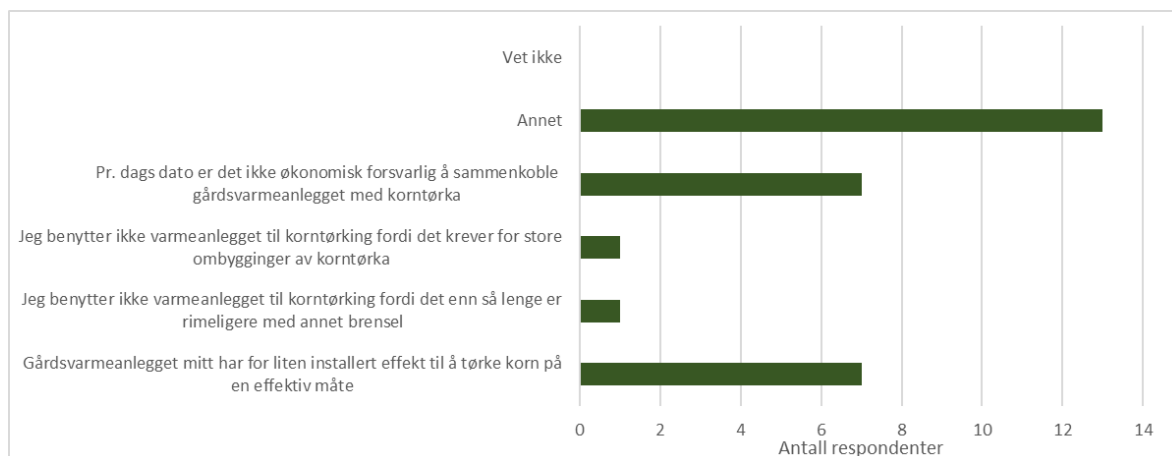
5.14 Andre brensler til oppvarming av korntørke

Som tidligere beskrevet er det 25 respondenter med varmekrevende korntørke som ikke benytter gårdsvarmeanlegget til oppvarming av korntørka. Det er 22 som i dag benytter olje, diesel eller gass til oppvarming av korntørka. Fire av disse 22 benytter strøm i tillegg til fossilt brensel. Én av respondentene benytter eget flisfyringsanlegg med luft til luft i forbindelse med korntørking. Se Figur 15 for sektordiagram over fordelingen til alternativt brensel.



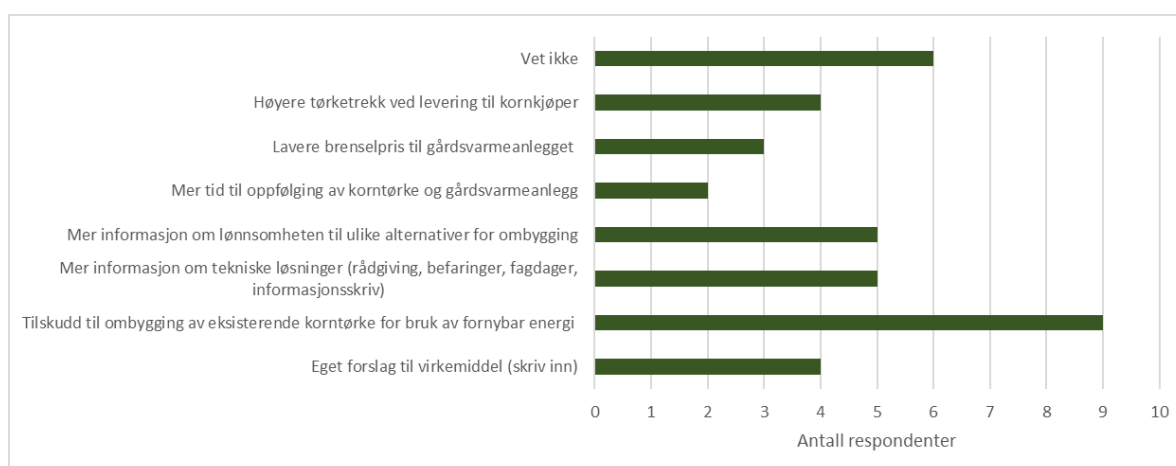
Figur 15 viser fordelingen for bruk av alternativ brensel for respondenter som bruker annet brensel til oppvarming av korntørka.

Respondentene med annet brensel til korntørking fikk mulighet til å svare på seks påstander om hvorfor de ikke benytter gårdsvarmeanlegget til oppvarming av korntørka, slik det vises i Figur 16. 13 respondenter valgte «annet», noe som vitner om lite treffende påstander. Sju respondenter mente at gårdsvarmeanlegget har for lav installert effekt. Den gjennomsnittlige installerte effekten for disse er på 149 kW, men et standardavvik på 194 kW viser en stor forskjell i installert effekt. Med unntak av et solcelleanlegg med oppgitt samlet effekt på 570 kW og et flisfyringsanlegg på 200 kW besto de resterende fem av flis-, ved-, og solcelleanlegg på under 70 kW.



Figur 16 Flervalg med ulike påstander gitt til respondenter som ikke benytter gårdsvarmeanlegget sitt på varmekrevende korntørke.

Respondentene med annet brensel til korntørking fikk også mulighet til å oppgi virkemiddel som hadde fått dem til å vurdere å benytte gårdsvarmeanlegget sitt til tørking av korn. Dette vises i Figur 17. Det mest ønskede virkemiddelet er tilskudd for ombygging av eksisterende korntørkeanlegg for bruk av fornybar energi. Resterende er jevnt fordelt mellom de ulike svaralternativene. Merk også «Vet ikke» sin store andel.



Figur 17 Respondentene som ikke bruker gårdsvarmeanlegget sitt til korntørking fikk mulighet til å oppgi ulike virkemidler for å benytte gårdsvarmeanlegget sitt til korntørking. Av de med eget forslag til virkemiddel var det ingen som oppga et relevant virkemiddel

5.15 Reduksjon av CO²-utslipp ved fornybar korntørking

Blant respondenter som i dag bruker gårdsvarmeanlegget til korntørking var det tidligere fossilt brensel som olje, diesel eller gass som var det mest vanlige brenselet, med 46 av respondentene. Med en gjennomsnittlig kornavling på 380 kg per dekar, multiplisert med hver enkelt respondents kornareal vil de 46 respondentene som nå benytter gårdsvarmeanlegg istedenfor diesel, olje eller gass spare samfunnet for 127 210 liter olje/diesel til sammen. Dette forutsetter at det ble benyttet diesel på alt og en virkningsgrad som omtalt i teorikapittelet. Omregnet i CO²-ekvivalenter tilsvarer dette 338 tonn CO²-ekvivalenter årlig.

Gitt at alle som i dag oppgir olje, diesel eller gass benytter diesel til bruk i korntørka, vil disse 22 respondentene kunne spare samfunnet for til sammen 186 tonn CO²-ekvivalenter per år. Dette forutsetter en samme utregningsmåte som for de med fornybar energi til korntørka.

6 Diskusjon av metode

6.1 Valg av metode og bruk av spørreskjema

Spørreundersøkelse ble ansett som den mest hensiktsmessige måten å samle inn mye data fra det store materialet. Tverrsnittsundersøkelsen ga et øyeblikksbilde av alle anleggene og resultatene benyttes for å svare på oppgavens problemstillinger. Ulempen med spørreskjemaet er at alle spørsmål og formuleringer måtte formuleres før utsending. Sett i etterkant var det enkelte spørsmål som kunne blitt formulert på andre måter med tydeligere forklaringer.

Til tross for at det ble lagt stor vekt på å lage enkle og presise forklaringer på fagbegrep, var det enkelte respondenter som misforstod spørsmålene. Datamaterialet fra undersøkelsen viser at forskjellen mellom effekt og energi ikke ble forstått av alle, der enkelte anlegg ble oppgitt til å ha større installert effekt enn årlig produksjon. En mulig grunn til at flere har oppgitt feil eller ingen energiproduksjon kan være den upresise formuleringen av spørsmålet om respondenten har varmemåler. I det spørsmålet ble begrepene energi og varme brukt om hverandre.

Innehavere av solcelleanlegg har oftere oppgitt uklare verdier om årlig varmeproduksjon. Dette kan komme av at de ikke produserer varme. Dermed kan de ha følt at spørsmålet om varmeproduksjon ikke har truffet dem. På en annen side var innehavere av solcelleanlegg primært ikke i målgruppen for undersøkelsen.

Andelen som oppga årlig brenselforbruk i mangel på varmemåler skapte en del merarbeid, men ga viktige data til videre beregninger. Uten mulighet for å oppgi årlig brenselforbruk ville svarene for årlig energiproduksjon og brenselkostnader hatt lavere svarprosent. Dog har de fleste respondentene uten varmemåler ikke oppgitt noe brenselforbruk. Respondentene som oppga årlig brenselforbruk hadde god kjennskap til brenselet, der samtlige svar var oppgitt i anbefalte enheter. Dette gjorde jobben med å manuelt regne om energiinnholdet i brenselet mindre utfordrende. Det er en mulighet at respondentene ikke har oppgitt reelle verdier til årlig brenselforbruk, uten at det er noen måte å sjekke dette i etterkant. Dette gjelder også for oppgitte årlige kostnader knyttet til brensel, der de fleste respondentene oppga runde summer.

Ved å benytte få obligatoriske spørsmål ble det sørget for lavere sannsynlighet for at respondenter avsluttet spørreundersøkelsen grunnet mangel på informasjon om eget anlegg. På en annen side viser dataene også at en del respondenter har valgt å hoppe over svar som krever mer innsats å svare på. Dette kan ha sammenheng med hvor villig respondenten er for å gjennomføre spørreundersøkelsen. Mottakerne av investeringsmidler fra Innovasjon Norge

er pliktige til å svare på undersøkelser i fem år etter mottatt tilskudd, noe kan føre til at de føler seg tvunget til å gjennomføre undersøkelsen.

I tillegg til målefeil ved at enkelte kan ha følt seg tvunget til å gjennomføre undersøkelsen, kan det også være målefeil knyttet til sosial ønskelighet. Sosial ønskelighet dreier seg om respondenters tendens til å svare på spørsmål på en mer sosialt akseptert måte enn de egentlig mener (Krumpal, 2013). Dette gjelder spesielt i spørsmål som omhandler miljø- og klimaspørsmål. Det kan godt hende at respondenten ønsker å framstå som mer miljøbevisst enn den egentlig er. Dette vil gjelde i større grad enn om spørreundersøkelsen hadde vært anonym. På en annen side har ikke respondenten noe å vinne på å framstå klima- og miljøbevisst, kontra for eksempel et kvalitativt intervju. I tillegg kan respondentene påvirkes av at Innovasjon Norge står som ansvarlig for undersøkelsen. Respondentene har i ulik grad mottatt investeringsmidler inntil én million kroner og kan i verste fall frykte at disse vil inndras om de svarer «feil». Om dette er reelt eller ikke vites ikke. En løsning på dette kunne vært å gjennomføre spørreundersøkelsen anonymt. På grunn av Innovasjon Norges overtakelse av datamaterialet ved oppgavens slutt ble det valgt å ikke ha en anonym undersøkelse. Det ble derimot presisert i innledningen til spørreundersøkelsen at hva respondenten svarte ikke skulle få konsekvenser for tidligere utbetalinger.

6.2 Materiale

Materialet som danner utgangspunktet for utvalget til denne oppgaven, er søknadsregistre for investeringsmidler for bygging av gårdsvarmeanlegg fra Innovasjon Norge i perioden 1.1.2012 til og med 31.12.2022. Utvelgelsen av undersøkelsesutvalget ble gjort manuelt, der de ulike gruppene uten relevans for oppgaven ble fjernet fra datasettet. Blant de som ble fjernet var anlegg som hadde fått avslag på søknaden om investeringsmidler. Det kan tenkes at disse anleggene likevel har blitt bygget og dermed kunne gitt interessante data, men de ble fjernet fra utvalget for å ikke bringe eventuell misnøye grunnet avslag.

Nettskjemas verktøy for masseutsending rapporterte at åtte e-poster ikke lenger var operative. Dette kommer i tillegg til et ukjent antall e-poster som ikke sjekkes jevnlig og andre e-poster som ikke er i bruk. Det ble mottatt flest svar de første dagene etter utsendelse. Etter én uke ble det sendt ut en purring, noe som økte hyppigheten i innkomne svar i noen dager. Sju respondenter svarte at de ikke ønsket å gjennomføre undersøkelsen. 21 respondenter svarte at de ikke hadde et gårdsvarmeanlegg i drift. Den vanligste grunnen for dette, var at anlegget var under bygging.

6.3 Vurdering av representativitet, reliabilitet og validitet

Kvaliteten på innhentet data kan variere. Det skilles mellom reliabilitet og validitet, der reliabilitet forteller oss hvor pålitelig dataen som samles inn er, og validitet beskriver hvor godt dataene beskriver virkeligheten. Validitet deles igjen i intern og ekstern validitet.

Intern validitet dreier seg om i hvilken grad funnene reflekterer formålet med studien og representerer virkeligheten gjennom troverdige resultater. Ekstern validitet handler om i hvilken grad resultatene kan overføres til andre liknende fenomener (Johannesen et al.,

2021). For å øke troverdighetene i resultatene har spørreskjemaet blitt gjennomgått av fagpersoner innen landbruk og bioenergi. Resultatene som ble funnet kan i stor grad måles mot tidligere undersøkelsers resultater, der spesielt økonomiske verdier kan sammenlignes. Spørsmål om korntørke og grad av tilfredshet blant respondentene er mer utfordrende å sammenligne med tidligere studier, og validiteten til disse kan ikke bekreftes på samme måte.

Reliabilitet kan på sin side ofte testes med en test-retest-reliabilitet (Johannesen et al., 2021). Dette går ut på å teste samme personers svaralternativer med et par ukers mellomrom. Resultatene fra en slik undersøkelse skal i utgangspunktet gi samme verdi. Tidsperspektivet for masteroppgaven gjør at dette ikke har blitt gjort. For mange av spørsmålene trenger ikke reliabilitet å være et problem. På spørsmål om areal, effekt og om man har en korntørke er det enkelt å svare. På spørsmål om årlig energiproduksjon og kostnader knyttet til tilkobling av gårdsvarmeanlegget til korntørka kan det være større reliabilitetsproblem. Spesielt svar knyttet til investering, energiproduksjon og årlige kostnader er det forventet at det kan oppgis unøyaktige svar og påfølgende lav reliabilitet. Det kan være tall som er vanskelig å huske på og mange respondenter vil nok oppgi grove estimater for dette. For areal og korntørkestørrelse oppgir spørreskjemaet svaralternativene i intervaller. Dette sikrer lavere nøyaktighet for enkelte, men vil for andre bidra til at det kan være enklere å ha en formening om hva de skal svare.

Den endelige svarprosenten på 36,2 % vurderes som helt gjennomsnittlig. Ved å ikke gjennomføre bortfallsanalyse er det større usikkerhet knyttet til hvor representativt utvalget er. Det vil dermed bli mer utfordrende å generalisere resultatet fra utvalg til populasjon (Johannesen et al., 2021). På en annen side kan det diskuteres hvor mye kjennskap man får av bortfallet ved å analysere brenselet og hvilket fylke og kommune respondenten bor i, som er det grunnlaget søknadsregistrene gir for en eventuell bortfallsanalyse. Dette var begrunnelsen for å ikke gjennomføre bortfallsanalyse.

6.4 Energitekniske beregninger

Fastsettelse av energiproduksjon med bakgrunn i oppgitt årlig forbruk av brensel vil gi større usikkerhet enn respondenter som har avlest årlig produksjon fra en varme- eller energimåler. På en annen side er det benyttet anerkjente metoder for utregning av energiproduksjon basert på innfyrt brensels brennverdi. Uten å kjenne hvilke treslag respondentene benytter, er det brukt en middelerdi på basisdensitet og fuktighet. Det bemerkes at dette vil gi avvik fra reell produksjon. På en annen side ville det blitt krevende om respondentene skulle oppgitt andelen av ulike treslag og fuktighet i brenselet, og det kan hende at avvikene fra reell produksjon da kunne blitt større. Med bakgrunn i at det er oppgitt felles brennverdier og virkningsgrad kan anlegg med samme brensel sammenlignes mot hverandre på like grunnlag.

