

## RAPPORT

# Status og behov innen potet- og grønnsakslager

Prosjekt finansiert av Forskingsmidler over jordbruksavtalen (JA)

Norsk Landbruksrådgiving, 10. mars 2021

Torgeir Tajet, Borghild Glorvigen, Gerd Guren, Kåre O. Larsen, NLR  
Erlend Indergård, Eirik Starheim Svendsen, SINTEF Ocean



## Forord

Norsk Landbruksrådgiving og SINTEF Ocean har, på oppdrag fra Styret for forskningsmidler over jordbruksavtalen, kartlagt status og behov innen potet- og grønnsakslagre i Norge. Kartleggingen er initiert av avtalepartene i jordbruksoppgjøret, Norges Bondelag, Norsk bonde- og småbrukarlag og Landbruks- og matdepartementet.

Stavern 10. mars 2021

Prosjektleder  
Torgeir Tajet NLR Viken

## Sammendrag

Norsk Landbruksrådgiving og SINTEF Ocean har på oppdrag fra Styret for forskningsmidler kartlagt status og fremtidig behov for norske potet- og grønnsakslagre. Målet for undersøkelsen har vært å synliggjøre næringens behov for modernisering, innovasjon og lagringsteknologi, inkl. de økonomiske aspektene ved overgang til miljøvennlige og energieffektive kuldesystemer. Det er behandlet svar fra 290 produsenter som til sammen har 594 lagre for poteter, løk og grønnsaker. Undersøkelsen representerer 64% av grønnsaksvolumet som er lagt inn på lager, og 28% for potet

Det er stor variasjon i alderen på de eksisterende lagrene, og 48% av bygningene er over 30 år, men 22% er bygd de siste 10 år. Luftdistribusjonen i lagrene skjer i ved 4 ulike løsninger, hvor omluftslager er mest vanlig. 48% av lagrene i undersøkelsen har kjøleanlegg. Resultatene viser at det ofte blir satt inn kjøleanlegg når nye lagerbygg settes opp, og at størrelsen på lagrene har økt de senere årene. Det er i hovedsak potet, kålrot og løk som ikke har kjøling. 68% av lagrene har ikke tekniske løsninger for ekstra oppfukning av luften, og 56% av lagrene har heller ikke løsninger for utlufting av CO<sub>2</sub>.

Rundt 1/3 av lagrene med kuldeanlegg har utfordringer med å holde ønsket temperatur i lageret. 67% av lagrene med byggeår tidligere enn 1990 rapporterer utfordringer, mens det blant lagre som er bygd de siste 5 årene er den tilsvarende andelen 27%. Det er store variasjoner i oppgitt kjølekapasitet, og avvikene er store fra prosjektgruppens beregnede behov.

Mange av installerte kjølesystem har kuldemedier som ikke er bra for klimaet. Bare 30% av kjølesystemene hadde kuldemedium som ikke vil bli faset ut de neste årene. Per i dag er det totalt 48 lager med kjøleanlegg hvor det er planer om å bytte ut kjøleanlegget. Hos produsenter som ikke har kjøleanlegg installert per i dag, er det 70 stk. som oppgir at det er planer om investering.

Gitt at utvalget på 37% av varevolumet er representativt for produsentundersøkelsen, er de samlede planlagte investeringene estimert til 144 mill kr for 2021 og 493 mill kr for perioden 2021-2025. Nyverdien av alle lagerbygningene og kjøleanleggene i undersøkelsen er beregnet til 807 mill. kr og ekstrapolert til 2 181 mill. kr for hele landet. Med 20-30 års avskrivningstid for bygninger og 15-20 år for kjøleanlegg, blir det gjennomsnittlige årlige fornyingsbehovet 89-125 mill. kr.

Fram til 2025 forventer vi et høyere investeringsbehov enn gjennomsnittlig årlig verditap, fordi flere kuldemedier er under utfasing.

Data fra 29 pakkerier er med i kartleggingen, og dekker 58% av omsatt norsk volum av grønnsaker (SSB og GPS). Både store og små aktører er inkludert i datagrunnlaget. Volumutvikling mellom årene 2015-2020 på tvers av vekstgrupper lå på 4%, mens det ifølge måltall fra pakkeriene er en forventet vekst på 45% frem til 2025. Pakkeriene har til sammen 54 lagre, hvor 78% har montert kjøleanlegg. Det er bare 19% av de eksisterende kuldesystemene som har kuldemedium med lav GWP (Global Warming Potential).

Blant pakkeriene er planlagt 25 investeringer i maskiner og ferdigvarelager i perioden 2021-2025. Planlagt totalinvestering for disse er 59,3 mill. kr, med 37,5 mill. kr allerede i 2021. Det skal gjennomføres et stort løft i sorteringsutstyr: 13 investeringer med totalkostnad på 44 mill. kr, hvorav det meste i 2021. Ved å anta at investeringsstrategien blant pakkeriene i undersøkelsen er representativ for resten av pakkerisektoren, ligger det totale investeringsbehovet for sektoren på 115 mill. kr for perioden 2021-2025.

## Innholdsfortegnelse

Forord .....	2
Sammendrag .....	3
Beskrivelse av oppdraget .....	6
Målet for prosjektet .....	6
Metodikk .....	6
Produsentundersøkelsen - representativitet .....	6
Vurdering av utvalget .....	10
Kuldemedier og kjølekapasitet .....	10
Kompetanse på kjølekapasitet og kuldemedier .....	10
Holdbarhet og potensial for lagring .....	10
Beregning av kjølebehov .....	11
Bakgrunn – kuldemedier og lagertyper .....	12
Utfasing av tradisjonelle kuldemedier .....	12
Type lager - luftdistribusjonsløsninger .....	13
Produsentundersøkelsen .....	15
Leveringsavtaler – historie og prognoser .....	15
Lagrenes bygningsmessige alder – fordeling .....	16
Ulike lagertyper - luftsirkulasjonsløsninger .....	17
Andel av lagre med kjøleanlegg .....	18
Utfordringer med temperatur .....	19
Kuldemedier .....	21
Planer om å bytte kjøleanlegg .....	23
Utlufting av CO <sub>2</sub> og tilsetning av fukt i lagerluft .....	25
Beregning av kuldebehov til de enkelte lagrene i undersøkelsen .....	26
Kapasitet på installerte kjøleanlegg .....	27
Planer om investeringer i eksisterende lagre .....	30
Planer om investeringer i nye lagerbygg og kjøleanlegg .....	31
Investeringsbehov i forhold til behov for fornyelse .....	33
Potensielt behov for bytting av kuldemedium og kjøleanlegg i forhold til regelverk .....	34
Pakkeriundersøkelsen .....	35
Evaluering av svar – representativitet .....	35
Historie og prognoser .....	35
Pakkerilager .....	38

Kuldemedium .....	39
Investeringsbehov for pakkerier i undersøkelsen .....	39
Investeringsbehov i pakkerisektoren totalt .....	42
Konklusjon .....	42
Produsentundersøkelsen .....	42
Pakkeriundersøkelsen .....	43
Vedlegg.....	45
A: Beregning av kuldebehov.....	45
Ånding i produkter .....	45
Nedkjøling.....	46
Betydning av utetemperatur .....	46
Kondenseringsenergi .....	47
Avriming av fordampere .....	47
Utlufting ved åpning av porter.....	47
B: Beregning av kostnader for bygg og kjøleanlegg .....	48

## Beskrivelse av oppdraget

Det er et politisk mål å øke forbruket av poteter og grønnsaker i Norge, samtidig som norskandelen skal økes (jf. Prop. 120 S (2018-2019)). Rapporten Grøntsektoren mot 2035 (Rapport fra rådgivende utvalg for innovasjon, vekst og økt norskandel i grøntsektoren, 26.03.2020,) peker på at i tillegg til økt produksjon, må tilbudet også økes gjennom bedret kvalitet, økt lagringsevne og redusert svinn. For å oppnå dette er moderne lagrings- og pakketeknologi og tilstrekkelig lagerkapasitet en forutsetning.

Det er behov for å kartlegge lager- og kjølekapasiteten i norske grøntlagre, og å se dette i sammenheng med hvilke volum som blir omsatt og når omsetningen av grønnsaker og poteter skjer gjennom lagersesongen. Behovet for kjøling av de ulike produktene må bli vurdert ut fra dette grunnlaget.