Å velge en årsvirkningsgrad som er lik på halm-, ved-, og flisfyringsanlegg gir enklere utregninger, men vil gi avvik sammenlignet med virkeligheten. Et halmfyringsanlegg vil

tradisjonelt ha lavere virkningsgrad enn et automatisk flisfyringsanlegg, som hele tiden jobber mot optimal forbrenning. Brenselkvalitet, grad av vedlikehold, tekniske faktorer og andel energi produsert ved høy- eller lavlast, er andre faktorer som oppgaven ikke kjenner eller tar hensyn til. Det ble vurdert at frafallet ville blitt stort om respondentene skulle oppgitt de nevnte faktorene. I alt kan man se på de energitekniske beregningene som anslag som gir et grovt bilde av virkeligheten.

6.5 Økonomiske beregninger

LCOE blir ofte kritisert for å ikke ta hensyn til eksterne virkninger av et prosjekt. For denne oppgaven vil dermed ikke ringvirkninger i form av økt lokal sysselsetting og reduksjon i klimagassutslipp regnes med i modellen. I en studie av den internasjonale bruken av LCOE kommer det fram til at blant annet avviklingskostnad og markedssituasjon ofte holdes utenfor beregningene. I tillegg framkommer det også at det ofte benyttes ulikt oppsett på LCOE-modellene, som hver gir ulikt sammenligningsgrunnlag (Held & Visser, 2014). For denne oppgaven vil alle LCOE-beregninger skje på likt grunnlag. Verdien fra LCOE vil i stor grad bli sammenlignet mellom anleggene i oppgaven. Der resultatene av LCOE-beregningene sammenlignes mot andre kilder, er det sjekket utregningsmetoden for LCOE, slik at det er like vilkår.

Ved å velge en lik levetid for alle typer gårdswarmeanlegg vil det rent teoretisk bli like vilkår for utregning av LCOE. I praksis vil levetiden variere mellom de ulike gårdswarmeanleggene. I tillegg vil levetiden for ulike tekniske installasjoner være ulik. Hohle (2005) beskriver at ulike tekniske installasjoner vil ha en levetid på mellom fem og 40 år (Hohle, 2005). For enkle og oversiktlige utregninger ble det fastsatt å bruke en middelerdi for økonomisk levetid på 20 år. Dette er også den levetiden Hohle benytter på komplett varmeanlegg. Enklere anlegg, som ved- og halmfyringsanlegg, forventes å ha lengre levetid enn mer avanserte flis- og pelletsanlegg. Med bakgrunn i dette kunne levetiden for enkle anlegg vært økt i beregningene. Dette ville gitt disse anleggene et konkurransefortrinn ovenfor de mer kompliserte anleggene.

Mens det ble brukt samme levetid på alle anlegg, ble driftskostnader differensiert mellom ulike brensler. Ved gjennomgang av spørreskjemaet før utsending ble det besluttet å ikke spørre om kostnader knyttet til drift og vedlikehold for å ikke gjøre undersøkelsen for omfattende. Det ble også vurdert at mange respondenter ikke vil kjenne de detaljerte kostnadene til drift og vedlikehold. De fastsatte prosentsetningene som benyttes for å kartlegge kostnader til drift og vedlikehold gir et grovt anslag av driftskostnadene. I ettertid ser man at respondentene som kjenner sine årlige kostnader til drift og vedlikehold kunne bidratt med ny informasjon.

Det ble tatt kontakt med tre entreprenører som driver med flishogging, der to ikke ville oppgi pris til oppgaven. Dermed ble kostnaden for flising kun basert på én flisleverandørs opplysninger. Dette kan gi et skjevt bilde av virkeligheten. På en annen side regnes markedet

for flishogging som et marked med mange tilbydere der prisene på flishugging naturlig vil tilpasses hverandre til en viss grad.

7 Diskusjon av resultater for alle gårdsvarmeanlegg

Resultatene fra undersøkelsen vil bli diskutert, der det legges størst vekt på resultatene fra korntørkeanleggene.

7.1 Resultater (alle anlegg)

Resultatene viser at det er stor differanse i installert effekt mellom gårdsvarmeanlegg med ett brensel og gårdsvarmeanlegg med flere brenslers. Det bemerkes at spørreundersøkelsens utforming gjør at all effekt kommer det oppgitte hovedbrenselet til gode. Dermed er det ukjent i hvilken grad de ulike hovedbrenslene fordeler seg mellom installert effekt og årlig energiproduksjon. Sett i ettertid er dette det i undersøkelsen som bidrar til størst feilmargin.

Det er også ukjent om solcellene som er oppgitt som tilleggsbrenslers benyttes til varmeproduksjon eller kun produserer strøm til direkte forbruk. Det regnes med at de først og fremst vil dekke strømforbruket på gårdene. På en annen side er det mulig å produsere varme med strøm fra solceller når strømforbruket er dekket, og dermed spare hovedbrensel. Lønnsomheten i dette vil avhenge av kraftpris som innehaverne av solceller får ved salg av kraft, målt opp mot kostnadene knyttet til hovedbrenselet og bruk av gårdsvarmeanlegget.

Med tanke på at Innovasjon Norge stiller krav om installert varmemåler var det stor andel som ikke hadde dette installert. Dette kan forklares ved at respondentene har anlegg som er inntil ti år gamle og at kravet om varmemåler har kommet i senere år. Flere respondenter skrev også at varmemåleren har sluttet å fungere. Som med effekt tilfaller all produksjon fra anleggets hoved- og tilleggsbrenslers til hovedbrenselet. Den store variasjonen i anleggenes brensel, effekt og energiproduksjon vitner om at respondentenes anlegg er en lite homogen gruppe. Dette forklares av ulike bønders behov for varme, basert på forbruk, landbruksdrift og økonomi. På den måten er innehavere av gårdsvarmeanlegg en interessant gruppe, der hvert anlegg utformes ulikt basert på de nevnte forutsetningene.

7.2 Motivasjon for å investere i gårdsvarmeanlegg

Det var stor andel som var svært enig i de sju påstandene om motivasjon for investering. Man kan se på dette som at påstandene traff respondentene bra. På en annen side gir denne formen for spørsmålsstilling lite nyanserte svar. Uavhengig av brensel og anleggsstørrelse var det reduksjon av kostnader som var den viktigste motivasjonsfaktoren for investering i gårdsvarmeanlegg. Dette er ikke overraskende, da respondentene er selvstendig næringsdrivende som ønsker en lønnsom gårdsdrift.

Respondenter med halm som brensel er gruppen som hadde størst motivasjon for å benytte gårdens ressurser. Dette kan ha sammenheng med halmfyrens evne til å håndtere flere ulike typer brenslers. Dermed kan man benytte brensel fra egen gård ut fra hva slags produksjon man har, og hvilke brenslers man har tilgjengelig. Ved og flis krever på sin side at man har tilgang på trevirke for produksjon av eget brensel. Pellets var den gruppen som hadde lavest

motivasjon for å benytte gårdens ressurser. Dette kan settes i sammenheng med at pellets som regel kjøpes inn i ferdig prosessert brensel og at respondentene på den måten ikke får nyttiggjort seg gårdens ressurser.

8 Diskusjon av resultater- korntørking og økonomi

8.1 Fordeling av brensel brukt til korntørking

Flisfyringsanleggene som er knyttet til korntørke har i gjennomsnitt høyere installert effekt enn anleggene som ikke benyttes til korntørking. På en annen side er gjennomsnittlig samlet installert effekt lavere for flisfyringsanlegg som tørker korn sett opp mot anlegg med annet brensel som tørker korn.

Samlet sett er det over dobbelt så høy installert effekt i gjennomsnitt for anlegg med to eller flere brenslere. Anleggene som benytter ved som brensel til tørking av korn har meget stor installert effekt sammenlignet med andre anlegg i undersøkelsen som benytter ved som brensel. Det antas at dette er halmfyringsanlegg der det benyttes ved som brensel, men det er ikke bekreftet.

Det vanligste tilleggsbrenselet som oppgis til korntørking, er solceller med 28 % av andelen av tilleggsbrenslere. Om solcellene er installert for å tørke korn er uvisst, men de kan bidra med en viss varmeproduksjon gjennom å varme varmtvann gjennom el-kolber i akkumulator-tanker (Kjuus, 2020). Indirekte kan strømproduksjonen fra solcellene benyttes til å drive andre tekniske innretninger i korntørkeanlegget.

8.2 Bruk av gårdsvarmeanlegg til korntørking sammenlignet med lagerkapasitet og alder

Funnene viser at lagerkapasiteten på korntørkene til en viss grad følger respondentens kornareal og at det ikke er noen signifikant sammenheng mellom lagerkapasitet og bruk av gårdsvarmeanlegg til oppvarming av korntørka, hvis man tar bort gruppen med de største korntørkeanleggene. Dersom dette er tilfelle, viser det at selv eldre korntørkeanlegg med liten lagerkapasitet blir prioritert bygget om for å kunne benytte fornybar energi. Det er derimot viktig å huske på at gruppen med de minste korntørkeanleggene stort sett består av kaldlufttørker. Kaldlufttørkene blir ikke regnet med i den prosentvise andelen som benytter gårdsvarmeanlegget, nettopp fordi de ikke krever varmetilførsel for å tørke korn. Grunnen til den store andelen fornybar oppvarming for de varmekrevende tørkene over 800 tonn kan forklares av den lave alderen på korntørkeanleggene. At både gårdsvarmeanlegget og korntørka er bygget i løpet av de siste ti årene gir større mulighet for at gårdsvarmeanlegget er dimensjonert for å benyttes til korntørking.

8.3 Installert effekt og bruken av gårdsvarmeanlegg til korntørking

Det ble funnet en signifikant forskjell i installert effekt for anleggene som benytter gårdsvarmeanlegget til korntørking og de som bruker annet brensel. Med bakgrunn i dette vurderes det at anleggene som blir planlagt tilkoblet et korntørkeanlegg også dimensjoneres for den høye effekten som kreves. På en annen side kan det også forklares

med enkelte anleggs bruk av tilleggsbrenslere, der den samlede effekten fra alle tilleggsbrenslene tilfaller hovedbrenselet. Alle halmfyringsanleggene fra undersøkelsen har tilleggsbrenslere og tørker korn, mens alle solcelleanlegg, der gjennomsnittlig effekt er lav, er ikke tilkoblet korntørke. Dette vil bidra til å forsterke forskjellen mellom gruppene.

For kornprodusenter kan det vitne om en samvariasjon mellom lav effekt på gårdsvarmeanlegget og bruk av annet brensel for korntørking. At kornprodusenter med en form for gårdsvarmeanlegg ikke velger å dimensjonere gårdsvarmeanlegget for å tørke korn kan vurderes ulikt. I og med at de fleste korntørkeanleggene i gjennomsnitt har høyere alder enn gårdsvarmeanleggene er det tatt et bevisst valg om å ikke benytte gårdsvarmeanlegget til korntørking. Differansen i investering mellom et gårdsvarmeanlegg til oppvarming av bolig og et høyeffekt gårdsvarmeanlegg som også kan brukes til korntørking vurderes som stor og er trolig mye av grunnen. Flere respondenter vurderer dette senere i undersøkelsen.

8.4 Utnyttelse av gårdsvarmeanlegget ved tørking av korn

Ved statistiske undersøkelser ble det ikke funnet noen signifikant forskjell mellom kapasitetsfaktor for gårdsvarmeanlegg som i tillegg til å tørke korn også er tilkoblet husdyrrom, og for gårdsvarmeanlegg som ikke er tilkoblet husdyrrom. Dette er ikke som forventet, da det ble vurdert at oppvarming av husdyrrom, som er en stor forbruker gjennom året, ville øke kapasitetsfaktoren og utnyttelsesgraden av gårdsvarmeanlegget. Det ble undersøkt om det var andre store forbrukere som medførte bias i gruppene, og prosentandelen som drev med varmesalg var skjevfordelt mellom de to gruppene.

Varmesalg er en stor forbruker som kan gi gårdsvarmeanleggene en jevnere varmeproduksjon gjennom året, med påfølgende høyere kapasitetsfaktor. Ved å utelate anleggene som driver med varmesalg fra analysegrunnlaget ble det funnet en p-verdi på 0,055. Dette er svært nærme den valgte grensen for forkastelse av nullhypotesen om at de to gruppene er like. Selv om resultatet ikke er statistisk signifikant ved det valgte signifikansnivået, betyr det ikke nødvendigvis at det ikke er noen effekt eller sammenheng (Løvås, 2018). Det kan være andre faktorer som påvirker resultatene som det ikke er testet for. Det er for usikkert å si hva som er årsaken, da gruppene gårdsvarmeanlegg og landbruksproduksjon er lite homogene. Med bakgrunn i dette kan det ikke konkluderes med at gårdsvarmeanlegg som har korntørke som eneste store forbruker ikke har noen lavere kapasitetsfaktor enn andre anlegg med korntørke.

8.5 Lønnsomhetsvurderinger

8.5.1 Pris per kW alle gårdsvarmeanlegg

For alle anlegg uavhengig av brensel er gjennomsnittlig investering per installerte effekt 9523 kroner/kW. De økonomiske resultatene tar utgangspunkt i investeringskostnad, der det ble lagt opp til total investering uten tilskudd. Det ble forsøkt å hente ut innvilget tilskuddssum til hvert enkelt gårdsvarmeanlegg fra søknadsregistrene. Dette ble ikke gjennomført, da det ble funnet avvik i oppgitt og søkt effekt, og type brensel til enkelte gårdsvarmeanlegg. Det er flere respondenter som har søkt midler til solcelleanlegg og har oppgitt ulike typer

biobrensler i spørreundersøkelsen, noe som viser at de tidligere har bygget gårdsvarmeanlegg og at solcellene i praksis er tilleggsbrensler. Investeringskostnad for hvert brensel vil bli sammenlignet med tilgjengelige tall fra tidligere undersøkelser.

8.5.2 Flisfyringsanlegg – med og uten korntørke

Flisfyringsanlegg har i snitt høyest investeringskostnad per installerte effekt hvis man ser bort fra solcelleanleggene. Totalt for alle flisfyringsanlegg er gjennomsnittlig investeringskostnad 10 707 kr/kW. For anlegg som benyttes til korntørking er den 8927 kr/kW, og for anlegg som ikke benyttes til korntørking er den 11 424 kr/kW. NIBIO skriver i sitt faktaark om bioenergi at flisfyring gir en kostnad på 8500 kr/kW (Gjølsløv & Nordhagen, 2017). Oppgavens gjennomsnittlige investeringskostnad for flisfyringsanlegg er høyere enn den oppgitte kostnaden som NIBIO presenterer. Hvis man derimot trekker fra inntil 35 % investeringsstøtte for flisfyringsanleggene, vil denne oppgavens flisfyringsanlegg få en lavere gjennomsnittlig investeringskostnad enn det NIBIO presenterer. Hohle (2005) anslår mellom 2500 og 4500 kr/kW for flis-barkfyringsanlegg. Det utdypes ikke noe mer om størrelse, men beskrives at det baserer seg på erfaringstall (Hohle, 2005). NVE benytter 6683 kr/kW for fjernvarmeanlegg på 0,15 MW (150 kW) for anlegg med tørr flis (Norges vassdrags- og energidirektorat, 2015). NOBIO bruker i sin veileder fra 2011 en pris på mellom 4000 og 6000 kr/kW for varmesentraler, men poengterer at denne vil variere mye (Norges Bioenergiforening, 2011). Investeringssummene fra denne veilederen vurderes til å være lave, både basert på alder og prisøkning siden utgivelse i 2011. Investeringskostnaden NVE og NOBIO oppgir er langt lavere enn hva respondentene oppgir. Dette kan forklares av kostnadsøkningen på 12 år, med økte råvarepriser, etterspørsel etter varmeanlegg og generell prisstigning. På en annen side virker en dobling av investeringen per kW høy. Samtidig er flere av flisfyringsanleggene i denne oppgaven inntil 11 år gamle, da spørreundersøkelsen ble sendt ut til mottakere av tilskudd fra og med 2012.