Mange kjølelager har kjølesystemer med kuldemedier som er skadelig for klimaet, og som derfor vil bli faset ut i årene som kommer. Gjennom Klimaavtalen har Norge forpliktet seg å trinnvis fase ut kuldemedier med høy Global Warming Potential (GWP), ref. Regjeringens F-gass forordning.

Prosjektet Optirot (NIBIO, SINTEF og NLR) har dokumentert at kapasiteten for mange av lagrene er for liten. Derfor ble det i protokollen for årets jordbruksoppgjør påpekt at det er nødvendig å utvide kartlegging av status og behov innen potet- og grønnsakslager. Dette gjelder også sannsynligvis for flere pakkerier. Det er viktig å se på behovet for modernisering, innovasjon og lagringsteknologi i enkeltlagre. I tillegg er det viktig å se på næringens samlede behov for tiltak for å øke lagringsevne og produktenes levetid.

## Målet for prosjektet

- Kartlegging av status og fremtidige behov innen potet- og grønnsakslagre, inkludert lagre og pakkekapasitet hos pakkeriene.
- Synliggjøre næringens behov for modernisering, innovasjon og lagringsteknologi, samt næringens samlede behov for tiltak for å øke lagringsevne og produkters levetid.
- Vurdering av produktenes mulighet for økt holdbarhet.
- Synliggjøre de økonomiske aspektene ved overgang til miljøvennlige og energieffektive kuldesystemer.
- Skaffe oversikt over antall produsenter, type bygningsteknologi, lagerkapasitet, etablering av kjøling i lager som kun er ventilert og lagerstyring av temperatur.

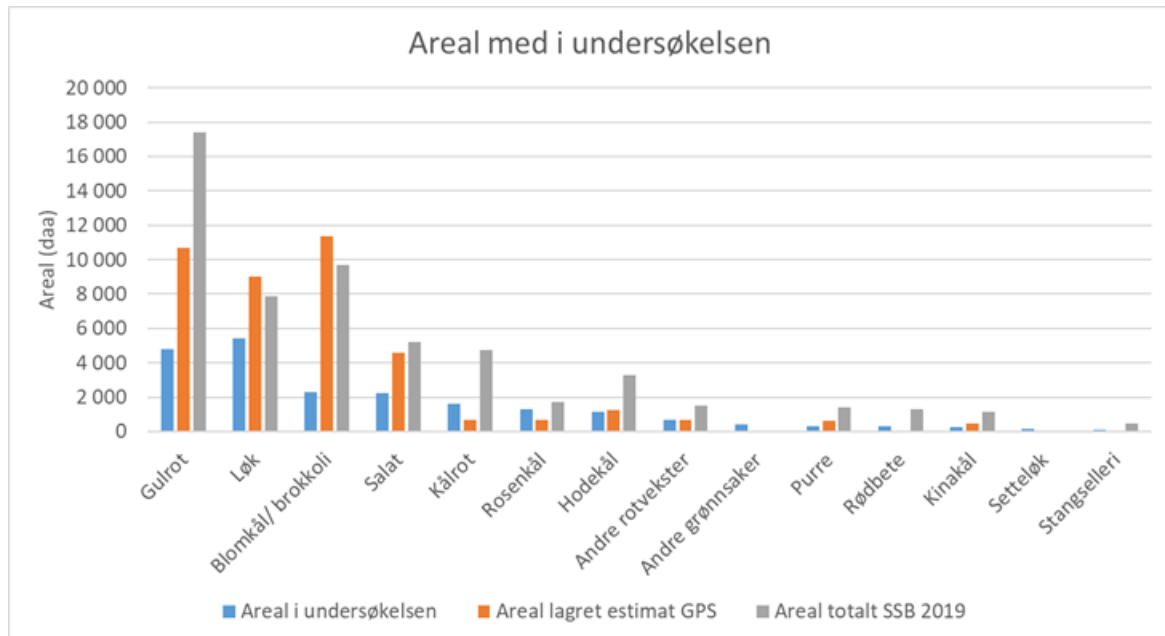
## Metodikk

Kartleggingen er basert på to spørreundersøkelser, en til produsentene og en til pakkeriene. Undersøkelsene ble sendt ut til alle medlemmer med produksjon av poteter og grønnsaker via lokale rådgivere i Norsk Landbruksrådgiving og til alle pakkerier i landet. I tillegg ble spørreundersøkelsen lagt ut [www.nlr.no](http://www.nlr.no) (tror jeg) og på [www.potet.no](http://www.potet.no). Påminninger om å svare på undersøkelsen har blitt formidlet gjennom fagmøter og faginformatjon fra lokale rådgivingsenheter. De lokale rådgiverne har også fulgt opp sine produsenter med e-poster og direkte kontakt.

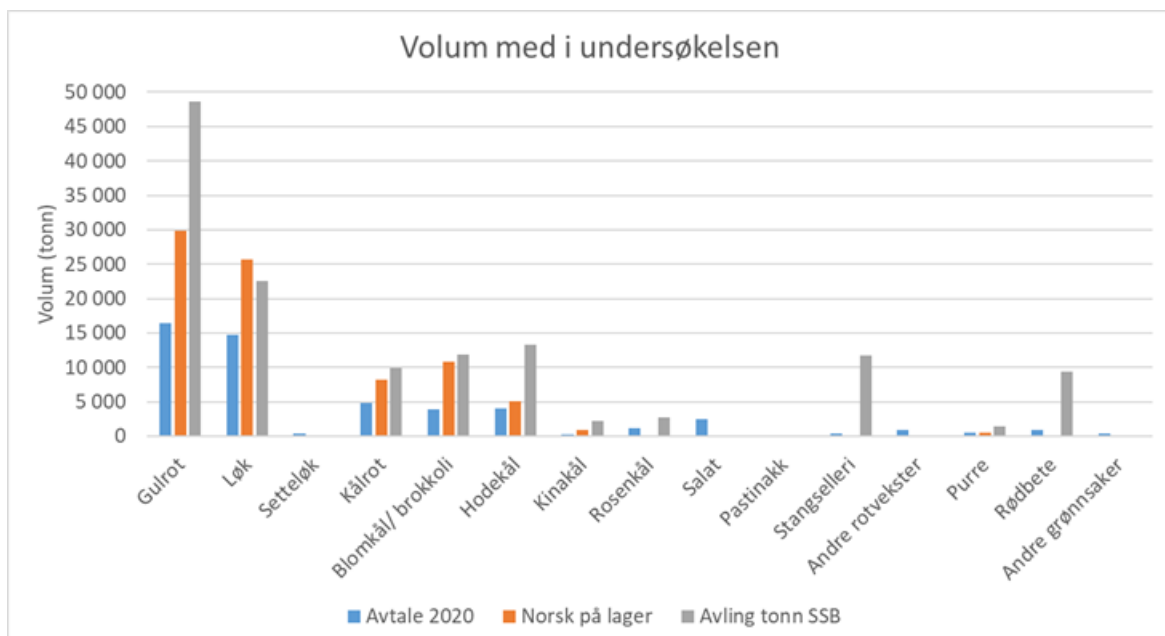
## Produsentundersøkelsen - representativitet

Det har kommet inn svar fra 273 produsenter som til sammen har registrert 576 lagre for poteter og grønnsaker. I tillegg er det tilført data fra 18 andre lagre som ble kartlagt i prosjektet Optirot (NFR 2019). I undersøkelsen er det totalt 594 lagre. Undersøkelsen representerer 27% av omsatt norsk volum av grønnsaker registrert av Statistisk sentralbyrå (SSB) og anslagsvis 64% av grønnsaksvolumet som er lagt inn på lager, registrert av Grøntprodusentenes samarbeidsråd (GPS). Fra GPS er det brukt det volumet som er registrert omsatt fra uke 40 til neste sesong, med påslag av 15-30% lagersvinn.

I tillegg til konsumomsetningen som er registrert av GPS blir noe av industrileveransen for grønnsaker lagt på lager. Det gjelder særlig hodekål, kålrot, og rødbeter. Det meste av potetene som skal til industri blir lagret hos produsentene. Et unntak er ca. 8-10.000 tonn av potetene som går til produksjon av chips hos Maarud, og som blir lagret der. Gulrot til frossen industri tas normalt ikke inn på lager før levering. Dette utgjør over ca. 10 000 tonn og utgjør en vesentlig del av differansen mellom tall fra GPS og SSB.



Figur 1: Areal som er dekket av undersøkelsen



Figur 2: Volum grønnsaker som er dekket av undersøkelsen

Sommerproduksjonen av potet, løk og gulrot er i liten grad innom lager før det leveres til pakkeri. Varer med kort lagringstid og mange hold gjennom sommeren, som blomkål, sommerkål, brokkoli og salat lagres kun kort tid, og lageret brukes flere ganger. Det produseres 22 000 tonn salat i Norge. Dette

volumet blir produsert og levert fra uke 22 til uke 46, og er kun innom lageret for nedkjøling før leveranse. Det er derfor aldri store volumer som ligger inne på lager samtidig, og lagrene brukes en rekke ganger gjennom sesongen. Disse lagrene benyttes også ofte til lagring av andre produkter i vinterhalvåret. Det er derfor ikke angitt eget volum for salat registrert av SSB eller GPS, og dette volumet er derfor heller ikke med som grunnlag for ekstrapolering for å si noe om samlet volum med lager og lagerbehov i Norge.

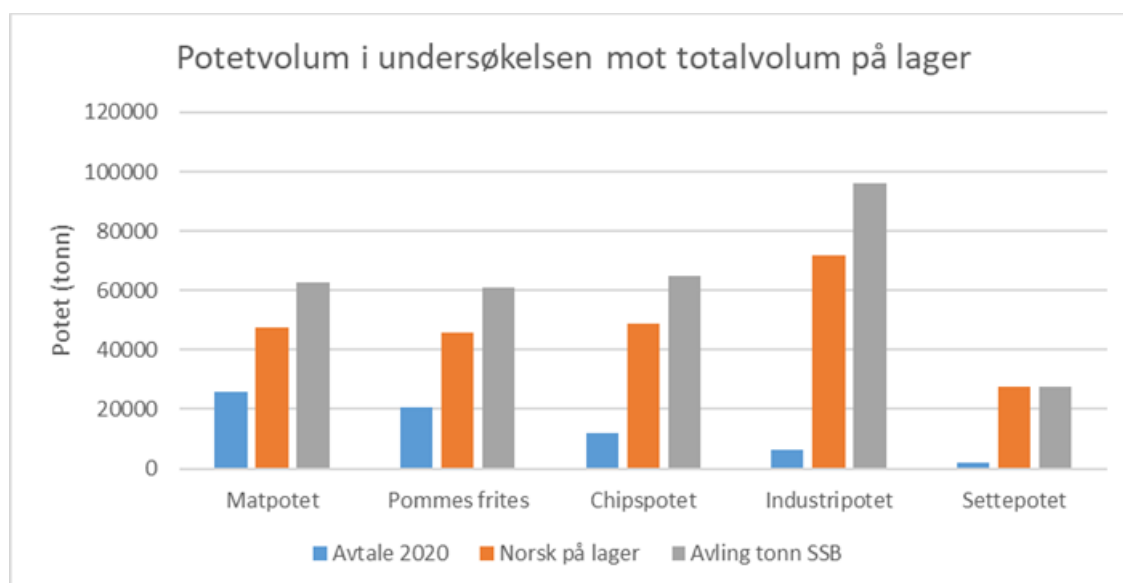
Potetarealet for 2020 oppgis både av Landbruksdirektoratet og SSB til å ligge tett oppunder 115 000 daa. Tall fra GPS viser omsetning på 50 600 tonn til mat i 2020. Volum som legges inn på lager er estimert til 242 650 tonn. Det er da tatt utgangspunkt i at produsert volum for juli til september ikke blir lagt inn på lager. Det er registrert 66 940 tonn poteter i undersøkelsen, noe som tilsvarer 28% av lagervolumet.

Totalt er undersøkelsen estimert til å representere 37% av det samlede volumet med grønnsaker og poteter som lagres i Norge, med 118 000 tonn av 323 000 tonn vare som lagres.

Tabell 1: Oversikt over volum potet til produksjon fra Fagkoordinator for potet i NLR

Produksjon	Areal (daa)	Volum	
		produsert (tonn)	Volum lagret (tonn)
Chips	21 667	65 000	48 750
Pommes Frites +	17 000	61 000	45 750
Mat	25 000	62 800	47 400
Skrelle	3 000	9 500	7 125
Annen industri	26 800	86 500	64 875
Settepotet sertifisert	10 127	10 100	10 100
Egne settepoteter	9 000	18 000	18 650
Sum	112 594	312 900	242 650

Lompebakeri - privatsalg er ikke med i tallmaterialet.

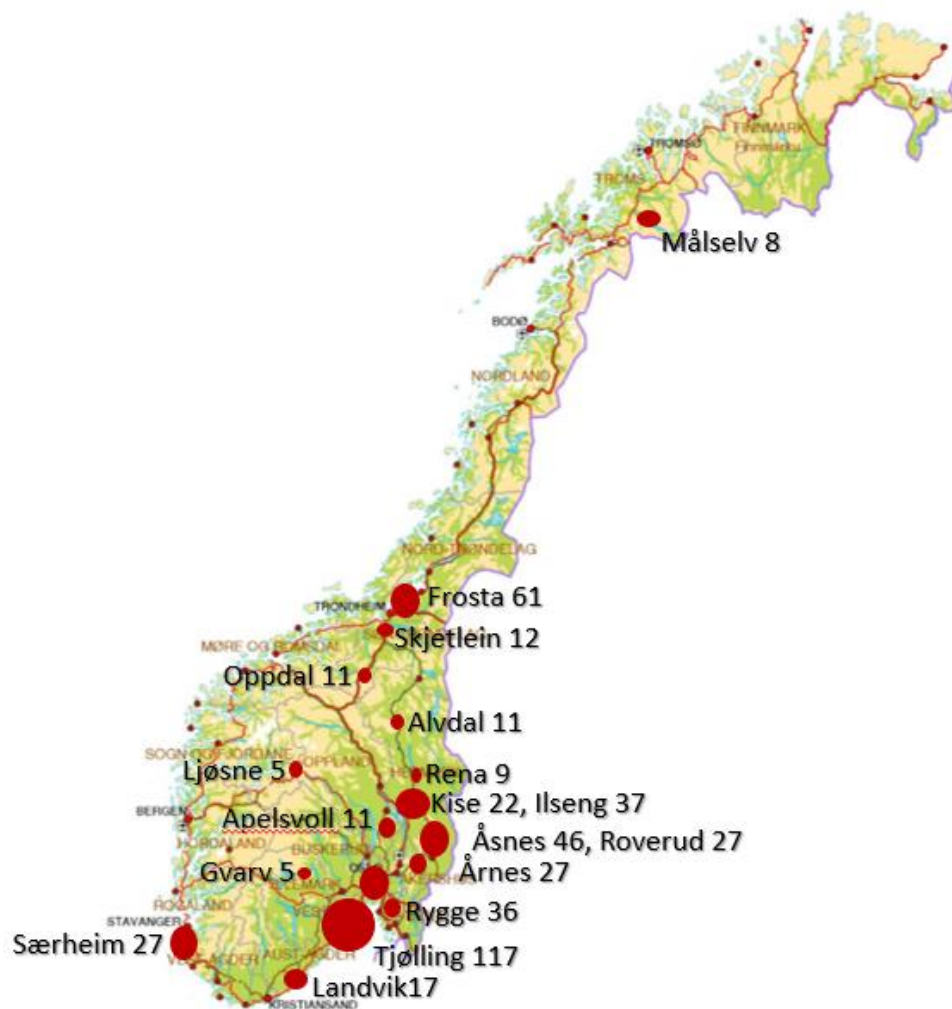


Figur 3: Potetvolum i undersøkelsen utgjør 28% av totalvolum på lager



Tabell: Oversikt over hvilke produkter som blir dyrket og lagret hos de produsentene som har svart i undersøkelsen.

Kultur	Antall lagre	Kultur	Antall lagre
Løk	58	Matpotet	171
Gulrot	52	Chipspotet	55
Kålrot	35	Pommes frites	55
Hodekål	23	Industripotet	26
Rosenkål	9	Skrellepotet	16
Blomkål	7	Settepotet	42
Knollselleri	7	<b>Sum</b>	<b>365</b>
Stangselleri	6		
Brokkoli	5		
Purre	5		
Pastinakk	4		
Rødbete	4		
Kinakål	3		
Isbergsalat	2		
Vårløk	2		
Setteløk	1		
Diverse grønnsaker	5		
<b>Sum</b>	<b>228</b>		



Figur 4: Antall produsenter som har svart på undersøkelsen fordelt på deres nærmeste klimastasjon.