Den gjennomsnittlige installerte effekten for anlegg som benyttes til korntørking er 255 kW, mot 140 for anlegg som ikke er tilkoblet korntørke. Den gjennomsnittlige investeringskostnaden for flisfyringsanlegg som benyttes til korntørking er lavere enn for anlegg som ikke benyttes til korntørking. Årsaken til dette vurderes å komme fra den markante differansen i installert effekt. Det skilles ikke mellom kostnader til de ulike delene av anleggsinvesteringen, men det regnes med en viss form for storskalafordele, slik at kostnadene per installert effekt synker. Dette kan delvis forklares med korrelasjonen mellom kW og kr/kW som er svak negativ. En annen faktor er bruken av flere brensler, der andelen som benytter tilleggsbrensler er lavere blant de uten korntørke. På den måten vil den installerte effekten framstå som høyere, da det ikke skilles mellom effekt fra hoved- og tilleggsbrensel.

8.5.3 Halmfyring - med korntørke

Det er kun fem respondenter med halmfyring som har oppgitt kostnader til investering. Dermed gir hvert anlegg store utslag på gjennomsnittet, noe som går ut over validiteten til resultatene. Samtlige anlegg benyttes til korntørking og har en gjennomsnittlig kostnad per

installert effekt på 3 343 kr/kW før eventuelle tilskudd. Den gjennomsnittlige installerte effekten til anleggene er 525 kW, noe som er høyest av alle brenslene. NIBIO bruker i sine vurderinger 3 332 kr/kW i investeringskostnader, som er lavest av samtlige brenslere i veilederen (Gjølshjøl & Nordhagen, 2017). I lys av investeringskostnadene per installerte effekt som NIBIO opererer med, er differansen til tallene fra denne undersøkelsen svært liten. Medregnet et eventuelt tilskudd vil halmfyringsanleggene få en lavere pris per effekt enn NIBIO sin veileder. Dersom dette er tilfelle, kan halmfyring være en rimelig måte å dekke et stort effektbehov på kort tid. Dette er ideelt for anlegg som benyttes til korntørking uten andre store forbrukere gjennom året. På en annen side er det fortsatt en stor investering per anlegg, som vurderes som mer lønnsom grunnet den høye effekten.

8.5.4 Vedfyring – med og uten korntørke

Vedfyring er det rimeligste brenselet per kW om man ser bort fra halmfyring, med en gjennomsnittlig investeringskostnad på 5584 kr/kW. Anleggene med ved som er koblet til korntørke har en gjennomsnittlig installert effekt på 462 kW og kostnad på 2521 kr/kW. Anleggene som ikke er tilkoblet korntørke har en gjennomsnittlig installert effekt på 121 kW og en kostnad på 5952 kr/kW. Dette er de oppgitte tallene fra respondentene, før tilskudd. NIBIO bruker til sammenligning 6167 kr/kW i sin veileder (Gjølshjøl & Nordhagen, 2017). Dette gir en differanse på 583 kr/kW sett opp mot gjennomsnittlig kostnad oppgitt av respondentene. Merk at det er før tilskudd, så differansen vil øke om man regner med tilskudd til investering. Den negative korrelasjonen på -0,44 mellom installert effekt og kr/kW viser at det er en viss reduksjon i kr per installert effekt om effekten økes.

Installert effekt er markant høyere for vedfyringsanlegg som benyttes til korntørking enn vedfyringsanlegg som ikke benyttes til korntørking. Det bemerkes at det kun er tre anlegg med vedfyring som benyttes til korntørking, og at hvert av disse tre anleggene kan gjøre store utslag på gruppen. Om man sammenligner installert effekt og investeringskostnad mellom halmfyringsanlegg og anlegg med ved som brensel som er tilkoblet korntørke, kan man se store likheter. Det vurderes om de tre gårdswarmeanleggene med ved som brensel som tørker korn er halmfyringsanlegg som benytter trevirke som brensel. Det er ikke uvanlig, da halmfyringsanlegg har mulighet til å brenne flere typer brenslere, inkludert trevirke. En annen mulig forklaring er at det er store industri-vedovner med stor effekt. På en annen side er det ingen kommentarer i undersøkelsen som kan bekrefte dette, og det er ikke tatt kontakt med respondentene det gjelder. Uansett gir den store installerte effekten for anleggene med ved som brensel som tørker korn stort utslag i installert effekt. Det er også den gruppen som isolert sett har den laveste investeringskostnaden per installerte effekt. Halmfyringsanlegg som benytter flere typer brenslere har en kostnad per installerte effekt på 3365 kr/kW (Gjølshjøl & Nordhagen, 2017). I forhold til dette tallet, har de tre vedfyringsanleggene som benyttes til korntørking fortsatt meget lav investeringskostnad sett opp mot effekt.

8.5.5 Solceller – til korntørking

Solceller oppgis som hovedbrensel til korntørking i to tilfeller. Det er flere anlegg som benytter solceller som tilleggsbrensel på gården. Solceller (som hovedbrensel) har den

høyeste oppgitte kostnaden per installerte effekt, med 11 690 kr/kW. De ti anleggene som danner grunnlaget for kostnadsberegningen, har en gjennomsnittlig installert effekt på 31 kW. DOE Agrivoltaics gjennomførte i 2021 en markedsundersøkelse for en solcellepark på et gårdsbruk. De fant en kostnad på 572 euro/kW, for en installasjon på 850 kW (DOE Agrivoltaics, 2022). Sammenlignet med dette funnet er kostnaden per kW høy. På en annen side er det stor forskjell i installert effekt for de to anleggene og det vurderes som et mindre heldig grunnlag for direkte sammenligning. Det vurderes også i hvilken grad solcelleanleggene bidrar til korntørking, da de har lav installert effekt. Dette framkommer dog ikke i undersøkelsen.

8.6 Brenselkostnad

Ved gjennomgang av kostnadene for eget og innkjøpt brensel er det mange hele tall, der det åpenbart er satt en rund sum for brenselkostnaden. Dette gjelder for øvrig både eget og innkjøpt brensel. Det er relativt store standardavvik i kostnadene for eget brensel, noe som reflekterer store forskjeller i kostnader mellom respondentene. Dette er ikke uventet da det er mange variabler som spiller inn, spesielt kjennskapen til egne kostnader. Hva respondentene regner i egentid, faste og variable kostnader anslås å være svært forskjellig mellom hver respondent. For innkjøpt brensel er standardavvikene over dobbelt så høye, mens gjennomsnittsprisen ligger noe høyere.

En mulig forklaring på de høye standardavvikene for innkjøpt brensel kan være at enkelte anlegg har oppgitt svært høye kostnader. Det er ikke fjernet «ekstreme» verdier fra datasettet og enkelte anlegg har lagt inn urealistiske verdier. Det er trolig grunnen til at standardavviket for innkjøpt brensel tilsier at verdiene kan være negative. Derfor kan det være mer representativt å bruke median og variasjonsbredde istedenfor gjennomsnitt og standardavvik for å forklare dataene. På denne måten vil ikke avvikene påvirke like mye. Videre diskuteres brenselkostnad for hvert enkelt brensel som benyttes til korntørking.

8.6.1 Brenselkostnad flis

Gjennomsnittsprisen til eget brensel for flis er 0,45 kr/kWh og medianen er 0,31 kr/kWh. For innkjøpt brensel er gjennomsnittsprisen 1,00 kr/kWh med en median på 0,41 kr/kWh. Hohle (2005) regner med en produksjonskostnad for flis på 0,15 kr/kWh og markedspris på 0,12 – 0,14 kr/kWh. Det er stor grunn til å øke disse prisene drastisk. Ved personlig kommunikasjon våren 2023 presenterer Hohle en erfaringsbasert pris på 0,37 kr/kWh levert varme fra flisfyring (Hohle, 2023). Dette er denne prisen Energigården AS bruker i sine kalkyler i skrivende stund. Sammenlignet med Hohles oppdaterte tallmateriale fra 2023 samsvarer dette med oppgavens medianpris for både innkjøpt og eget brensel til flisfyring.

For april 2022 viser Energirapporten til en brenselpris på 0,28 kr/kWh for stammevedflis på under 35 % fuktighet opplastet på flisterminal (Tekniske Nyheter AS, 2022). Dette er under medianen for både innkjøpt og eget brensel. På en annen side opplyser Energirapporten om at deres pris er innfyrt og ikke tar hensyn til virkningsgrad. Dermed vil reell levert energi ha en høyere pris, avhengig av virkningsgrad. Siden oppgavens brenselpriser er medregnet

virkningsgrad fører dette til sammenligning på ulike premisser. Ved korrigerende av virkningsgrad er fortsatt medianprisen fra oppgaven høyere enn Energirapportens brenselkostnad. Dette kan ha sammenheng med at gårdsvarmeanlegg ofte har lite virke som skal flises per anlegg. Dermed kan det tenkes at kostnaden per løskubikkmeter blir høyere enn for større varmekraftanlegg.

NVE vurderer biokjele som flisfyring til å være en moden teknologi som har liten mulighet til store prisreduksjoner (Norges vassdrags- og energidirektorat, 2015). De peker på en annen side på at innsamling og bearbeiding av brensel har mulighet for kostnadsreduksjon for hele bioenergisektoren, spesielt med høyere utnyttelse av GROT. Med samtaler med Trond Hammeren, daglig leder i Varmeutviklig AS, påpekes det at de økte energiprisene har ført til økt utnyttelse av energivirke og GROT. Den høyere alternativverdien på virket, både til ved, varmeproduksjon, i tillegg til lav kronekurs som medfører eksport, fører til økt etterspørsel etter hogstavfall og GROT (Hammeren, 2023). Om den økte utnyttelsen av hogstavfall og GROT er nok til å dekke etterspørselen og dermed senke brenselprisen er ukjent. I så fall vil gårdsvarmeanleggene med eget råstoff til flis ha et fortrinn mot varmekraftverk som kjøper inn alt brenselet, på den måten at gårdsvarmeanleggene kan utnytte sitt eget virke uten å bli påvirket av prisene i markedet.

8.6.2 Brenselkostnad ved

Gjennomsnittsprisen til eget brensel for ved er 0,99 kr/kWh og medianen er 0,91 kr/kWh. For innkjøpt brensel er gjennomsnittsprisen 1,39 kr/kWh med en median på 0,75 kr/kWh. De høye standardavvikene, spesielt på innkjøpt råstoff eller brensel, viser en stor forskjell i brenselkostnader til de ulike anleggene. Ved er uansett det dyreste brenselet i denne oppgaven, med en høy differanse mot spesielt halm. Hohle (2005) regner mellom 0,31 og 0,52 kr/kWh for innfyrt ved, der det spenner mellom blandingsvirke i favn til bjørk i 60-liters sekk. Merk at det må tas hensyn til virkningsgrader. I en byggeveileder fra 2012 presenteres en brenselpris på mellom 0,4 og 0,7 kroner per kWh for innkjøpt brensel levert i ulikt kvanta (Granlund, 2012). Dette tallet vil anses som noe lavt i dag, med en økning i priser siden 2012.

8.6.3 Brenselkostnad halm

Gjennomsnittsprisen til eget brensel for halm er 0,14 kr/kWh og medianen er 0,13 kr/kWh. For innkjøpt brensel er gjennomsnittsprisen 0,73 kr/kWh med en median på 0,73 kr/kWh. Det gjøres oppmerksom på at det kun er to anlegg med halm som har oppgitt kostnader knyttet til innkjøpt brensel, dermed er gjennomsnitt- og medianpris lik, med et høyt standardavvik. Videre vil kun brenselkostnad for eget brensel til halm diskuteres, der fem respondenter danner grunnlaget for prisene. NIBIO presenterer i sine temaark om bioenergi en gjennomsnittlig total brenselkostnad på 0,14 kr/kWh for halmfyring. Hohle benytter 0,12 kr/kWh for innfyrt brensel (Hohle, 2005). NVE benytter en brenselpris på 0,12 – 0,16 kr/kWh for halm i sin håndbok fra 2011 (Hofstad, 2011). NVE tar de også hensyn til nedre brennverdi, slik som i denne oppgaven, men virkningsgraden deres er ukjent. Brenselkostnaden til halm ligger i nærheten av de tre vurderte kildene og utpeker seg ikke på

noen måte. Dermed vurderes det at kostnadene for halm som brensel ligger relativt stabile, med bakgrunn i at sammenligningsgrunnlaget er delvis tilårskommet.

I tillegg til at kostnadsutviklingen på brensel fra halm vurderes som lav, har også halm den laveste brenselprisen i undersøkelsen. Dette kan i stor grad vurderes i sammenheng med halmens alternativverdi. Der trevirke fra skogen har en alternativverdi som tømmer for salg, eller lett omsettelig brensel i form av ved eller flis, har halm færre fordeler i et alternativt marked. Om man ser bort fra halmens agronomiske verdi, har den få alternative bruksområder og kan regnes som et restprodukt. Den eneste kostnaden knyttet til brenselet er å samle, bearbeide og lagre den. På den annen side er det høyt tidsbruk for å fyre med halm (Belbo, 2011).

8.7 LCOE for alle gårdsvarmeanlegg

Total gjennomsnittlig LCOE for alle gårdsvarmeanleggene er på 1,38 kr/kWh, der LCOE for eget og innkjøpt brensel er henholdsvis 1,64 kr/kWh og 1,23 kr/kWh. Gruppen som er analysert er delt i to, der gårdsvarmeanlegg med korntørke tilkoblet sammenlignes med gårdsvarmeanlegg uten korntørke.

Det legges til grunn 1,26 kr/kWh for tradisjonell fyringsolje, 2,27 kr/kWh for HVO og 1,96 kr/kWh for FAME (Tekniske Nyheter AS, 2022). Det presiseres at dette er tall for innfyrt brensel, så det tas hverken hensyn til virkningsgrad eller arbeids- og kapitalkostnader. Prisen per kWh vil reelt bli høyere. LCOE-beregningene i oppgaven tar hensyn til disse tre faktorene. Det er derfor det er valgt å sammenligne fyringsolje med LCOE istedenfor brenselkostnad, slik at man får med totalkostnad per kWh. For å få helt likt sammenligningsgrunnlag ville det vært nødvendig å regne LCOE for oljekjeler med de nevnte diesel- og oljetypene.

Det er kun solceller og ved til korntørking som har høyere kostnad per kWh enn HVO. De andre anleggene har lavere pris per kWh når alle kostnader regnes med, og kan på den måten regnes som lønnsomme om alternativet er å benytte HVO. Dersom alternativet er å benytte tradisjonell fyringsolje har flisfyring og halmfyring som benyttes til korntørking lavere LCOE enn prisen per kWh innfyrt fyringsolje.

Ved statistiske undersøkelser ser man totalt sett at LCOE-verdiene er lavere for gårdsvarmeanlegg som kjøper inn brensel enn for anlegg som benytter eget brensel. Dette er i strid med resultatene fra brenselkostnad, der eget brensel i snitt gir lavere kostnad per kWh. Det kan være flere årsaker til dette. En årsak kan være veldrevne anlegg som kjøper inn en stor andel brensel der brenselkostnadene ikke utgjør så stor andel av totalkostnadene i LCOE. NVEs analyser av flisfyringsanlegg i ulik størrelse bekrefter at kostnader (LCOE) for store anlegg er mer følsomme til endringer i brenselpris enn små anlegg (Norges vassdrags- og energidirektorat, 2015). Fordi denne oppgaven analyserer gårdsvarmeanlegg som er små sammenlignet med varmekraftverk, vil det være naturlig å si at brenselpris har mindre å si for den totale lønnsomheten, enn for eksempel investeringskostnader.

8.7.1 LCOE for flisfyring

Flisfyringsanlegg som benyttes til korntørking har en gjennomsnittlig LCOE på 1,14 kr/kWh. I 2017 presenterer NVE en LCOE på ca. 0,9 kr/kWh for biokjele på 0,15 MW med tørr flis som brensel (Norges vassdrags- og energidirektorat, 2017). I den opprinnelige versjonen av rapporten fra 2015 regner NVE med en LCOE på 1,00 kr/kWh for flisfyring med tørr flis på 150 kW fuktighet, mot 0,76 kr/kWh for 1000 kW. I en masteroppgave fra 2017 kommer de fram til en LCOE på 1,102 kr/kWh for flisfyringsanlegg med 150 kW (Stokke, 2017). Jevnt over viser litteraturen en lavere LCOE for varmekraftverk enn for denne undersøkelsen. Differansen til korntørkene som benytter flis er mellom 0,38 – 0,04 kr/kWh sammenlignet med verdiene som presenteres i de presenterte rapportene.

Den lavere LCOE-en i de presenterte rapportene kan skyldes at anleggene som legges til grunn er veldrevne varmesentraler med større fokus på inntjening. Ved økonomisk produksjon av brensel fra eget råstoff med lav alternativverdi kan det lykkes for gårdsvarmeanleggene å skaffe rimelig brensel, noe som vil senke LCOE-en. På en annen side ser vi fra resultatene at både median og gjennomsnittskostnad til eget brensel er omtrent som markedspris for flis.

8.7.2 LCOE for halm- og vedfyring

Halmfyringsanleggene som benyttes til korntørking har en LCOE på 0,59 kr/kWh. Sammenlignet med referanseprisene på energi og de andre LCOE-verdiene fra undersøkelsen er dette den desidert rimeligste formen for korntørking. Som vi har sett tidligere har også halm kommet godt ut økonomisk per installerte effekt og for brenselpris. Med kun fem halmfyringsanlegg som oppgir nok data for å regne LCOE, er utvalget lite.

De tre gårdsvarmeanleggene med ved som brensel som benyttes til korntørking har den høyeste LCOE-en av samtlige anlegg. Som vi har sett tidligere er dette anlegg med lavest investering per installerte effekt. Det er som tidligere beskrevet ikke fjernet ekstreme verdier i datasettet, og dette gjør store utslag for denne gruppen. Ett av de tre anleggene har oppgitt en årlig produksjon på 50 000 kWh, med en installert effekt på 500 kW. Dette vurderes som en feil fra respondent, men er ikke korrigert for. Om man fjerner denne respondenten vil man for ved som brensel som benyttes til korntørking få omtrent samme LCOE som halmfyringsanlegg, med en samlet LCOE på 0,61 kr/kWh. Det bemerkes som tidligere beskrevet at anlegg med vedfyring som benyttes til korntørking har store likhetstrekk med halmfyringsanlegg, og de vurderes til å være halmfyringsanlegg som benytter ved som brensel.

8.8 Direkte kostnader for tilkobling av gårdsvarmeanlegget til korntørke

For gruppen som benytter gårdsvarmeanlegget til korntørking var investering i varmeregister og utvidelse av eget distribusjonsnett den vanligste investeringen. Få måtte gjøre større investeringer i korntørka direkte og få måtte investere i ny eller ekstra kjele. Gårdsvarmeanlegg over 250 kW hadde i snitt nesten dobbelt så stor tilkoblingskostnad som anlegg under 250 kW. En mulig forklaring på dette er at økt levert effekt til korntørka krever

økt størrelse på de tekniske installasjonene. Denne påstanden forsterkes ved å sammenligne tilkoblingskostnaden på varmlufttørker mot kaldlufttørker med tilsatsvarme, der sistnevnte har lavere gjennomsnittlig investeringskostnad. Kaldlufttørke med tilsatsvarme krever lavere temperatur og dermed lavere effekt på varmeregisteret. Uten videre kjennskap til dette vurderes det til å være hele eller deler av årsaken.

Korrelasjonen mellom investeringskostnad for tilkobling av korntørke og lagerkapasitet ble funnet svak, noe som kan fortelle at det er store forskjeller i kostnad til tilknytting av gårdsvarmeanlegg til korntørke, noe også standardavviket for hvert brensel forteller. Halm har den laveste tilkoblingskostnaden med 90 000 kr. En mulig årsak for den lave kostnaden for halm kan være at samtlige halmanlegg benyttes til korntørking og at korntørking har vært en viktig faktor for å investere i gårdsvarmeanlegg med halm som brensel. Sistnevnte påstand er det ikke grunnlag i datamaterialet for å bekrefte.

8.9 Opplevd lønnsomhet ved å benytte gårdsvarmeanlegget til korntørking

Den store andelen som var enig i at gårdsvarmeanlegget sikret god lønnsomhet kan sees i sammenheng med de lave verdiene på LCOE-beregningene. LCOE-beregningene tar utgangspunkt i all varmeproduksjon på gården, og vil dermed kunne fordele investering og de faste kostnadene på flere forbrukere. Dette kan bekreftes av den høye andelen som er uenig i at korntørking alene er god nok grunn til å investere i gårdsvarmeanlegg. På den andre siden vitner den lave andelen av respondentene som mener at korntørking alene er god nok grunn til å investere i gårdsvarmeanlegg om at de fleste som har investert i gårdsvarmeanlegg har gjort det av flere grunner enn bare å tørke korn.

Hvis flere respondenter hadde kjent korntørkens årlige energiforbruk kunne man med fordel regnet på lønnsomheten ved å investere i gårdsvarmeanlegg med korntørking som eneste forbruker. LCOE-verdiene ville da blitt høyere og lønnsomheten trolig vært avhengig av å levere varme til et stort korntørkeanlegg.

8.10 Mest og minst fornøyd med å benytte gårdsvarmeanlegg til korntørking

De fleste respondentene var mest fornøyd med rimelig korntørking. Sammenlignet med tidligere resultater om faktisk lønnsomhet medfører dette riktighet for gjennomsnittlige anlegg. Andelen som var fornøyd med å være miljøvennlige var også ganske stor. Dette kan tyde på at undersøkelsesgrunnlaget er villige til å omstille seg for å innfri landbrukets klimamål. Det var derimot flere som var misfornøyd med sin klimavennlige korntørking.

De fleste som var misfornøyd med høy investeringskostnad var også de anleggene med høyeste kostnad både for investeringskostnad og for installert effekt. Den høye andelen av respondentene med flis som valgte denne påstanden vitner om en kjennskap eller følelse av høy investeringskostnad. For halmfyring er det en lavere andel av respondentene som valgte denne påstanden, noe som samsvarer med de tidligere resultatene om lave kostnader per installerte effekt for halmfyring og høye for flisfyring.

Hohle (2023) uttaler at Energigården ved investeringskalkyler legger til grunn høyere driftskostnader for ved- og halmfyringsanlegg enn for flisfyringsanlegg (Hohle, 2023). Dette ser ikke ut til å prege innehaverne av anlegg med halm eller ved som brensel, da ingen av disse var misfornøyd med kostnadene knyttet til bruk av anlegget. På en annen side er brenselkostnadene for halmfyring den laveste av alle brenslene, noe som sørger for lav kostnad til bruk av gårdsvarmeanlegget selv med høye driftskostnader.

Innehavere av halmfyringsanlegg er i stor grad misfornøyd med tidsbruken ved bruk av anlegget til korntørking. Norske halmfyringsanlegg er i stor grad basert på enkle satsfyrte anlegg som må brenne ut før det kan legges på mer brensel (Hohle, 2005). Dette er en ulempe sammenlignet med automatiske flisfyringsanlegg. Belbo undersøkte i 2011 tidsbruken i halmfyringsanlegg, og der ble det konkludert med et gjennomsnittlig tidsbruk på 5 – 30 minutter per MWh for ilegg, opptenning og askehåndtering (Belbo, 2011). En slik datainnsamling er ikke gjort her, men det er naturlig at halmfyring har høyere tidsforbruk enn flisfyring, som har automatisert mye av prosessen rundt den daglige driften. Respondenter med flis var i mindre grad misfornøyd med tidsbruken til anlegget, noe som underbygger påstanden med økt automatisering i flisfyringsanlegg.

8.11 Bruk av andre brensler til oppvarming av korntørke

Respondenter med varmekrevende korntørke som ikke benytter gårdsvarmeanlegget til oppvarming av korntørka benytter i stor grad fossilt brensel. Det samsvarer med rapporten til Eidem (2020) som regner med en andel fossil oppvarming i korntørking på 95 %. Argumentene om for liten effekt og for lav lønnsomhet for å tørke korn med gårdsvarmeanlegget er i tråd med bransjens tradisjonelle syn på bruk av gårdsvarme til korntørking, slik som Kjuus skriver i sin rapport (Kjuus, 2020).

Gruppen av respondentene som mener gårdsvarmeanlegget er underdimensjonert for korntørking har et stort sprik i installert effekt. Det er i hovedsak biobrenselanlegg på under 70 kW. Ved sammenligning av installert effekt for anleggene som tørker korn vurderes dette som lavt. Effekten er dimensjonerende etter hvor mye korn som skal tørkes og vil i tilfeller med små kjeler få liten tørkeeffekt i en varmlufttørke (Koskiniemi, 2009).

For å benytte gårdsvarmeanlegget til korntørking er det i stor grad økonomiske virkemidler som ønskes av respondentene. Størsteparten ønsker seg øremerket tilskudd til ombygging av eksisterende korntørke slik at den blir tilpasset bruk av gårdsvarme. Resultatene viser tidligere en gjennomsnittskostnad på 142 526 kr for å koble gårdsvarmeanlegget til korntørka. Ved å subsidiere hele eller deler av denne summen mener ni av 22 respondenter at de ville vurdert å benytte gårdsvarmeanlegget til korntørking. Sammenlignet med andre klimatiltak i jordbrukssektoren kan dette kanskje være en rimelig løsning for å senke utslippene?

I tillegg til øremerkede tilskudd til ombygging er det kompetanseheving det i stor grad etterspørres for de respondentene som ikke benytter gårdsvarmeanlegget til korntørking.

Kompetansehevingen som ønskes gjelder både for tekniske løsninger og for lønnsomheten med å tørke korn med fornybar energi

8.12 Potensiell reduksjon av CO₂-utslipp fra korntørking

Dersom de 22 respondentene som i dag har oppgitt at de bruker diesel, olje eller gass til korntørking, går over til fornybar energi, er det en potensiell besparelse på 186 tonn CO₂-ekvivalenter per år. På en annen side har de 46 respondentene som tidligere brukte fossilt brensel til tørking av korn bidratt med en årlig utslippsreduksjon på 338 tonn CO₂-ekvivalenter. Her er det mange variabler, der spesielt årlig vannprosent og kornavling varierer sterkt.

I Landbrukets Klimaplan er det planlagt å redusere jordbrukets klimagassutslipp med fire til seks millioner tonn CO₂-ekv fram mot 2030 (Norges Bondelag, 2019). Av dette er det estimert at 190 000 – 230 000 tonn CO₂-ekvivalenter skal reduseres ved å gå over til fossilfrie oppvarmingskilder over perioden. De 46 respondentene i undersøkelsen som tørker korn fornybart har alene bidratt med 1,4 % av utslippskuttene, om man regner et fast årlig utslippskutt på ca. 25 000 tonn for oppvarmingssektoren i landbruket. Dette må anses for å være en god prosentandel tross en liten gruppe. Ved å skalere opp antallet med fornybar energi vil man fort kunne se resultater i forhold til klimaplanen.

9 Konklusjon

Hovedformålet med denne oppgaven var å undersøke bruken av fornybar energi til korntørking, vurdere lønnsomheten og se på muligheter for å øke fornybarandelen til Norges korntørker. Bildet som dannes er at de som tørker korn med gårdsvarmeanlegget sitt er godt fornøyd med lønnsomheten, mens de som bruker fossilt brensel mener lønnsomheten for fornybare korntørker er for dårlig. En viktig del av arbeidet med å øke fornybarandelen til korntørking kan derfor være å heve gårdbrukeres kompetanse og gjennomgå ulike muligheter for å tørke korn med gårdsvarmeanlegg.

Brenselkostnadene for de ulike biobrenselanleggene er svært varierende. I alle tilfeller er selve brenselkostnaden lavere enn alternative fossile og biobaserte fyrings- og dieseloljer. I gjennomsnitt er det lavere kostnader knyttet til eget brensel enn for innkjøpt brensel. Det er derimot store forskjeller mellom både brenslere og respondenter.

Store forskjeller er det også i investeringskostnader per installert effekt. Ved å vurdere gjennomsnittet for alle gårdsvarmeanlegg, har flisfyring over 3,5 ganger høyere investeringskostnad enn halmfyring. Det bemerkes at det er mer vanlig med tilleggsbrenslere til halm enn til flis, slik at halmfyringsanleggene isolert sett framstår med høyere effekt enn de egentlig har. Om man tar utgangspunkt i at korntørking krever høy effekt i en liten periode er det halmfyring som kommer best ut.

Det er signifikant lavere kostnader per kWh for gårdsvarmeanlegg som benyttes til korntørking enn for gårdsvarmeanlegg som ikke benyttes til korntørking. Gårdsvarmeanleggene med lavest energikostnad over levetiden er halmfyring, der samtlige anlegg benyttes til korntørking. Det viser seg at en vektet energikostnad over levetiden for gårdsvarmeanlegg med innkjøpt brensel er lavere enn for gårdsvarmeanlegg med eget brensel. Det forklarer at lønnsomheten i gårdsvarmeanlegg ikke uventet er avhengig av mer enn rimelig brensel. Solceller, der det ikke er regnet med noen brenselkostnad, er den gruppen gårdsvarmeanlegg med høyest kostnad per kWh. LCOE-modellen som er benyttet til å beregne energikostnader over gårdsvarmeanleggets levetid vil kreditere lave investeringskostnader og høy energiproduksjon.

Høy energiproduksjon for et gårdsvarmeanlegg krever landbruksproduksjoner med stort varmebehov. Gårdsvarmeanlegg som er tilkoblet korntørke, men ikke husdyrrom, har ikke lavere utnyttelsesgrad enn gårdsvarmeanlegg som benyttes til både korntørking og oppvarming av husdyrrom. Det samme resultatet framkommer om man fjerner andre store forbrukere slik som levering av varme via varmesalg.

Bruken av gårdsvarmeanlegg til korntørking er jevnt fordelt over ulike størrelser på korntørkeanleggene. De største korntørkene er også de nyeste, og de har en høyere andel bruk av fornybar energi. Resterende korntørker har en jevn andel med fornybar oppvarming. Tilkoblingskostnadene for å koble gårdsvarmeanlegget til korntørka er mye større for store enn for små gårdsvarmeanlegg. Dette forklares med økte dimensjoner på de tekniske installasjonene.

Rimelig korntørking er det brukerne av fornybar energi til korntørking er mest fornøyd med. I tillegg er det stor andel respondenter som er fornøyd med å være miljøvennlig. De respondentene som er misfornøyd med kostnader knyttet til investering er også innehavere av de dyreste anleggene per installert effekt. Respondenter med halmfyring er fornøyd med kostnader knyttet til bruk av gårdsvarmeanlegget til korntørking, men er misfornøyd med høy tidsbruk.

Innehavere av korntørker som ikke benytter gårdsvarmeanlegget er i stor grad oppvarmet med fossil diesel, olje eller gass. Deres gårdsvarmeanlegg er i stor grad små ved- og flisfyrte biobrenselanlegg og de mener at den installerte effekten er et hinder for å tørke korn med gårdsvarmeanlegget. Det er i stor grad mer tilskudd som ønskes for å benytte fornybar energi også til korntørking. Mange ønsker seg mer informasjon og kunnskap om muligheter for å benytte gårdsvarmeanlegg til korntørking.