## Vurdering av utvalget

Korrekturlesning av det innsamlede tallmaterialet er gjort, selv om det naturligvis kan være noen feil i datamaterialet. Der hvor oppgitte tall har virket usannsynlig, har flere produsenter blitt kontaktet direkte. Det har da også blitt avdekket at en del produsenter kun har oppgitt de nyeste lagrene sine. Eldre og mindre lagre, både eid og leid har i flere tilfeller ikke blitt registrert. Det er derfor stor sannsynlighet for at undersøkelsen i noen grad kan overestimere andel nyere og større lagre med nye kuldemedier. Det er da også sannsynlig at andelen eldre og mindre lagre med til dels gamle kuldemedier blir noe underestimert i undersøkelsen.

Det er både mindre og større produsenter med i undersøkelsen. Det er ingen tydelige tendenser til dreining i representativitet når det gjelder størrelser på produksjonene.

Det kan ikke utelukkes at svarprosenten i undersøkelsen kan ha vært større blant de produsentene som har planer om å foreta investeringer i lager og kjøleanlegg. Dette kan ha resultert i at beregnede planer for investeringer i potet- og grønnsakslagre har blitt noe overestimert.

## Kuldemedier og kjølekapasitet

Prosjektgruppa var på forhånd klar over at det er manglende oversikt over kuldemedier og kjølekapasitet blant produsentene. Derfor ble produsentene også bedt spesielt om å skaffe seg oversikt over dette før de begynte å svare. De ble også bedt om å oppgi leverandør/serviceperson for anlegget. Mange kuldeleverandører har blitt kontaktet for å gi svar på kapasitet og kuldemedium, men selv disse har til tider funnet det vanskelig å angi riktige opplysninger, særlig når det gjelder kapasitet.

## Kompetanse på kjølekapasitet og kuldemedier

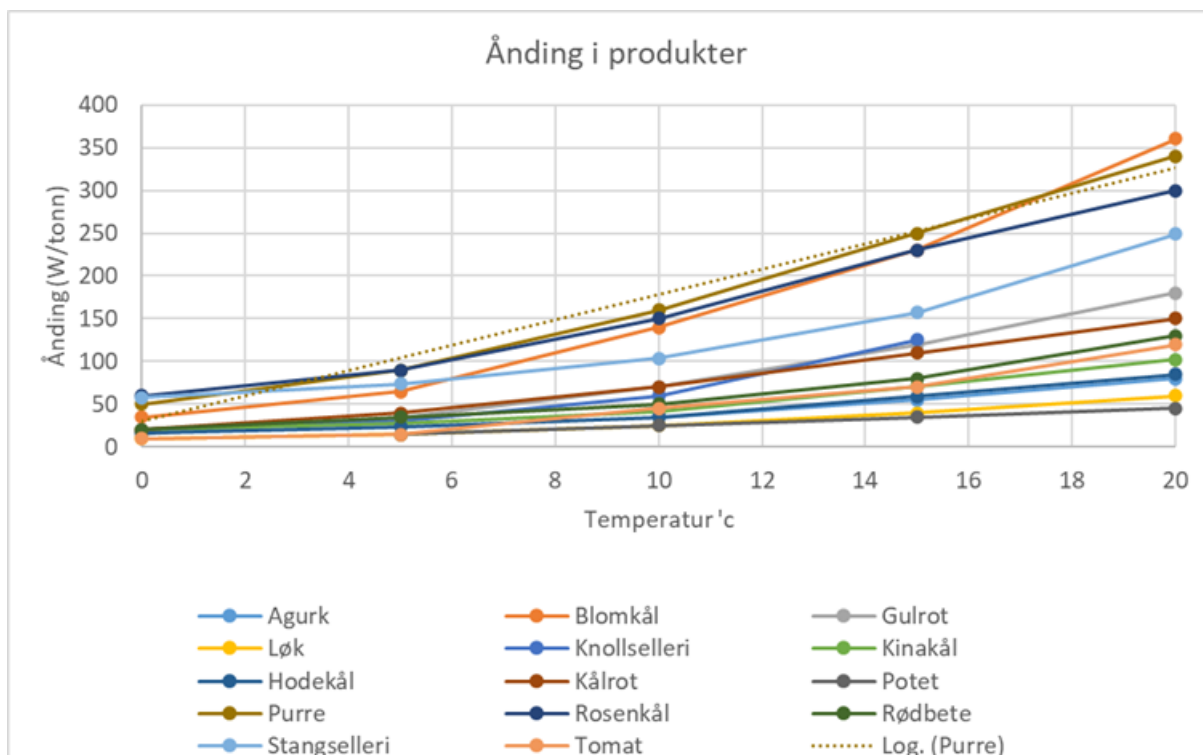
Kun de færreste produsentene har et forhold til kjølekapasitet og mange har også liten oversikt over de kuldemediene de bruker. Kunnskapsnivået er større rundt kuldemedier i nye anlegg enn i eldre.

Oppfølging og dialog med kjølefirmaene viser at det er stort spenn i kompetanse, erfaringsgrunnlag og preferanse i forhold til kuldemedier, kjølesystemer og lagertyper. Her er det behov for erfaringsutveksling, systematisering og bedre oversikt. De ulike leverandørene sitter på mye kunnskap og har generelt god oversikt over egne løsninger, men flere mangler oversikt over mulige alternativ. Det er behov for økt kompetanse på beregning av kjølekapasitet til ulike produkter under ulike forhold. Det er også behov for en mer objektiv forståelse for fordeler og ulemper med ulike kjølesystemer og lagersystemer under ulike forhold.

## Holdbarhet og potensial for lagring

Ulike produkter har ulik åndingsintensitet. Potet, løk, gulrot, knollselleri og kålrot har lav åndingsintensitet, og kan derfor lagres lenge. Disse produktene lagres helt til våren og forsommeren, og Norge har derfor høy selvforsyningsgrad av disse produktene. Produkter som salat, blomkål, brokkoli og rosenkål har høy åndingsintensitet, selv ved lave temperaturer. Dette betyr at karbohydratene i produktene blir hurtig omdannet til CO<sub>2</sub> og vann, og holdbarhetstiden blir kort. Disse produktene kan ikke lagres lenge, med mindre de fryses, og selvforsyningsgraden av disse produktene blir også lavere. De er også i liten grad representert i lagerundersøkelsen.

Hoftun ved Planteforsk (nå NIBIO) har angitt at et produkt ikke lenger er salgbart når åndingen har passert 20 g pr kg produkt. Denne grensa er sannsynligvis noe høyere fordi respirasjonskurven til eksempelvis gulrot tilsier at varene ikke lenger skulle vært salgbare etter mars – april. Vi vet at vi kan lagre gulrot til mai-juni.



Figur 4: Åndingsintensitet i forskjellige produkter ved ulike temperaturer

Det hadde vært interessant å gjøre en kost/ nytte analyse av hvor lenge det er mulig å lagre ulike norske poteter og grønnsaker under optimale lagringsforhold, i forhold til merkostnad med lager og lagersvinn ved langtidslagring. Datagrunnlaget for forskjellig lagringskvalitet under ulike lagringsforhold for de enkelte grønnsakene og poteter er foreløpig for spinkelt til at slike beregninger er mulig, uten å gjøre svært grove anslag. Produsentmiljøene diskuterer hvor lønnsomt det er å bygge nye lagre for å øke salgsvolumet i mai-juni. Det er stor skepsis blant produsentene til at dette lønner seg, så lenge det ikke oppnås høyere pris for varene som lagres lenge, med økt lagersvinn og kvalitetsforringelse som resultat.