Innledningsvis ble det presentert at ved å erstatte 10 % av den fossile oppvarmingen av korntørker i Norge, kan man årlig spare 1500 tonn CO²-ekvivalenter. Basert på denne oppgavens 46 respondenter med nok datamateriale for å regne utslippsreduksjon, har de til sammen redusert årlig utslipp med 338 tonn CO²-ekvivalenter. Dette tilsvarer 1,4 % av landbrukets klimaplan for årlige kutt i oppvarmingssektoren. Ved å øke kunnskapen om mulighetene for å benytte gårdsvarmeanlegg på eksisterende og nye korntørker vil Norges kornprodusenter i stor grad bidra til lavere klimagassutslipp. Dersom investeringsmidlene for å redusere landbrukets klimagassutslipp brukes på fornuftige gårdsvarmeanlegg til korntørking, vil dette gagne både klimaet og kornprodusentenes lønnsomhet.

10 Referanser

- A., C. & Kastner, T. (2016). Land use biodiversity impacts embodied in international food trade. *Global Environmental Change*, 38: 195-204. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.03.013>.
- Belbo, H. (2011). *Halm som biobrensel*. Rapport fra Skog og landskap 22/2011. Tilgjengelig fra: <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/bitstream/handle/11250/2463800/SoL-Rapport-2011-22.pdf?sequence=2&isAllowed=y> (lest 19.05.2023).
- Blok, K. & Nieuwlaar, E. (2017). *Introduction to Energy Analysis*. New York: Routledge N. Y.
- Bondelaget. (2018). *Slik berger du halm*. Tilgjengelig fra: <https://www.bondelaget.no/getfile.php/13864545-1534422772/MMA/Bilder%20fylker/Nord%20-%20Tr%C3%B8ndelag/Inder%20-%20Bilder/Slik%20berger%20du%20halm.pdf> (lest 03.02.2023).
- Bongaarts, J. (2019). *IPBES, 2019. Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*, 45. New York: New York: Wiley Subscription Services, Inc.
- Bøhren, Ø. & Gjærum, P. I. (2022). *Finans: Innføring i investering og finansiering*. Bergen: Fagbokforlaget.
- DOE Agrivoltaics. (2022). *Market research study*. Tilgjengelig fra: <https://science.osti.gov/-/media/sbir/pdf/Market-Research/SETO---Agrivoltaics-August-2022-Public.pdf> (lest 02.06.2023).
- Eidem, B. (2020). *Årsforbruk av biodiesel og annet flytende drivstoff i norsk landbruk*. Notat nr. 2/20. Tilgjengelig fra: https://ruralis.no/wp-content/uploads/2020/03/notat-2_20-årsforbruk-av-biodiesel-og-annet-flytende-drivstoff-i-norsk-landbruk-b--eidem-f2.pdf (lest 04.01.2023).
- FAO. (2022). *Greenhouse gas emissions from agrifood systems. Global, regional and country trends, 2000-2020*. FAOSTAT Analytical Brief Series No. 50. Rome, FAO. Tilgjengelig fra: <https://www.fao.org/3/cc2672en/cc2672en.pdf> (lest 01.06.2023).
- Fladstad, O. & Tengesdal, G. (2002). *Tørring og lagring av korn*. 1. utg.: GAN Forlag AS, Oslo.
- Fløystad, K. G. (2013). *Biovarme for folk og dyr - kostnader og brukererfaringer fra eiere av mindre fyringsanlegg med flis, ved eller halm*. Ås: Universitetet for miljø- og biovitenskap. Tilgjengelig fra: <https://static02.nmbu.no/mina/studier/moppgaver/2013-Floystad.pdf>.
- Forskrift om forbud mot bruk av mineralolje til oppvarming av bygninger. (2018). *Forskrift om forbud mot bruk av mineralolje til oppvarming av bygninger*. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2018-06-28-1060> (lest 10.06.2023).
- Fylkesmannen i Hedmark. (2012). *GÅRDSVARMEANLEGG – NOE FOR DEG?* Tilgjengelig fra: https://www.statsforvalteren.no/siteassets/fm-innlandet/07-landbruk-og-mat/skogbruk/bioenergi/gardsvarmeanlegg_brosjyre_2012.pdf (lest 02.04.2023).
- Gjølshjøl, S. & Nordhagen, E. (2013). *Flis og flisegenskaper. En undersøkelse av brenselflis i det norske flisemarkedet*. Rapport fra Skog og landskap; 13/2013. Tilgjengelig fra: <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/2453867> (lest 03.03.2023).
- Gjølshjøl, S. & Nordhagen, E. (2017). *Flisfyring gir økt komfort og lønnsomhet*. Tilgjengelig fra: https://nibio.no/tema/skog/bruk-av-tre/bioenergi/Flisfyring/_attachment/inline/a7fa6035-cfc3-416e-b9f1-fa9e0619add8:9d9ecbe6c10fff104866bec807f92e665e640bdd/9%20-%20Flisfyring%20gir%20%C3%B8kt%20komfort%20og%20%C3%B8kt%20%C3%B8nnsomhet.pdf (lest 05.05.2023).
- Granlund, L. L. M., H. (2012). *Gardsvarmeanlegg - en byggeveileder*. Tilgjengelig fra: <https://nibio.no/wp-content/uploads/2018/01/Gardsvarmeanlegg-en-byggeveileder.pdf> (lest 02.02.2023).
- Hammeren, T. (2023). *Telefonsamtale med Trond Hammeren, daglig leder i Varmeutvikling AS* (05.05.2023).

- Held, A. & Visser, E. (2014). *Methodologies for estimating Levelised Cost of Electricity (LCOE)*. Tilgjengelig fra: https://res-cooperation.eu/images/pdf-reports/ECOFYS_Fraunhofer_Methodologies_for_estimating_LCoE_Final_report.pdf (lest 08.06.2023).
- Hillestad, E. M. & Bunger, A. (2019). *Kornhøsting i våtere klima Rapport 2–2019* Tilgjengelig fra: <https://www.agrianalyse.no/getfile.php/134536-1551173137/Dokumenter/Dokumenter%202019/Rapport%202%E2%80%932019%20Kornh%C3%B8sting%20i%20v%C3%A5tere%20klima%2028web%29.pdf> (lest 26.11.2022).
- Hofstad, K. (2011). *Kostnader ved produksjon av kraft og varme Håndbok nr 1/2011* Tilgjengelig fra: https://publikasjoner.nve.no/haandbok/2011/haandbok2011_01.pdf (lest 19.05.2023).
- Hofstad, K. (2022). *Energitetthet*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/energitetthet> (lest 05.05.2023).
- Hohle, E., E. (2005). *Bioenergi - Miljø, teknikk og marked*: Energigården AS, Brandbu.
- Hohle, E., E. (2023). *Samtale med Erik Eid Hohle*. Ås (04.05.2023).
- Innovasjon Norge. (2023). *Fornybar energi i landbruket*. Tilgjengelig fra: <https://www.innovasjonnorge.no/no/tjenester/landbruk/finansiering-for-landbruket/fornybar-energi-i-landbruket/> (lest 05.05.2023).
- Johannesen, A., Tuft, P. A. & Christoffersen, L. (2021). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode* Oslo: Abstrakt forlag AS.
- Kaiser, M. (2015). *Kvantitativ metode*. Tilgjengelig fra: <https://www.forskningsetikk.no/ressurser/fbib/metoder/kvantitativ-metode/> (lest 04.04.2023).
- Kjuus, L. (2020). *Fossilfri korntørking*. Upublisert manuskript.
- Klima Østfold. (2023). *Klimasmart landbruk Viken*. Tilgjengelig fra: <https://klimaostfold.no/tiltaksomrader/klimasmart-landbruk-viken/> (lest 10.06.2023).
- Knackstedt, T. (2023). *Telefonintervju med daglig leder Tim Knackstedt ved Rena Forst AS* (05.05.2023).
- Koskiniemi, E. (2009). *Guide för spannmålstorkning med inhemskt bränsle* Tilgjengelig fra: http://www.puuenergiafoorumi.net/docs/viljankuiv_lyhyt_sve.pdf (lest 25.04.2023).
- Krumpal, I. (2013). Determinants of social desirability bias in sensitive surveys: a literature review. *Quality & quantity*, 47 (4): 2025-2047. doi: 10.1007/s11135-011-9640-9.
- Larsen, Ø. S. (2021). *Norsk Standard 4414 – Ved til brensel i husholdninger*. Tilgjengelig fra: <https://www.norskved.no/norsk-standard-4414> (lest 03.02.2023).
- Larsen, Ø. S. (2022). *Måleenheter for ved*. Tilgjengelig fra: <https://www.norskved.no/malenheter-for-ved-1> (lest 03.02).
- Løvås, G. G. (2018). *Statistikk for universiteter og høyskoler*. Oslo: Universitetsforlaget
- Malterud, K. (2002). *Kvalitative metoder i medisinsk forskning – forutsetninger, muligheter og begrensninger*. Tilgjengelig fra: <https://tidsskriftet.no/2002/10/tema-forskningsmetoder/kvalitative-metoder-i-medisinsk-forskning-forutsetninger-muligheter> (lest 04.04.2023).
- Miljødirektoratet. (2022). *Utslippsfaktorer i klimagassregnskap for Norge*. Tilgjengelig fra: <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/klimagasser-utslippstall-regnskap/utslippsfaktorer-klimagassregnskap/> (lest 05.05.2023).
- Mittenzwei, K. & Bakken, A. (2023). *Produksjonspotensial i jordbruket og nasjonal selvforsyning med mat. Utredning for Klimautvalget 2050*. NIBIO RAPPORT | VOL. 9 | NR. 53 | 2023. Tilgjengelig fra: https://files.nettsteder.regjeringen.no/wpuploads01/sites/479/2023/04/NIBIO-RAPPORT_2023_9_53.pdf (lest 10.06.2023).
- Norges Bioenergiforening. (2011). *Veien til biovarme* Tilgjengelig fra: <https://nobio.no/wp-content/uploads/2018/01/Veien-til-biovarme.pdf> (lest 04.01.2023).
- Norges Bondelag. (2019). *Landbrukets Klimaplan*. Tilgjengelig fra: <https://www.bondelaget.no/bondelaget-mener/miljo-og-klima/klima/landbrukets-klimaplan-pdf/> (lest 01.06.2023).

- Norges vassdrags- og energidirektorat. (2015). *Kostnader i energisektoren*. Rapport nr 2/2015 del 1. Tilgjengelig fra: https://publikasjoner.nve.no/rapport/2015/rapport2015_02a.pdf (lest 03.02.2023).
- Norges vassdrags- og energidirektorat. (2017). *Revidert kostnadsrapport* Tilgjengelig fra: https://www.nve.no/Media/5869/tekstforklaring_kostnadsrapport2017_publicert09102017.pdf (lest 15.03.2023).
- Norsk institutt for bioøkonomi. (2017). *Pellets*. Tilgjengelig fra: <https://www.nibio.no/tema/skog/bruk-av-tre/bioenergi/pellets> (lest 03.02.2023).
- Personopplysningsloven. (2018). *Lov om behandling av personopplysninger (personopplysningsloven)*. Tilgjengelig fra: https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2018-06-15-38/gdpr/ARTIKKEL_26#gdpr/ARTIKKEL_26 (lest 05.04.2023).
- Petersson, W. (2016). *Val av värmekälla till spannmålstorken*. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. Tilgjengelig fra: https://stud.epsilon.slu.se/9395/1/petersson_w_160708.pdf (lest 10.10.2023).
- Regjeringen. (2022). *God kornavling i år*. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/god-kornavling-i-ar/id2924511/> (lest 05.05.2023).
- Rosenberg, M. (2010). *Kostnader for fjernvarmeutbygging*. Nittedal: Bioen AS.
- Skovlund, E. (2017). *Når bør man velge en ikke-parametrisk metode?* Tilgjengelig fra: <https://tidsskriftet.no/2017/05/medisin-og-tall/nar-bor-man-velge-en-ikke-parametrisk-metode> (lest 05.04.2023).
- Statistisk sentralbyrå. (2023a). *Korn og oljevekster, areal og avlinger*. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/statbank/table/04610/> (lest 05.05.2023).
- Statistisk sentralbyrå. (2023b). *Utslipp til luft, 8. juni 2023*. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/forurensning-og-klima/statistikk/utslipp-til-luft> (lest 10.06.2023).
- Stokke, L. M. (2017). *Analyse av to biobrenselanlegg til nærvarme* Masteroppgave. Stavanger: Universitetet i Stavanger. Tilgjengelig fra: https://uis.brage.unit.no/uis-xmlui/bitstream/handle/11250/2456304/Stokke_Lise_Marie.pdf?sequence=4&isAllowed=y (lest 19.05.2023).
- Tekniske Nyheter AS. (2022). *Energirapporten*. Årgang 19 Nummer 12. Kråkerøy: Tekniske Nyheter AS.
- The University of Southampton. (2011). *What is routing and how do I use it?* Tilgjengelig fra: <https://www.isurvey.soton.ac.uk/help/what-is-routing-and-how-do-i-use-it/index.html> (lest 04.04.2023).

11 Vedlegg

11.1 Vedlegg 1

Vedlegg 1 viser spørreundersøkelsen i sin helhet.

Brukererfaring gårdsvarmeanlegg

Informasjon om spørreundersøkelsen

Formål

Formålet med prosjektet er å kartlegge dagens bruk av gårdsvarmeanlegg. Undersøkelsen skal primært hente informasjon om bruken av gårdsvarmeanlegg til korntørking, men vil også være aktuell for andre innehavere av gårdsvarmeanlegg. Etter kartleggingen skal resultatene brukes videre internt hos Innovasjon Norge, samt i forbindelse med et forskningsprosjekt på NMBU. Du vil få spørsmål om din gårdsdrift, ditt gårdsvarmeanlegg og eventuelt ditt korntørkeanlegg.

Hvor lang tid tar undersøkelsen?

Avhengig av hva du svarer vil undersøkelsen ta 10-25 minutter.

Spørreundersøkelsen er åpen i tidsrommet fra 21.februar til 12. mars.

Hvem er ansvarlige for forskningsprosjektet?

Innovasjon Norge og NMBU (Norges miljø- og biovitenskapelige universitet) er ansvarlige for prosjektet.

Hvorfor er du inkludert i studien?

Et utvalg av tidligere søkere på investeringsstøtte hos Innovasjon Norge får denne spørreundersøkelsen. Utvalget er basert på tidligere søkere på tilskudd til gårdsvarmeanlegg.

Personvern

Undersøkelsen er ikke anonym og du vil bli bedt om å oppgi navn, e-post og organisasjonsnummer. All innhentet data vil bli lagret i henhold til NMBU sine retningslinjer. Etter prosjektets slutt vil dataene overføres til Innovasjon Norge, slik som dataene fra din søknad om investeringsstøtte.

Svarene du oppgir er kun tilgjengelig for klarerte personer hos Innovasjon Norge og hos NMBU. Svarene vil heller ikke kunne bli gjenkjent i presentering av forskningen.

Det presiseres at svarene du gir ikke vil ha innvirkning på deg, ditt mottatte tilskudd og ditt gårdsvarmeanlegg.

Prosjektet er gjennomgått av Sikt (Kunnskapssektorens Tjenesteleverandør) som er et statlig forvaltingsorgan under Kunnskapsdepartementet. De har vurdert at behandlingen av personopplysningene i dette prosjektet er i henhold til gjeldende personvernregelverk.

Må jeg delta i spørreundersøkelsen?

I henhold til tilbudsbrief for investeringstilskudd til bioenergianlegg "...skal anlegget stilles til disposisjon for følgeforskning/driftsdatainnhenting i inntil 5 år fra sluttutbetaling". Det vil si at du er pliktig til å bidra med informasjon. Dersom det er mer enn 5 år siden anlegget ditt mottok tilskudd, ønsker vi fortsatt dine svar - de er verdifulle for oss.

Har du flere spørsmål til studien og dine rettigheter? Ta kontakt med:

Per Kr. Rørstad (forskningsleder)

Tlf: 67231709

E-post:

per.kristian.rørstad@nmbu.no eller

Lars Risebrobakken (student)

Tlf: 99119910

E-post: lars.risebrobakken@nmbu.no

Ønsker du å gjennomføre spørreundersøkelsen?