### Beregning av kjølebehov

NLR Viken og SINTEF Ocean har utviklet en modell for beregning av behov for kjølekapasitet på lagre med grønnsaker, poteter, frukt og bær. Modellen beregner hvilken varmelast et produkt utgjør basert på følgende faktorer:

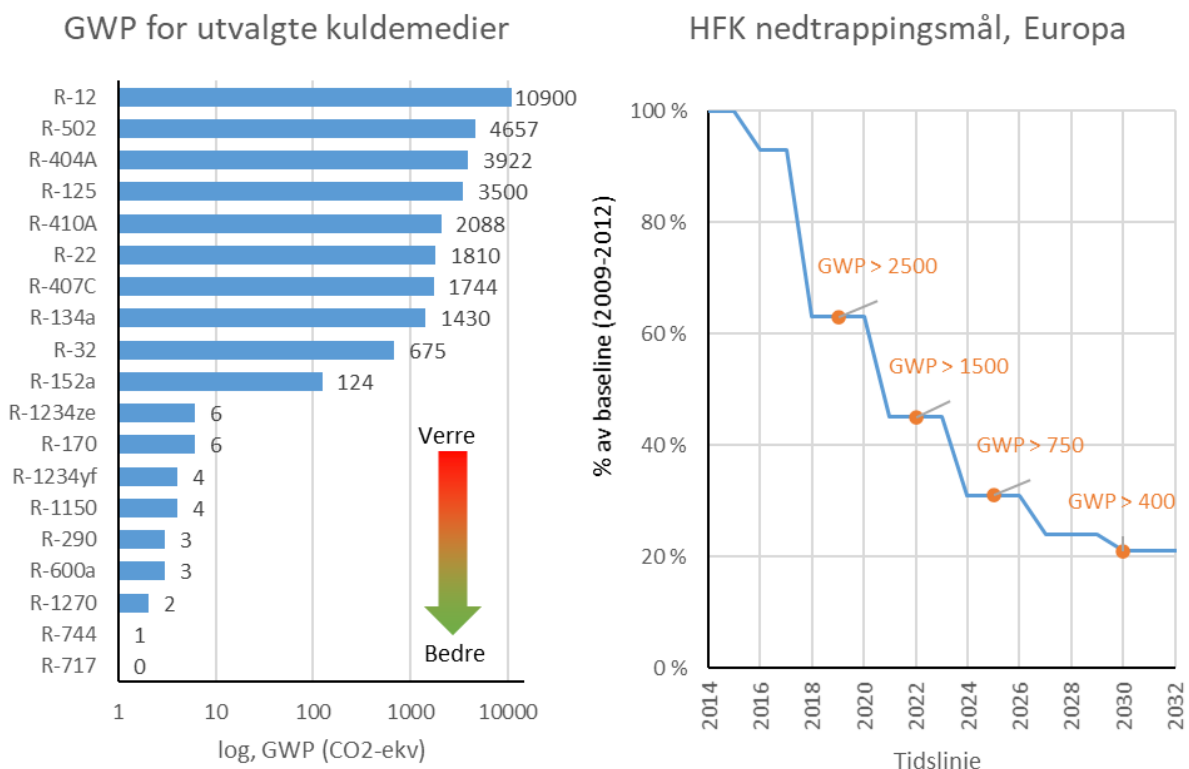
- Varme som må hentes ut fra produktet for å kjøle ned, basert på termofysiske egenskaper
- Åndingsintensitet i produktet
- Varmetap gjennom byggets tak, vegger og gulv
- Varme fra vifter i fordampere
- Varmetap som følge av åpning og lukking av dører (luftutskiftning)
- Kondenseringsenergi (respirasjonsvarme) i produktet
- Avriming av fordampere

I beregningene er det i tillegg lagt på en sikkerhetsmargin på 15%. En utfyllende forklaring for faktorene som utgjør varmebehovet er beskrevet i vedlegg A.

## Bakgrunn – kuldemedier og lagertyper

### Utfasing av tradisjonelle kuldemedium

I alle kuldesystemer sirkulerer et kuldemedium, og tradisjonelle kuldemedier blir nå faset ut på grunn av svært høy CO<sub>2</sub>-effekt hvis disse gassene slippes ut i atmosfæren. Gassene har spesifikke tall på GWP (Global Warming Potential) som vist i Figur 5. Ser man f.eks. på kuldemediet R404a, som har en GWP på rundt 4000, så betyr dette at hvis man får lekkasje på kuldesystemet, så vil ett kilo gass tilsvare 4000 kg CO<sub>2</sub> ut til atmosfæren. Mengde gass i kuldesystemer til grønnsak-lager varierer fra mellom 10-200 kg avhengig av teknologi. Ser man bort fra energi-bransjen (olje, gass og kull), så er kuldesystemer den faktoren i verden som alene kan påvirke klimaet mest. Dette har ført til at over 170 land i FN har signert klimaavtalen som pålegger alle land å fase ut kuldemedier med høy GWP. Frem til dato for utfasing, vil avgiften på gassene øke betydelig. Flere av de undersøkte lagrene vil måtte betale over 200 000,- kr kun i avgift for å etterfylle gass hvis man får fullstendig lekkasje. Det er vist at 10-15% av kuldemedium i industrielle anlegg lekker ut hvert år (Report EU-project Frisbee D222, Assessment of current refrigeration technologies, 2011), så risikoen er reell.



Figur 5: Mange tradisjonelle kuldemedier har høy GWP (t.v), og fases ut i årene som kommer (t.h.)

Det har de siste 10 årene blitt utviklet et bredt spekter av miljøvennlige kuldesystemer med forskjellige kuldekapasiteter. Både CO<sub>2</sub>, propan/butan, ammoniakk, og det syntetiske stoffet R1234ze er miljøvennlige alternativer. Alle har fordeler og ulemper, men de er svært gode og miljøvennlige kuldemedier. De tradisjonelle kuldemediene har også mange ulemper. Kuldemedier med lav GWP har følgende negative egenskaper:

- CO<sub>2</sub> er en kvelningsgass
- ammoniakk er giftig
- propan og butan er brannfarlig
- R1234ze avgir ekstremt giftige gasser ved brann

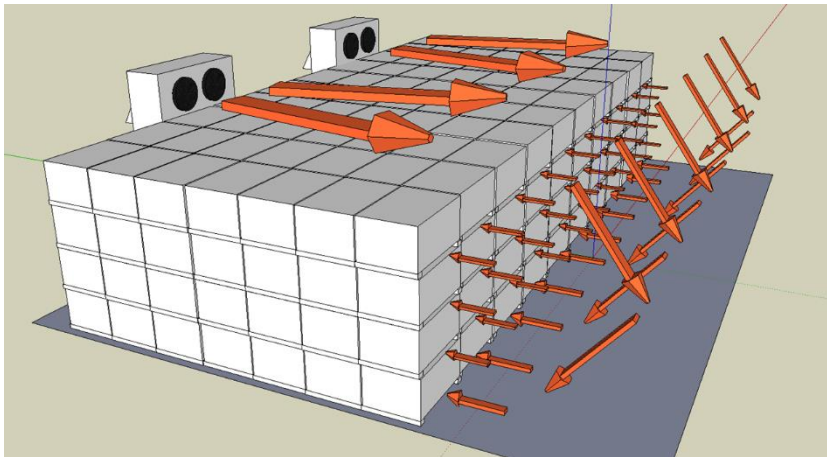
Gode og sikre deteksjonssystemer gjør likevel at slike kuldesystemer er svært trygge løsninger.

### Type lager - luftdistribusjonsløsninger

Eksisterende lager kan med bakgrunn i måten lagerluften fordeles og sirkuleres gjennom lageret, deles inn i ulike hovedgrupper; Omluft-lager, Findus-lager, under-/overtrykklager, Græe-lager og løslager med underluft. I tillegg er det i denne rapporten nevnt gruppene Betongrom/kjeller og Tre-/elementbygg. De sistnevnte har i all hovedsak en eller annen form for ventilasjon uten at dette er nærmere beskrevet. Hver hovedgruppe beskriver et prinsipp, og det finnes flere ulike systemer innenfor hver gruppe.