Du vil i så tilfelle godta ovennevnte opplysninger.

Ja

Nei

Takk for ditt svar! Om du skulle ombestemme deg er det fortsatt mulig å ta spørreundersøkelsen innen fristen går ut.

Del 1 - Ditt gårdsvarmeanlegg

Driver du et gårdsvarmeanlegg i dag?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Ja» er valgt i spørsmålet «Ønsker du å gjennomføre spørreundersøkelsen?»

Et gårdsvarmeanlegg er et anlegg der biomasse forbrennes for framstilling av varme til bygningsoppvarming og/eller tørking. Anlegg som benytter sol til oppvarming eller strømproduksjon regnes i denne undersøkelsen også som gårdsvarmeanlegg.

Ja

Nei

Du har svart at du ikke har et gårdsvarmeanlegg i drift. Hvilken av disse påstandene passer best?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Nei» er valgt i spørsmålet «Driver du et gårdsvarmeanlegg i dag?»

Anlegget er ikke bygget

Anlegget er tatt ut av drift

Gården er solgt eller overdratt til ny eier

Hva er grunnen til at anlegget er tatt ut av drift?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Anlegget er tatt ut av drift» er valgt i spørsmålet «Du har svart at du ikke har et gårdsvarmeanlegg i drift. Hvilken av disse påstandene passer best?» Dette spørsmålet er valgfritt å svare på.

Hva er grunnen til at anlegget ikke er bygget?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Anlegget er ikke bygget» er valgt i spørsmålet «Du har svart at du ikke har et gårdsvarmeanlegg i drift. Hvilken av disse påstandene passer best?»

Dette spørsmålet er valgfritt å svare på.

For å koble deg opp mot opplysninger vedrørende din tidligere søknad om midler fra Innovasjon Norge ber vi deg oppgi navn, organisasjonsnummer og e-postadresse. Dine opplysninger vil ikke gjøres tilgjengelig for andre enn klarerte personer hos Innovasjon Norge og NMBU.

Det presiseres at svarene du gir ikke vil ha innvirkning på deg, ditt mottatte tilskudd og ditt gårdsvarmeanlegg.

Hva er ditt fulle navn?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Ja» er valgt i spørsmålet «Ønsker du å gjennomføre spørreundersøkelsen?»

Hva er din e-postadresse?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Ja» er valgt i spørsmålet «Ønsker du å gjennomføre spørreundersøkelsen?»

Hva er ditt organisasjonsnummer?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Ja» er valgt i spørsmålet «Ønsker du å gjennomføre spørreundersøkelsen?»

Del 2 - Din gårdsdrift

I denne delen skal vi kartlegge din gårdsdrift pr. dags dato. Du vil få spørsmål om din produksjon. Oppgi tall som er nærmest for din aktuelle gårdsdrift. Husdyrprodusenter som produserer sitt eget fôr, regnes også som planteprodusenter.

Hva er din produksjon i dag?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Ja» er valgt i spørsmålet «Driver du et gårdsvarmeanlegg i dag?»

Husdyrprodusenter som produserer sitt eget fôr, regnes også som planteprodusenter.

Produsenter som aktivt eller passivt drifter et skogareal skal huke av for skogsdrift.

Planteproduksjon

Husdyrproduksjon

Skogsdrift

Annet/jeg driver ingen produksjon

Du har svart at du driver planteproduksjon. Hvordan fordeler produksjonen seg pr. areal?

Trykk på det areal-intervallet som din produksjon er innenfor. De produksjonene du ikke har lar du stå tomme.

Korn- og oljevekster

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Planteproduksjon» er valgt i spørsmålet «Hva er din produksjon i dag?»

1-99 dekar

100-199 dekar

200-299 dekar

300-499 dekar

500-799 dekar

800 - 1499 dekar

1500 dekar og mer

Potet

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Planteproduksjon» er valgt i spørsmålet «Hva er din produksjon i dag?»

1-99 dekar

100-199 dekar

200-299 dekar

300-499 dekar

500-799 dekar

800 - 1499 dekar

1500 dekar og mer

Grønnsaker

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Planteproduksjon» er valgt i spørsmålet «Hva er din produksjon i dag? »

- 1-99 dekar
- 100-199 dekar
- 200-299 dekar
- 300-499 dekar
- 500-799 dekar
- 800 - 1499 dekar
- 1500 dekar og mer

Gras

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Planteproduksjon» er valgt i spørsmålet «Hva er din produksjon i dag? »

- 1-99 dekar
- 100-199 dekar
- 200-299 dekar
- 300-499 dekar
- 500-799 dekar
- 800 - 1499 dekar
- 1500 dekar og mer

Annen planteproduksjon

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Planteproduksjon» er valgt i spørsmålet «Hva er din produksjon i dag? »

- 1-99 dekar
- 100-199 dekar
- 200-299 dekar
- 300-499 dekar
- 500-799 dekar
- 800 - 1499 dekar
- 1500 dekar og mer

Du har svart at du driver husdyrproduksjon. Hvordan fordeler produksjonen seg pr. dyreslag?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Husdyrproduksjon» er valgt i spørsmålet «Hva er din produksjon i dag? »

Trykk på husdyrslagene du har på din gård. De husdyrene du ikke har lar du stå tomme.

- Storfe (melk)
- Storfe (kjøtt)
- Geit- eller sauehold
- Svin
- Eggproduksjon
- Slaktekylling
- Gjess og kalkun
- Annet

Du har svart at du driver skogsdrift. Hvor stort skogareal eier og driver du?

Dette inkluderer all utmark og skog, både produktiv og uproduktiv.

Skogareal

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Skogsdrift» er valgt i spørsmålet «Hva er din produksjon i dag?»

- 1-99 dekar
- 100-499 dekar
- 500-999 dekar
- 1000-5000 dekar
- Over 5000 dekar

Del 3 - Ditt gardsvarmeanlegg

I denne delen vil du få tekniske spørsmål om ditt varmeanlegg. Du vil få spørsmål om effekt, energiproduksjon og fordeling av energiforbruk. Før du begynner med denne delen av undersøkelsen er det lurt å vite effekten (kW) på ditt anlegg, samt årlig varmeproduksjon (kWh).

Hvilket år ble ditt gardsvarmeanlegg satt i drift?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Ja» er valgt i spørsmålet «Driver du et gardsvarmeanlegg i dag?»

Skriv inn årstall i svarfeltet.

Hvilket hovedbrensel bruker ditt gardsvarmeanlegg?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Ja» er valgt i spørsmålet «Driver du et gardsvarmeanlegg i dag?»

Her menes det brenselet som benyttes i hovedkjelen din og som produserer mest varme gjennom året. Om du benytter flere brensler, huker du av for det på neste spørsmål.

- Flis
- Halm
- Ved
- Pellets
- Solfangere (vann)
- Solceller (strøm)
- Bioolje
- Annet

Benytter du mer enn ett brensel?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Flis eller Halm eller Ved eller Pellets eller Solfangere (vann) eller Solceller (strøm) eller Bioolje eller Annet» er valgt i spørsmålet «Hvilket hovedbrensel bruker ditt gardsvarmeanlegg?»

Med flere brensler menes anlegg som benytter reservekjeler for å dekke effektbehovet ved spisslast, ved driftsstopp eller der eieren ikke er til stede og anlegget krever manuell innmatning.

- Ja
- Nei

Hvilket brensel benytter du i tillegg til hovedbrenselet?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Ja» er valgt i spørsmålet «Benytter du mer enn ett brensel?»

Kryss av det eller de brenslene du benytter i tillegg.

Ekstra kjele med samme brensel

Halm

Flis

Ved

Pellets

(Bio)olje/diesel

Solfanger (vann)

Solceller (strøm)

Strøm

Annet

Hva er gårdsvarmeanleggets totale installerte effekt?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Flis eller Halm eller Ved eller Pellets eller Solfangere (vann) eller Solceller (strøm) eller Bioolje eller Annet» er valgt i spørsmålet «Hvilket hovedbrensel bruker ditt gårdsvarmeanlegg?»

Installert effekt er maks effekt som anlegget gir ved full produksjon. Effekt regnes i kilowatt (kW).

Dersom du har mer enn én varmekilde (kjele) ber vi deg om å legge sammen effekten til kjelene for å finne total installert kapasitet.

Oppgi svaret i kW (kilowatt).

Har gårdsvarmeanlegget ditt installert varmemåler?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Flis eller Halm eller Ved eller Pellets eller Solfangere (vann) eller Solceller (strøm) eller Bioolje eller Annet» er valgt i spørsmålet «Hvilket hovedbrensel bruker ditt gårdsvarmeanlegg?»

Med varmemåler menes en enhet som leser av levert (varme)energi fra anlegget.

Ja

Nei

Hva er årlig varmeproduksjon fra anlegget?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Ja» er valgt i spørsmålet «Har gårdsvarmeanlegget ditt installert varmemåler?»

Les av på varmemåleren:

Om varmemåleren oppgir total produksjon siden oppstart av anlegget, må tallet deles på antall år anlegget har vært i drift.

Oppgi svaret i kWh (kilowattimer) pr. år.

Du har ikke varmemåler på anlegget. Vi ber deg derfor oppgi ca. årlig brenselforbruk:

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Nei» er valgt i spørsmålet «Har gårdsvarmeanlegget ditt installert varmemåler?»

Selv om du ikke har varmemåler ønsker vi fortsatt å kartlegge varmeproduksjonen din. Vennligst oppgi antall enheter du bruker av flis, ved, pellets eller halm. Om du ikke vet eksakt forbruk, estimer et så nøyaktig tall som mulig.

Eksempler på benevnninger kan være:

Flisfyring: Antall løskubikkmeter (lm3) flis, antall fastkubikkmeter (fm3) flis før flising eller antall kWh kjøpt flis.

Halmfyring: Antall bunter eller antall kg halm. Obs: Om du oppgir antall bunter, vennligst oppgi hva slags bunter det benyttes. F.eks. rundballer eller firkantbunter. Om du benytter annet brensel enn halm i halmfyren, vennligst oppgi dette.

Vedfyring: Antall sekker ved (f.eks. 1000 L), antall favner, antall løskubikkmeter (lm3) eller fastkubikkmeter (fm3), eller andre enheter du benytter.

Eksempel på svar kan være: "25 stk. 1000 L ved" eller "200 lm3 flis".

Hva varmer gårdswarmeanlegget opp på din gård?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Flis eller Halm eller Ved eller Pellets eller Solfangere (vann) eller Solceller (strøm) eller Bioolje eller Annet» er valgt i spørsmålet «Hvilket hovedbrensel bruker ditt gårdswarmeanlegg?» Dette inkluderer alle forbrukere som er knyttet til anlegget.

Obs: Kryss kun av for de forbrukerne du har pr. dags dato.

- Bolighus
- Kårbolig eller andre bolighus på gården
- Husdyrrom/fjøs
- Lagerrom til grønnsaker, poteter, frukt eller bær
- Lagerrom (til eget bruk eller utleie)
- Verksted
- Korntørke
- Varmesalg til privat- eller næringskunder
- Annet

Hva var oppvarmingskilden på gården før du investerte i dagens gårdswarmeanlegg?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Flis eller Halm eller Ved eller Pellets eller Solfangere (vann) eller Solceller (strøm) eller Bioolje eller Annet» er valgt i spørsmålet «Hvilket hovedbrensel bruker ditt gårdswarmeanlegg?»

Her regnes total oppvarming på din gård. F.eks. vedovn i bolighus eller oljefyr til husdyrrom. Huk av for de alternativene som passer best.

- Ved i flere ovner
- Ved i sentralfyr
- Strøm
- Varmepumpe
- Olje/diesel/gass
- Flis
- Pellets
- Bergvarme
- Solfangere
- Annet
- Jeg vet ikke

Er varmekonsumet ditt endret etter du bygget gårdswarmeanlegget?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Flis eller Halm eller Ved eller Pellets eller Solfangere (vann) eller Solceller (strøm) eller Bioolje eller Annet» er valgt i spørsmålet «Hvilket hovedbrensel bruker ditt gårdswarmeanlegg?»

Endret varme- og energiforbruk kan være høyere temperatur i bolighus, oppvarming av flere bygg eller lavere gjennomsnittstemperatur.

- Økt forbruk av varme
- Lavere varmekonsum
- Omtrent som før investeringen
- Usikkert

Hva motiverte deg til å investere i gårdsvarmeanlegg?

Hvor viktig var følgende faktorer for at du valgte å investere i gårdsvarmeanlegg? Kryss av i matrisen der 1 er uviktig og 5 er svært viktig.

Reduksjon av kostnader

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Flis eller Halm eller Ved eller Pellets eller Solfangere (vann) eller Solceller (strøm) eller Bioolje eller Annet» er valgt i spørsmålet «Hvilket hovedbrensel bruker ditt gårdsvarmeanlegg?»

- 1 (uviktig)
- 2
- 3
- 4
- 5 (svært viktig)
- Vet ikke/ikke relevant

Mindre tidsbruk

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Flis eller Halm eller Ved eller Pellets eller Solfangere (vann) eller Solceller (strøm) eller Bioolje eller Annet» er valgt i spørsmålet «Hvilket hovedbrensel bruker ditt gårdsvarmeanlegg?»

- 1 (uviktig)
- 2
- 3
- 4
- 5 (svært viktig)
- Vet ikke/ikke relevant

Interesse for bioenergi

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Flis eller Halm eller Ved eller Pellets eller Solfangere (vann) eller Solceller (strøm) eller Bioolje eller Annet» er valgt i spørsmålet «Hvilket hovedbrensel bruker ditt gårdsvarmeanlegg?»

- 1 (uviktig)
- 2
- 3
- 4
- 5 (svært viktig)
- Vet ikke/ikke relevant

Økt bruk av gårdens ressurser

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Flis eller Halm eller Ved eller Pellets eller Solfangere (vann) eller Solceller (strøm) eller Bioolje eller Annet» er valgt i spørsmålet «Hvilket hovedbrensel bruker ditt gårdsvarmeanlegg?»

- 1 (uviktig)
- 2
- 3
- 4
- 5 (svært viktig)
- Vet ikke/ikke relevant

Enklere fyring

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Flis eller Halm eller Ved eller Pellets eller Solfangere (vann) eller Solceller (strøm) eller Bioolje eller Annet» er valgt i spørsmålet «Hvilket hovedbrensel bruker ditt gårdsvarmeanlegg?»

1 (uviktig)

2

3

4

5 (svært viktig)

Vet ikke/ikke relevant

Slippe å fyre daglig

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Flis eller Halm eller Ved eller Pellets eller Solfangere (vann) eller Solceller (strøm) eller Bioolje eller Annet» er valgt i spørsmålet «Hvilket hovedbrensel bruker ditt gårdsvarmeanlegg?»

1 (uviktig)

2

3

4

5 (svært viktig)

Vet ikke/ikke relevant

Miljøhensyn

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Flis eller Halm eller Ved eller Pellets eller Solfangere (vann) eller Solceller (strøm) eller Bioolje eller Annet» er valgt i spørsmålet «Hvilket hovedbrensel bruker ditt gårdsvarmeanlegg?»

1 (uviktig)

2

3

4

5 (svært viktig)

Vet ikke/ikke relevant

Hvordan svarer ditt gårdsvarmeanlegg til forventningene?

Kryss av for hvordan ditt gårdsvarmeanlegg svarer til forventningene du hadde før bygging.
Kryss av i matrisen der 1 er at gårdsvarmeanlegget i liten grad svarer til forventningene, mens 5 er at anlegget i stor grad svarer til forventningene.

Tidsbruk til drift av anlegget

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Flis eller Halm eller Ved eller Pellets eller Solfangere (vann) eller Solceller (strøm) eller Bioolje eller Annet» er valgt i spørsmålet «Hvilket hovedbrensel bruker ditt gårdsvarmeanlegg?»