#### Omluft-lager

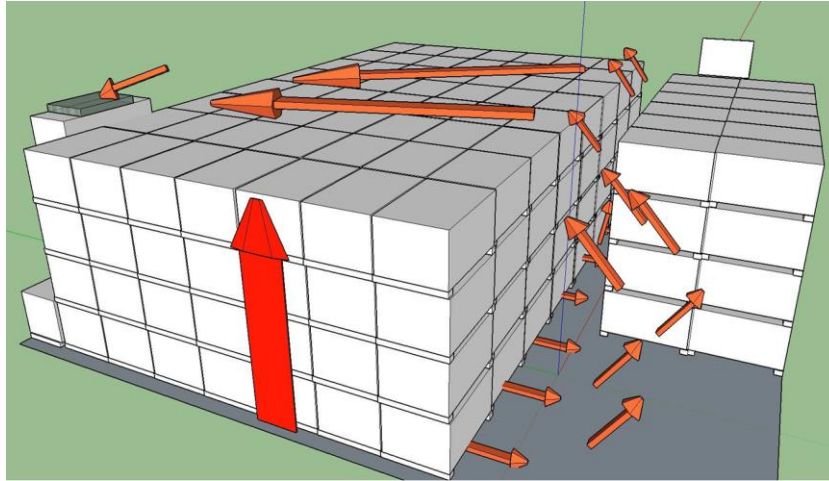
Prinsippet for omluft-lager er at kjøleluften blåses ut i lageret mellom de øvre kassene og taket, for så å gå mellom hver enkelt kasse tilbake til kjøleaggregatet. På denne måten vil hver enkelt kasse med produkt kunne få kontinuerlig tilførsel av sirkulerende luft. I denne hovedgruppen ligger systemer som er kjent som a) Omluftslager med kjøleaggregat bak i taket (se bilde under), b) Omluftslager med midtstilt kjøleaggregat (for større lager som deler rommet i 2 sirkulasjonsområder), c) Omluftslager med kanalføringer (Grimme, Tolsma), og d) Omluftslager uten kjøling (AgroVent)



Figur 6: Prinsipp med omluft-lager, hvor luft blåses ut fra kjøleaggregatene over produktet, og går tilbake mellom hver enkelt kasse

#### Findus-lager

Også ofte kalt Alf Johansen lager. Luft blåses ut under nederste kasserekke via en glippe i en kanal som dekker hele bakre vegg. Luften kommer ut i forkant av lageret, presses opp og går tilbake til tårnet i bak-kant av lageret. I tårnet er vifter og eventuelt kjøleaggregat plassert, og her blir luften avkjølt på nytt og presset ut i kanalen. I dette systemet sirkulerer det dermed ikke luft mellom hver enkelt kasse i lageret. Varmen fra produktene i kassene stiger opp gjennom de øvre kassene og ut til returluften under taket. Det er denne «skorsteinseffekten», som trekker kald luft fra gulvet oppover gjennom varemassen, som gjør at produktene kjøles ned. Figur 7 viser også plassering av tverr-stilte kasser for å utnytte ledig plass i forkant av lageret.

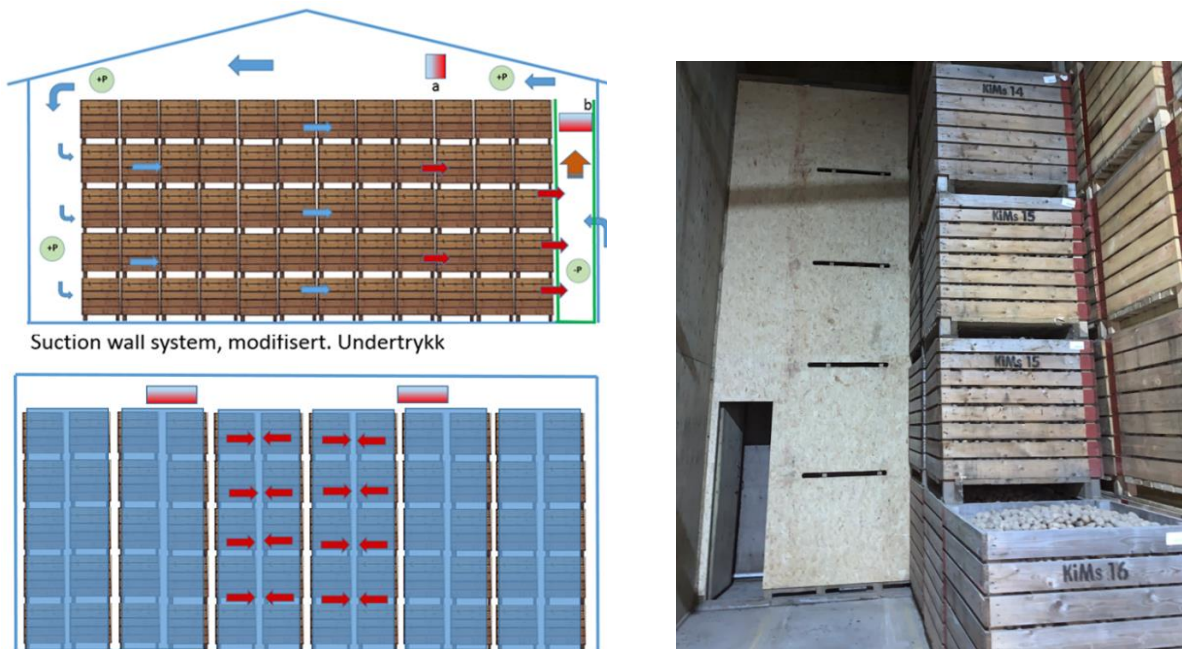


Figur 7: Prinsippkisse av luftstrømmene i Findus-lager

### Under-/overtrykks-lager

I undertrykkslager er det etablert en falsk bakvegg med gliper som passer inn med luftstrømmen mellom hver kasserekke. Bak veggen danner viftene et sug (undertrykk), som drar luften horisontalt gjennom kassene (Suction wall: Omnivent, Hotraco, Mooij). Samtidig plasseres presenninger eller "pølser" over to og to kasserekker, noe som fører til at luften som suges inn mellom rekkene snur 90° gjennom kassene og ut til kjøleaggregatet bak falskvegg. Det kreves egne kasser for denne type lager, da luften må kunne gå begge retninger mellom kassene (vist til venstre i figur 8, t.v).

I et overtrykkslager vil viftene skape et overtrykk bak en tilsvarende falskvegg, hvor luft presses ut gjennom gliper i veggen (letterbox) og ut mellom hver enkelt kasserad (Figur 8, til høyre).

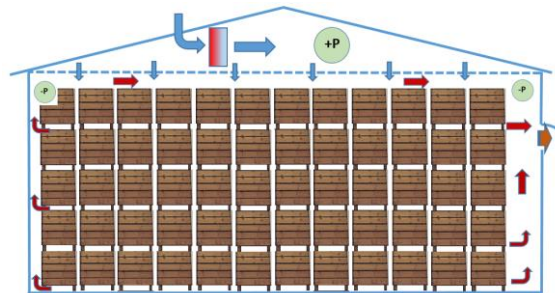


Figur 8: Undertrykkslager (t.v.) og overtrykkslager (t.h.)

### Græe-lager

En type lager som blir benyttet, men som ikke har blitt bygget mange av de siste årene er Græe-lager. Denne typen fungerer på noe av de samme prinsippene som Findus-lager hvor det ikke går luft mellom hver enkelt kasse. Kuldeaggregatet er plassert over et perforert tak. Det sentrale er at det ved bruk av

en vifte i veggen i lageret dannes et undertrykk i lageret som suger den kalde luften ned gjennom taket. På grunn av at den kalde lagerluften suges ut av lageret for å holde undertrykk, vil systemet bruke uforholdsmessig mye energi på å produsere ny kald luft i stedet for å sirkulere denne. Disse lagrene kan fungere i områder med normalt kalde vintre, men det er likevel utfordringer spesielt på høsten og våren.

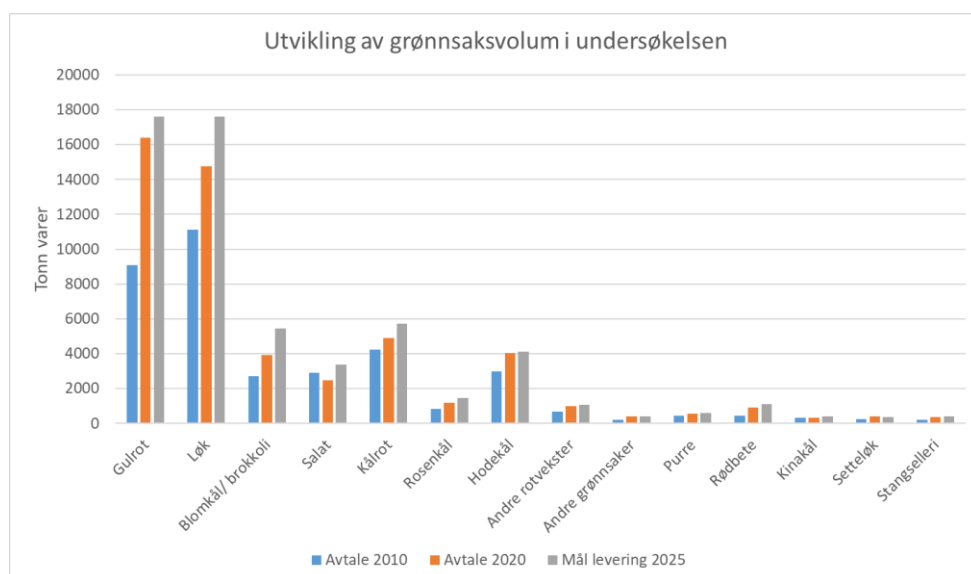


Figur 9: Prinsippkisse over Græe-lager, med undertrykk og kald luft som sildrer ned gjennom taket