1 (liten grad)

2

3

4

5 (stor grad)

Vet ikke/ikke relevant

Behov for vedlikehold

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Flis eller Halm eller Ved eller Pellets eller Solfangere (vann) eller Solceller (strøm) eller Bioolje eller Annet» er valgt i spørsmålet «Hvilket hovedbrensel bruker ditt gårdsvarmeanlegg?»

- 1 (liten grad)
- 2
- 3
- 4
- 5 (stor grad)
- Vet ikke/ikke relevant

Dimensjonering av kjele

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Flis eller Halm eller Ved eller Pellets eller Solfangere (vann) eller Solceller (strøm) eller Bioolje eller Annet» er valgt i spørsmålet «Hvilket hovedbrensel bruker ditt gårdsvarmeanlegg?»

- 1 (liten grad)
- 2
- 3
- 4
- 5 (stor grad)
- Vet ikke/ikke relevant

Størrelse på akkumulatortanker

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Flis eller Halm eller Ved eller Pellets eller Solfangere (vann) eller Solceller (strøm) eller Bioolje eller Annet» er valgt i spørsmålet «Hvilket hovedbrensel bruker ditt gårdsvarmeanlegg?»

- 1 (liten grad)
- 2
- 3
- 4
- 5 (stor grad)
- Vet ikke/ikke relevant

Kostnader til drift (inkl. brensel)

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Flis eller Halm eller Ved eller Pellets eller Solfangere (vann) eller Solceller (strøm) eller Bioolje eller Annet» er valgt i spørsmålet «Hvilket hovedbrensel bruker ditt gårdsvarmeanlegg?»

- 1 (liten grad)
- 2
- 3
- 4
- 5 (stor grad)
- Vet ikke/ikke relevant

Del 4 - Økonomi

I denne delen vil det bli spurt om økonomiske aspekter rundt investering, drift og vedlikehold av ditt anlegg.

Hva var total investeringskostnad for ditt gårdsvarmeanlegg?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Flis eller Halm eller Ved eller Pellets eller Solfangere (vann) eller Solceller (strøm) eller Bioolje eller Annet» er valgt i spørsmålet «Hvilket hovedbrensel bruker ditt gårdsvarmeanlegg?»

Med total investeringskostnad menes alle kostnader knyttet til investeringen av hele anlegget. Varmeteknisk anlegg, distribusjonsrør og tilsvarende skal regnes med. Det skilles ikke mellom privatog næringsdel.

Merk: Investeringskostnaden skal kun inkludere kostnader som er direkte knyttet til varmeanlegget, ikke maskiner og utstyr slik som vedmaskin, flishugger eller tømmerhenger. Oppgi svaret i kroner før tilskudd.

Hva var budsjettert investeringskostnad for ditt gårdsvarmeanlegg?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Flis eller Halm eller Ved eller Pellets eller Solfangere (vann) eller Solceller (strøm) eller Bioolje eller Annet» er valgt i spørsmålet «Hvilket hovedbrensel bruker ditt gårdsvarmeanlegg?»

Med budsjettert investeringskostnad menes alle kostnader knyttet til investeringen i det opprinnelige budsjettet. Varmeteknisk anlegg, distribusjonsrør og tilsvarende skal regnes med. Det skilles ikke mellom privat- og næringsdel.

Merk: Budsjettert investeringskostnad skal kun inkludere kostnader som er direkte knyttet til varmeanlegget, ikke maskiner og utstyr slik som vedmaskin, flishugger eller tømmerhenger. Oppgi svaret i kroner før tilskudd.

Hvor stor andel av råstoffet til brenselet kommer fra egen gård?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Flis eller Halm eller Ved eller Pellets eller Solfangere (vann) eller Solceller (strøm) eller Bioolje eller Annet» er valgt i spørsmålet «Hvilket hovedbrensel bruker ditt gårdsvarmeanlegg?»

Velg det alternativet som passer best for ditt anlegg.

Med brensel fra egen gård menes trevirke fra egen skog, halm fra egne jorder etc.

Innkjøpt trevirke til ved eller flis regnes ikke som virke fra egen gård. Sol som varmer solceller eller solfangere regnes som 100 % fra egen gård.

- 0 %
- 10 %
- 20 %
- 30 %
- 40 %
- 50 %
- 60 %
- 70 %
- 80 %
- 90 %
- 100 %

Kjenner du din årlige kostnad knyttet til produksjon eller kjøp av brensel?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «0 % eller 10 % eller 20 % eller 30 % eller 40 % eller 50 % eller 60 % eller 70 % eller 80 % eller 90 % eller 100 %» er valgt i spørsmålet «Hvor stor andel av råstoffet til brenselet kommer fra egen gård?»

Kryss av for det alternativet som passer deg best. Om du bruker både innkjøpt og eget brensel, og kjenner til kostnadene knyttet til begge, så huker du av på begge.

Ja, jeg kjenner til kostnadene knyttet til produksjon av eget brensel
Ja, jeg kjenner til kostnadene knyttet til innkjøpt brensel
Nei, jeg kjenner ikke til kostnadene knyttet til mitt brensel

Hva er den årlige totale kostnaden/prisen for brenselet fra din egen gård?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Ja, jeg kjenner til kostnadene knyttet til produksjon av eget brensel» er valgt i spørsmålet «Kjenner du din årlige kostnad knyttet til produksjon eller kjøp av brensel?»

Det inkluderer summen av eget arbeid, innleide tjenester og egne maskiner som må til for å produsere brenselet pr. år. Oppgi svaret i kroner.

Hva betaler du for det innkjøpte brenselet?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Ja, jeg kjenner til kostnadene knyttet til innkjøpt brensel» er valgt i spørsmålet «Kjenner du din årlige kostnad knyttet til produksjon eller kjøp av brensel?»

Velg det alternativet som er enklest for deg.

Pris pr. innkjøpte enhet vil si:

Flisfyring: Pris pr. løskubikkmeter (lm3) flis, pr. fastkubikkmeter (fm3) flis før flising eller antall kWh innkjøpt flis.

Halmfyring: Pris pr. bunt eller pr. kg halm. Obs: Om du oppgir antall bunter, vennligst oppgi hva slags bunter det benyttes, f.eks. rundballer eller firkantbunter. Om du benytter annet brensel enn halm i halmfyren, vennligst oppgi dette.

Vedfyring: Pris pr. sekk ved (f.eks. 1000 L), pris pr. favn, pris pr. løskubikkmeter (lm3) eller fastkubikkmeter (fm3).

Andre enheter er også mulig, så lenge de oppgis.

Årlig kostnad for innkjøpt brensel:

Det du betaler årlig for ditt brensel. Oppgi total pris og totalt innkjøpt brensel med ønsket enhet.

Jeg ønsker å oppgi svaret pr. innkjøpte enhet

Jeg ønsker å oppgi årlig total kostnad for innkjøpt brensel

Hva betaler du pr. innkjøpte enhet brensel?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Jeg ønsker å oppgi svaret pr. innkjøpte enhet» er valgt i spørsmålet «Hva betaler du for det innkjøpte brenselet?»

Pris pr. innkjøpte enhet vil si:

Flisfyring: Pris pr. løskubikkmeter (lm3) flis, pr. fastkubikkmeter (fm3) flis før flising eller antall kWh innkjøpt flis.

Halmfyring: Pris pr. bunt eller pr. kg halm. Obs: Om du oppgir antall bunter, vennligst oppgi hva slags bunter det benyttes, f.eks. rundballer eller firkantbunter. Om du benytter annet brensel enn halm i halmfyren, vennligst oppgi dette.

Vedfyring: Pris pr. sekk ved (f.eks. 1000 L), pris pr. favn, pris pr. løskubikkmeter (lm3) eller fastkubikkmeter (fm3).

Andre enheter er også mulig, så lenge de oppgis.

Hva er årlig kostnad for innkjøpt brensel?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Jeg ønsker å oppgi årlig total kostnad for innkjøpt brensel» er valgt i spørsmålet «Hva betaler du for det innkjøpte brenselet?»

Oppgi svaret i kroner for total brenselmengde for siste hele år.

Du har krysset av for at du ikke kjenner kostnadene knyttet til eget brensel.

Kryss av for de påstandene som passer deg best.

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Nei, jeg kjenner ikke til kostnadene knyttet til mitt brensel» er valgt i spørsmålet «Kjenner du din årlige kostnad knyttet til produksjon eller kjøp av brensel?»

Du kan velge å krysse av for så mange påstander du vil.

Jeg kjøper inn alt brenselet

Jeg vet at produksjon av brensel fra eget råstoff lønner seg, så jeg har ikke regnet på det
Jeg vet at produksjon av brensel fra eget råstoff IKKE lønner seg, så jeg har ikke regnet på det
Jeg kjenner ikke de enkelte kostnadene og kan derfor ikke gi et realistisk tall
Jeg har allerede utstyret for produksjon av brensel og har ikke finregnet på bruken
Det er tilfredsstillende å bruke eget råstoff som brensel til gårdsvarmeanlegget. Det er viktigere enn økonomien direkte
Ingen av svaralternativene passer meg

Du har tidligere krysset av for at du selger varme. Hva var gjennomsnittlig salgspris i 2022?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Varmesalg til privat- eller næringskunder» er valgt i spørsmålet «Hva varmer gårdsvarmeanlegget opp på din gård?»

Oppgi svaret i øre/kWh

Ta stilling til disse påstandene vedrørende tilgangen på innkjøpt brensel.

Du får dette spørsmålet siden 90 % eller mindre av brenselet ditt kommer fra egen gård og du dermed kjøper inn en andel av brenselet.

Jeg har hatt problemer med å få tak i brensel

Dette elementet vises kun dersom alternativet «0 % eller 10 % eller 20 % eller 30 % eller 40 % eller 50 % eller 60 % eller 70 % eller 80 % eller 90 %» er valgt i spørsmålet «Hvor stor andel av råstoffet til brenselet kommer fra egen gård?»

Svært uenig
Uenig
Verken eller
Enig
Svært enig
Vet ikke/ikke relevant

Jeg har hatt problemer med kvaliteten på innkjøpt brensel

Dette elementet vises kun dersom alternativet «0 % eller 10 % eller 20 % eller 30 % eller 40 % eller 50 % eller 60 % eller 70 % eller 80 % eller 90 %» er valgt i spørsmålet «Hvor stor andel av råstoffet til brenselet kommer fra egen gård?»

Svært uenig
Uenig
Verken eller
Enig
Svært enig
Vet ikke/ikke relevant

Prisen på brensel har steget mye siden jeg bygde gårdsvarmeanlegg

Dette elementet vises kun dersom alternativet «0 % eller 10 % eller 20 % eller 30 % eller 40 % eller 50 % eller 60 % eller 70 % eller 80 % eller 90 %» er valgt i spørsmålet «Hvor stor andel av råstoffet til brenselet kommer fra egen gård?»

Svært uenig
Uenig
Verken eller

- Enig
- Svært enig
- Vet ikke/ikke relevant

Jeg har mottatt det bestilte brenselet til avtalt tid

Dette elementet vises kun dersom alternativet «0 % eller 10 % eller 20 % eller 30 % eller 40 % eller 50 % eller 60 % eller 70 % eller 80 % eller 90 %» er valgt i spørsmålet «Hvor stor andel av råstoffet til brenselet kommer fra egen gård?»

- Svært uenig
- Uenig
- Verken eller
- Enig
- Svært enig
- Vet ikke/ikke relevant

Del 5 - Korntørking

Denne delen av spørreundersøkelsen dreier seg om din kornproduksjon. Du vil få spørsmål rundt din kornhåndtering. Om du ikke driver kornproduksjon vil du få mulighet til å svare det.

Har du pr. dags dato korntørke?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Planteproduksjon» er valgt i spørsmålet «Hva er din produksjon i dag?»

Dette inkluderer korntørking og kornlagring med enten kald- eller varmluft.

- Ja
- Nei
- Jeg driver ikke med kornproduksjon

Skal du på sikt bygge korntørke?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Nei» er valgt i spørsmålet «Har du pr. dags dato korntørke?»

Dette inkluderer korntørking og kornlagring med enten kald- eller varmluft.

- Ja
- Nei
- Vet ikke

Planlegger du å benytte gårdsvarmeanlegget til oppvarming av din framtidige korntørke?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Ja» er valgt i spørsmålet «Skal du på sikt bygge korntørke?»

Oppvarming i form av temperaturøkning på inn-lufta til korntørka.

- Ja
- Nei
- Jeg er usikker

Hvorfor ønsker du ikke å benytte gårdsvarmeanlegget ditt til oppvarming av din framtidig korntørke?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Nei eller Jeg er usikker» er valgt i spørsmålet «Planlegger du å benytte gårdsvarmeanlegget til oppvarming av din framtidige korntørke?»

Kryss av på det eller de alternativene som passer deg best.

Det kreves store oppgraderinger av gårdsvarmeanlegget for at det skal bli kapabelt til å tørke korn effektivt

Gårdsvarmeanlegget mitt har ikke høy nok effekt

Slik forutsetningene er nå anser jeg lønnsomheten som for lav

Jeg føler ikke at jeg er godt nok informert om hvilke muligheter jeg har til å tørke korn med mitt gårdsvarmeanlegg

Jeg planlegger å bygge kaldlufttørke

Annet

Hva skal til for at du ville benyttet gårdsvarmeanlegget til oppvarming av din framtidige korntørke?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Nei eller Jeg er usikker» er valgt i spørsmålet «Planlegger du å benytte gårdsvarmeanlegget til oppvarming av din framtidige korntørke?»

Kryss av for det eller de virkemidlene som ville fått deg til å vurdere å benytte gårdsvarmeanlegget ditt til oppvarming av korntørka.

Eget forslag til virkemiddel (skriv inn)

Jeg ønsker meg mer informasjon om mulighetene til å benytte gårdsvarmeanlegget mitt

Gratis rådgiving om mitt aktuelle korntørkeanlegg

Øremerket tilskudd til oppgradering av gårdsvarmeanlegg så det kan tørke korn

Ekstra betaling fra kornkjøper for fornybar korntørking (årlig sum eller tillegg pr. kg korn levert)

Vet ikke

Skriv inn forslag til virkemiddel som hadde fått deg til å benytte gårdsvarmeanlegget til oppvarming av din framtidige korntørke.

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Eget forslag til virkemiddel (skriv inn)» er valgt i spørsmålet «Hva skal til for at du ville benyttet gårdsvarmeanlegget til oppvarming av din framtidige korntørke?» Skriv inn i svarfeltet.

Hvilket år er korntørkeanlegget ditt fra?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Ja» er valgt i spørsmålet «Har du pr. dags dato korntørke?»

Om korntørkeanlegget er bygget i flere etapper, velg det årstallet anlegget sist ble oppgradert i betydelig grad.

Har du kaldluft- eller varmlufttørke?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Ja» er valgt i spørsmålet «Har du pr. dags dato korntørke?»

Her menes den innretningen du benytter for å tørke kornet.

Varmlufttørke: Tradisjonelle sats- eller kontinuerlige tørker som tørker kornet med høy temperatur, vanligvis mellom 60 og 80 grader.

Kaldlufttørke: Tørker med lufttilførsel uten noen form for oppvarming av lufta. Eksempel på kaldlufttørke er kjørbare plantørke, bingetørke eller utendørs "rundsilo".

Kaldlufttørke med tilsatsvarme: Kaldlufttørke der luftstrømmen varmes opp med 5-7°C. Varmekilder er ofte solfangertak eller varmeregister som varmes opp av ulike energibærere. Merk: Har du et anlegg med varmlufttørke og lufting i lagersiloene skal du bare huke av for "varmluftstørke". Om du har flere systemer for tørking huker du av for de alternativene du har.

Varmlufttørke

Kaldlufttørke

Kaldlufttørke med tilsatsvarme

Vet ikke

Du har svart at du har varmlufttørke. Hva slags varmlufttørke har du?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Varmlufttørke» er valgt i spørsmålet «Har du kaldluft- eller varmlufttørke?»

- Satstørke med eller uten eksternt lager
- Kontinuerlig tørke med eller uten eksternt lager
- Mobiltørke med eller uten eksternt lager
- Ingen av alternativene
- Vet ikke

Du har svart at du har kaldlufttørke. Hva slags kaldlufttørke har du?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Kaldlufttørke» er valgt i spørsmålet «Har du kaldluft- eller varmlufttørke?»