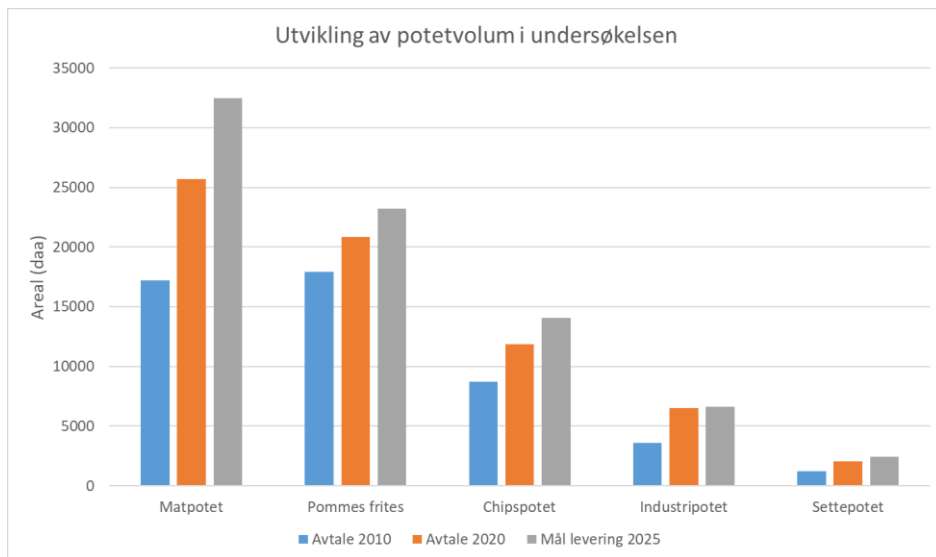
## Produsentundersøkelsen

### Leveringsavtaler – historie og prognoser

Tall fra SSB viser at produksjonen av norske grønnsaker har økt med ca 17% og arealet med 20% fra 2010 til 2020. Potetarealet har derimot hatt en nedgang. 2010 var potetarealet 132.000 daa. I 2020 var det 115.000 daa (tall L.dir). Produksjonen per produsent har økt. I 2010 var det 3105 potetprodusenter, i 2020 var det 1499. I gjennomsnitt har leveringsavtalene til produsentene som har svart på spørreundersøkelsen økt med 39% for poteter og 42% for grønnsaker fra 2010 til 2020. Dette gjenspeiler strukturendringene i jordbruket, med at det har blitt færre produsenter, men at de som produserer har fått vesentlig større produksjon. Undersøkelsen viser størst økning i leveringsavtalene for gulrot. Produsentene anslår at de ønsker/ kommer til å ha en økning på 16% i leveringsavtale på grønnsaker og 17% økning i potet fra 2020 til 2025. Utviklingen fordelt på grønnsakskulturer kan sees i Figur 10. Figur 11 viser utviklingen av potetvolum i undersøkelsen fordelt på ulike kulturer.



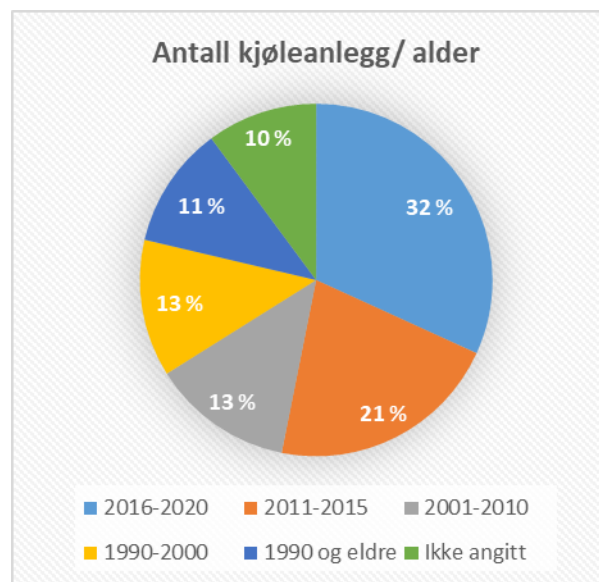
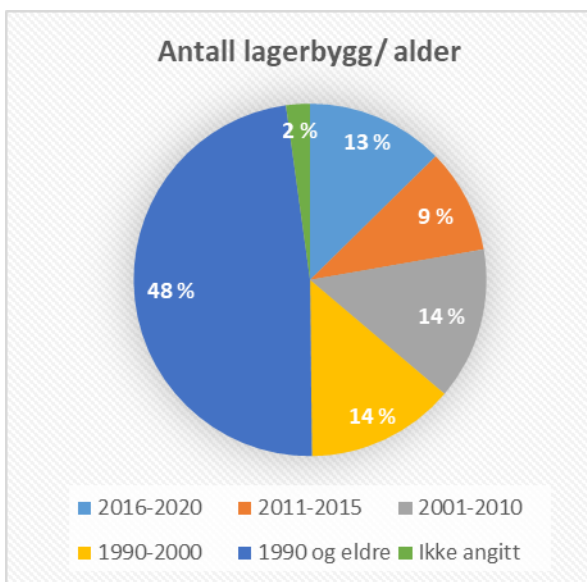
Figur 10: Utvikling av grønnsaksvolum fordelt på kultur registrert i undersøkelsen



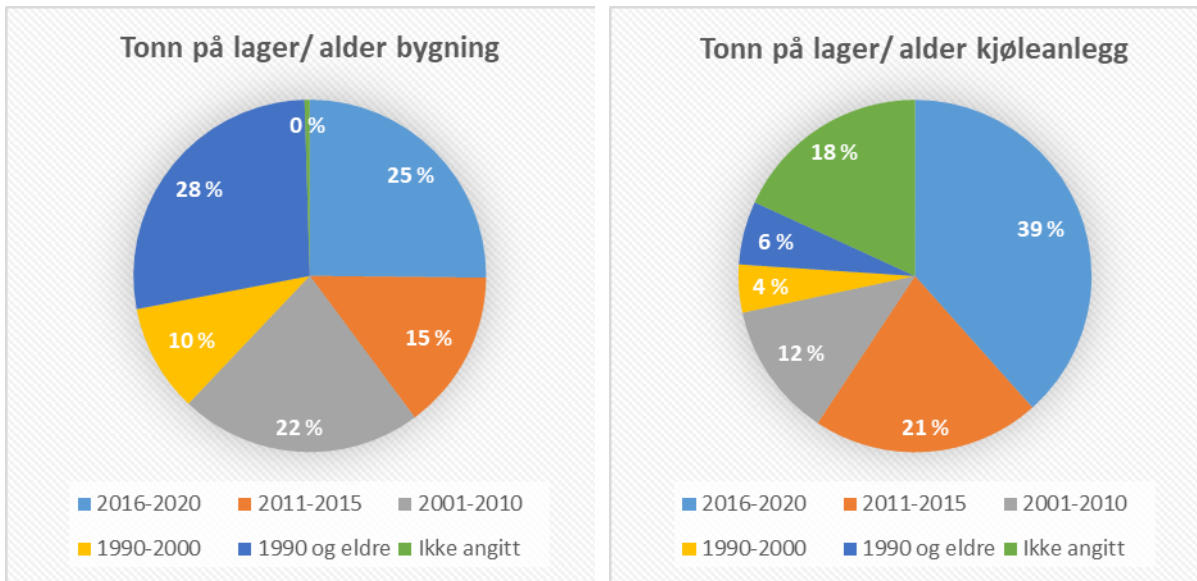
Figur 11: Utvikling av potetvolum registrert i undersøkelsen

### Lagrenes bygningsmessige alder – fordeling

Undersøkelsen viser at 48% av lagerbygningene er over 30 år gamle, mens 28% av varene lagres i disse gamle lagrene. Det er 132 lager (22%) som er bygd de siste 10 årene. 11% av lagrene har kjøleanlegg som er eldre enn 30 år, og 6% av varene lagres på lagre eldre enn 30 år. Mens 13% av bygningene er 1-5 år gamle lagres 25% av varene i disse lagrene. 32% av lagrene har kjøleanlegg som er 1-5 år. 39% av varene lagres på kjøleanlegg som er 1-5 år. Dette viser at det settes inn kjøleanlegg i de fleste nye lagerbygg og at størrelsen på lagrene som bygges har økt betraktelig de senere årene.



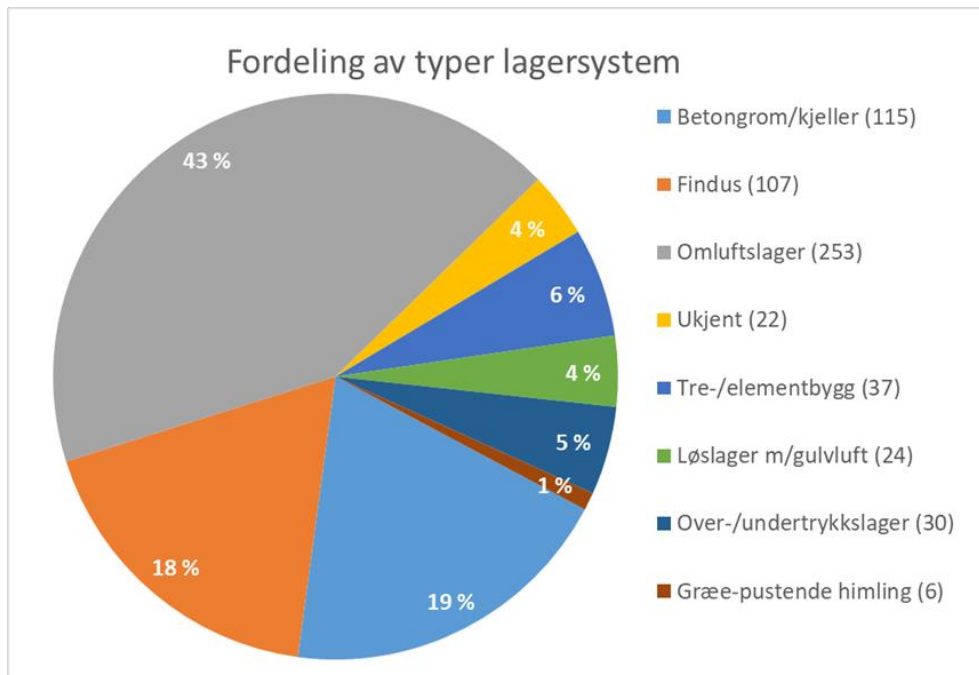




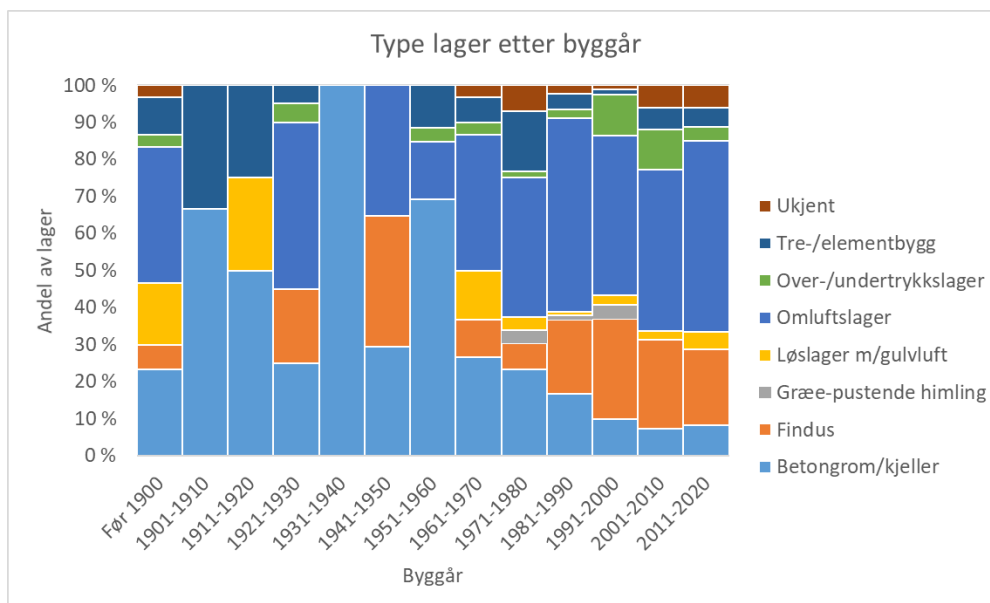
Figur 12: Lagerfordeling (antall og volum) etter alder (på bygg og kjøleanlegg).

### Ulike lagertyper - luftsirkulasjonsløsninger

Innledningsvis ble ulike lagertyper og luftsirkulasjonsløsninger presentert. Undersøkelsen viser at omluftslager dominerer (43%), etterfulgt av betongrom/kjellere (19%) og finduslager (18%). Det er i hovedsak potet og eventuelt lagring av grønnsaker i kortere perioder som skjer i betongrom og kjellere.



Figur 13: Prosentvis fordeling av ulike lagertyper

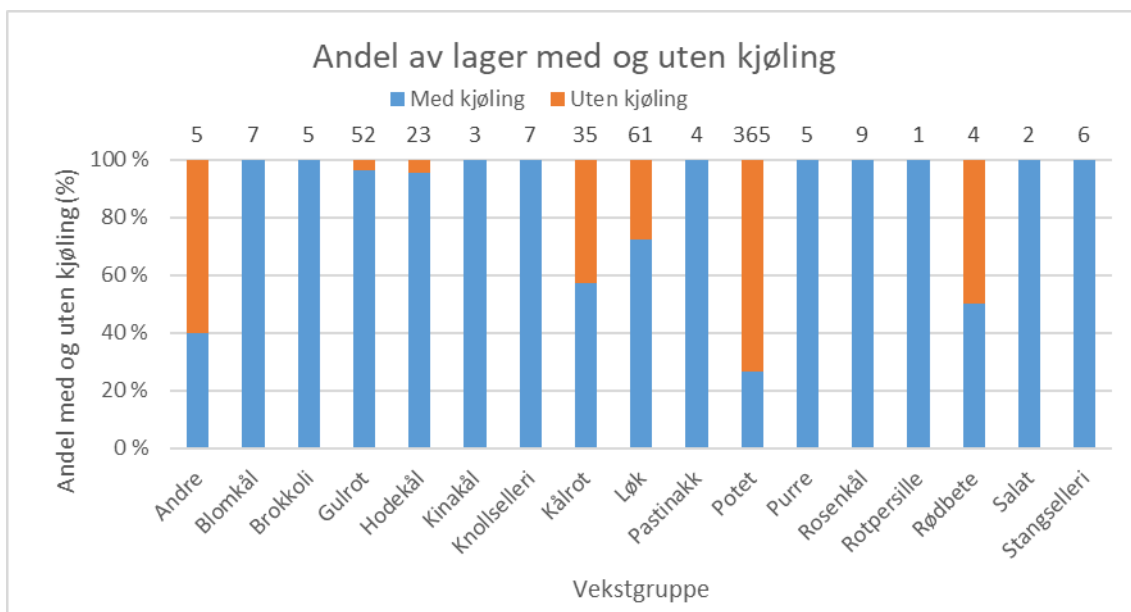


Figur 14: Type lager som funksjon av bygningsalder

Ved å sammenstille lagringstyper fordelt på bygningsalder, ser man at systemene har endret seg frem til i dag (vist i figur 15). Da det tidligere var vanlig med betongrom og kjellere, så er nå lagerbygninger med egne systemer for luft sirkulasjon mest vanlig. Omluftslager og Findus-lager har dominert de siste 50 årene, og øker i omfang. Man ser at både Omluftslager og Finduslager er etablert i bygninger fra tidlig 1900-tall, noe som sannsynligvis skyldes innvendig ombygning av lagrene til nye luftfordelingsløsninger.

#### Andel av lagre med kjøleanlegg

286 (48%) av lagrene i undersøkelsen har kjøleanlegg, mens de resterende 308 (52%) ikke har kjøleanlegg. Volumet som lagres med kjøling i undersøkelsen omfatter 59% (106 256 tonn). Figur 15 viser at det i hovedsak er potet, kålrot og løk som ikke har kjøling, og særlig gjelder dette i områder med kalde vintre. På grunn av mildere vintre oppleves et økende behov for å installere kjøleanlegg også i disse lagrene.