- Plantørke
- Bingetørke
- Utendørs silo med eller uten omrøring
- Ingen av alternativene
- Vet ikke

Du har svart at du har kaldlufttørke med tilsatsvarme. Hva slags kaldlufttørke med tilsatsvarme har du?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Kaldlufttørke med tilsatsvarme» er valgt i spørsmålet «Har du kaldluft- eller varmlufttørke?»

- Plantørke
- Bingetørke
- Utendørs silo med eller uten omrøring
- Ingen av alternativene
- Vet ikke

Hva er total lagerkapasitet på ditt korntørkeanlegg?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Ja» er valgt i spørsmålet «Har du pr. dags dato korntørke?»

Her oppgis svaret i tonn. Om du kun ikke kjenner antall tonn, men kjenner antall kubikkmeter (m³) kan du velge det i matrisen.

Velg det svaralternativet som er nærmst ditt anlegg.

- 0-99 tonn
- 100-199 tonn
- 200-299 tonn
- 300-499 tonn
- 500-799 tonn
- 800 tonn eller mer
- Jeg vil oppgi svaret i kubikkmeter (m³)
- Vet ikke

Du vil oppgi total lagerkapasitet for ditt anlegg i kubikkmeter (m³).

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Jeg vil oppgi svaret i kubikkmeter (m³)» er valgt i spørsmålet «Hva er total lagerkapasitet på ditt korntørkeanlegg?»

Skriv inn ca. kubikkmeter lagerkapasitet i svarfeltet.

Benytter du pr. dags dato gårdsvarmeanlegget til oppvarming av korntørka?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Varmlufttørke eller Kaldlufttørke med tilsatsvarme» er valgt i spørsmålet «Har du kaldluft- eller varmlufttørke?»

Med oppvarming av korntørka menes å øke lufttemperaturen på luften som blåses gjennom kornet.

Ja

Nei

Planlegger å gjøre det på sikt

Vet ikke

Har du en måte å måle energiforbruket til korntørka på?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Ja» er valgt i spørsmålet «Benytter du pr. dags dato gårdsvarmeanlegget til oppvarming av korntørka?»

Her er vi klar over store årlige variasjoner.

Nei, det er så store årlige variasjoner at jeg kan ikke gi et godt anslag

Ja, jeg har egen varmemåler til korntørkeanlegget

Ja, jeg vet effekten på varmeregisteret og antall timer den går for full effekt

Ja, jeg har et omtrentlig anslag av energiforbruk til korntørking

Vet ikke

Fyll inn årlig energiforbruk til korntørka etter hva du svarte på forrige spørsmål.

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Ja, jeg har egen varmemåler til korntørkeanlegget eller Ja, jeg vet effekten på varmeregisteret og antall timer den går for full effekt eller Ja, jeg har et omtrentlig anslag av energiforbruk til korntørking» er valgt i spørsmålet «Har du en måte å måle energiforbruket til korntørka på?»

Oppgi svaret i kWh og kort hvordan du kom fram til dette.

Hva slags brensel benytter du pr. dags dato til oppvarming av korntørka?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Nei eller Planlegger å gjøre det på sikt» er valgt i spørsmålet «Benytter du pr. dags dato gårdsvarmeanlegget til oppvarming av korntørka?»

Du har tidligere oppgitt at du ikke benytter gårdsvarmeanlegget til oppvarming av korntørka, samtidig som du har oppgitt at du har varmlufttørke eller kaldluftstørke med tilsatsvarme.

Kryss av for det eller de brenslene du benytter til oppvarming av korntørka. Olje/diesel/gass

Strøm

Ved

Pellets

Flis (luft til luft)

Flis (luft til vann)

Solfangertak

Solceller

Solfangere (sol til vann)

Annet

Velg hvilke av følgende påstander som passer best.

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Nei eller Planlegger å gjøre det på sikt» er valgt i spørsmålet «Benytter du pr. dags dato gårdsvarmeanlegget til oppvarming av korntørka?»

Du har svart at du pr. dags dato ikke benytter gårdsvarmeanlegget til oppvarming av ditt korntørkeanlegg.

Gårdsvarmeanlegget mitt har for liten installert effekt til å tørke korn på en effektiv måte

Jeg benytter ikke varmeanlegget til korntørking fordi det enn så lenge er rimeligere med annet brensel

Jeg benytter ikke varmeanlegget til korntørking fordi det krever for store ombygginger av korntørka

Pr. dags dato er det ikke økonomisk forsvarlig å sammenkoble gårdsvarmeanlegget med korntørka

Annet

Vet ikke

Kryss av for de virkemidlene som hadde fått deg til å benytte ditt gårdsvarmeanlegg til korntørking.

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Nei eller Planlegger å gjøre det på sikt» er valgt i spørsmålet «Benytter du pr. dags dato gårdsvarmeanlegget til oppvarming av korntørka?»

Eget forslag til virkemiddel (skriv inn)

Tilskudd til ombygging av eksisterende korntørke for bruk av fornybar energi

Mer informasjon om tekniske løsninger (rådgiving, befaringer, fagdager, informasjonsskriv)

Mer informasjon om lønnsomheten til ulike alternativer for ombygging

Mer tid til oppfølging av korntørke og gårdsvarmeanlegg

Lavere brenselpris til gårdsvarmeanlegget

Høyere tørketrekk ved levering til kornkjøper

Vet ikke

Du har svart "eget virkemiddel" som hadde fått deg til å benytte gårdsvarmeanlegget ditt til korntørking.

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Eget forslag til virkemiddel (skriv inn)» er valgt i spørsmålet «Kryss av for de virkemidlene som hadde fått deg til å benytte ditt gårdsvarmeanlegg til korntørking.»

Skriv inn ett eller flere forslag til virkemidler som hadde fått deg til å benytte gårdsvarmeanlegget til oppvarming av korntørka.

Hvilket brensel benyttet du tidligere til oppvarming av korntørka?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Ja» er valgt i spørsmålet «Benytter du pr. dags dato gårdsvarmeanlegget til oppvarming av korntørka?»

Ingen

Olje/diesel/gass

Strøm

Flis

Pellets

Ved

Jeg har bygget korntørkeanlegg etter jeg investerte i gårdsvarmeanlegg

Annet

Vet ikke

Hvilke ekstrainvesteringer måtte du gjøre for å koble gårdsvarmeanlegget til korntørka?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Ja» er valgt i spørsmålet «Benytter du pr. dags dato gårdsvarmeanlegget til oppvarming av korntørka?»

Ingen

Varmeregister

Ekstra distribusjonsrør fra fyrkjele

Større ombygging av korntørka
Ekstra eller ny kjele i gårdsvarmeanlegget

Omtrent hvor mye kostet det deg å koble gårdsvarmeanlegget til korntørka?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Ja» er valgt i spørsmålet «Benytter du pr. dags dato gårdsvarmeanlegget til oppvarming av korntørka?»

Oppgi kun hva som måtte gjøres for å koble gårdsvarmeanlegget til korntørka, ikke regn med andre ombygginger som økt lagerkapasitet og lignende. Oppgi svaret i kroner.

Ta stilling til disse påstandene vedrørende ditt bruk av gårdsvarmeanlegget til oppvarming av korntørka.

Vurder hver enkelt påstand og kryss av etter hvor enig i påstanden du er.

Å benytte gårdsvarmeanlegget til oppvarming av korntørka sikrer god lønnsomhet

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Ja» er valgt i spørsmålet «Benytter du pr. dags dato gårdsvarmeanlegget til oppvarming av korntørka?»

Svært uenig
Uenig
Verken eller
Enig
Svært enig
Vet ikke/ikke relevant

Korntørking alene er god nok grunn for meg til å investere i gårdsvarmeanlegget

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Ja» er valgt i spørsmålet «Benytter du pr. dags dato gårdsvarmeanlegget til oppvarming av korntørka?»

Svært uenig
Uenig
Verken eller
Enig
Svært enig
Vet ikke/ikke relevant

Det er de andre forbrukerne på min gård som sikrer lønnsomhet i gårdsvarmeanlegget

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Ja» er valgt i spørsmålet «Benytter du pr. dags dato gårdsvarmeanlegget til oppvarming av korntørka?»

Svært uenig
Uenig
Verken eller
Enig
Svært enig
Vet ikke/ikke relevant

Jeg vet at å benytte gårdsvarmeanlegget til korntørking ikke er lønnsomt for meg, men jeg gjør det av andre grunner (tid, interesse, bruk av eget virke, samvittighet)

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Ja» er valgt i spørsmålet «Benytter du pr. dags dato gårdsvarmeanlegget til oppvarming av korntørka?»

- Svært uenig
- Uenig
- Verken eller
- Enig
- Svært enig
- Vet ikke/ikke relevant

Jeg opplever lønnsomheten ved å benytte gårdsvarmeanlegget til korntørking som bedre enn først antatt

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Ja» er valgt i spørsmålet «Benytter du pr. dags dato gårdsvarmeanlegget til oppvarming av korntørka?»

- Svært uenig
- Uenig
- Verken eller
- Enig
- Svært enig
- Vet ikke/ikke relevant

Hva er du mest fornøyd med vedørende bruken av gårdsvarmeanlegget til oppvarming av korntørka?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Ja» er valgt i spørsmålet «Benytter du pr. dags dato gårdsvarmeanlegget til oppvarming av korntørka?»

- Rimelig tørking
- Miljøvennlig
- Enkel firing
- Tidsbruk
- Annet

Hva er du minst fornøyd med vedrørende bruken av gårdsvarmeanlegget til oppvarming av korntørka?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Ja» er valgt i spørsmålet «Benytter du pr. dags dato gårdsvarmeanlegget til oppvarming av korntørka?»

- Kostnad knyttet til investering
- Kostnad knyttet til bruk
- Tidsbruk
- Røyk
- Driftsstans
- Annet

Del 6 - Framtidig bruk av gårdsvarmeanlegget

Har du noen planer om oppgraderinger av ditt varmeanlegg?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Ja» er valgt i spørsmålet «Driver du et gårdsvarmeanlegg i dag?»

- Koble til flere forbrukere (hus, fjøs, lager med mer)

Større kjele
Ekstra kjele med samme brensel
Ekstra kjele med annet brensel
Flere akkumulatortanker
Annet

Valgfritt: Hva er den største fordelene med å bruke gårdsvarmeanlegget til korntørking?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Ja» er valgt i spørsmålet «Benytter du pr. dags dato gårdsvarmeanlegget til oppvarming av korntørka?»

Valgfritt: Hva er den største ulempene med å bruke gårdsvarmeanlegget til korntørking?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Ja» er valgt i spørsmålet «Benytter du pr. dags dato gårdsvarmeanlegget til oppvarming av korntørka?»

Valgfritt: Hva anser du som den største fordelene med ditt gårdsvarmeanlegg?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Jeg driver ikke med kornproduksjon» er valgt i spørsmålet «Har du pr. dags dato korntørke?»

Valgfritt: Hva anser du som den største ulempene med ditt gårdsvarmeanlegg?

Dette elementet vises kun dersom alternativet «Jeg driver ikke med kornproduksjon» er valgt i spørsmålet «Har du pr. dags dato korntørke?»

Du er nå ferdig.

11.2 Vedlegg 2

Vedlegg 2 viser godkjenningen gitt av Sikt (Kunnskapssektorens Tjenesteleverandør) for behandling av personopplysninger.

Vedlegget vises på neste side.

Vurdering av behandling av personopplysninger

Referansenummer

487829

Vurderingstype

Standard

Dato

08.02.2023

Prosjekttittel

Fornybar energi i korntørker

Behandlingsansvarlig institusjon

Norges miljø- og biovitenskapelige universitet – NMBU / Fakultet for miljøvitenskap og naturforvaltning

Felles behandlingsansvarlige institusjoner

Innovasjon Norge

Prosjektansvarlig

Per Kristian Rørstad

Student

Lars Risebrobakken

Prosjektperiode

15.02.2023 - 30.06.2023

Kategorier personopplysninger

Alminnelige

Lovlig grunnlag

Samtykke (Personvernforordningen art. 6 nr. 1 bokstav a)

Allmenn interesse eller offentlig myndighet (Personvernforordningen art. 6 nr. 1 bokstav e)

Behandlingen av personopplysningene er lovlig så fremt den gjennomføres som oppgitt i meldeskjemaet. Det lovlige grunnlaget gjelder til 30.06.2023.

[Meldeskjema](#) **Kommentar**

OM VURDERINGEN

Sikt har en avtale med institusjonen du forsker eller studerer ved. Denne avtalen innebærer at vi skal gi deg råd slik at behandlingen av personopplysninger i prosjektet ditt er lovlig etter personvernregelverket.

FELLES BEHANDLINGSANSVAR

Innovasjon Norge er felles behandlingsansvarlig institusjon. Vi legger til grunn at behandlingen oppfyller kravene til felles behandlingsansvar, jf. personvernforordningen art. 26.

LOVLIG GRUNNLAG

Prosjektet vil innhente samtykke fra de registrerte til behandlingen av personopplysninger. Vår vurdering er at prosjektet legger opp til et samtykke i samsvar med kravene i art. 4 og 7, ved at det er en frivillig, spesifikk, informert og utvetydig bekreftelse som kan dokumenteres, og som den registrerte kan trekke tilbake.

LOVLIG GRUNNLAG - REKRUTTERING

Prosjektet vil få utlevert kontaktopplysninger fra register fra Innovasjon Norge. Innovasjon Norge har oppgitt lov om Innovasjon Norge §27 som hjemmelsgrunnlag for utlevering av opplysningene. Prosjektet håndterer så den videre rekrutteringen.

Prosjektet vil behandle kontaktopplysninger og utvalgskriterier fordi det er nødvendig for forskning i allmennhetens interesse, jf. personvernforordningen art. 6 nr. 1 e), jf. personopplysningsloven § 8. Prosjektet gjør nødvendige tiltak for å ivareta de registrertes rettigheter og friheter, jf. art. 89 nr. 1. Formålet med prosjektet er å undersøke om mottakere av tilskuddsmidler fra Innovasjon Norge til bygging av anlegg for fornybar energi som oppvarming av korntørker er fornøyd med investeringen. Det er derfor nødvendig å trekke et utvalg fra søknadsregister om tilskudd til gårdvarmeanlegg og korntørkeanlegg. Innovasjon Norge utleverer kontaktopplysninger om utvalget til forskergruppen. Personopplysningene behandles i et kort tidsrom for å kunne rekruttere forskningsdeltakere.

LAGRING AV DATA

Vi vil avslutte videre oppfølging og protokollføring av behandlingen av personopplysninger ved 30.06.2023. Etter dette vil Innovasjon Norge overta videre behandlingsansvar for permanent lagring av personopplysningene.

FØLG DIN INSTITUSJONS RETNINGSLINJER

Vi har vurdert at du har lovlig grunnlag til å behandle personopplysningene, men husk at det er institusjonen du er ansatt/student ved som avgjør hvilke databehandlere du kan bruke og hvordan du må lagre og sikre data i ditt prosjekt. Husk å bruke leverandører som din institusjon har avtale med (f.eks. ved skylagring, nettspørreskjema, videosamtale el.)

Personverntjenester legger til grunn at behandlingen oppfyller kravene i personvernforordningen om riktighet (art. 5.1 d), integritet og konfidensialitet (art. 5.1. f) og sikkerhet (art. 32).

MELD VESENTLIGE ENDRINGER

Dersom det skjer vesentlige endringer i behandlingen av personopplysninger, kan det være nødvendig å melde dette til oss ved å oppdatere meldeskjemaet. Se våre nettsider om hvilke endringer du må melde: <https://sikt.no/melde-endringer-i-meldeskjema>

OPPFØLGING AV PROSJEKTET

Vi vil følge opp ved planlagt avslutning for å avklare om behandlingen av personopplysningene er avsluttet.

Lykke til med prosjektet!



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

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway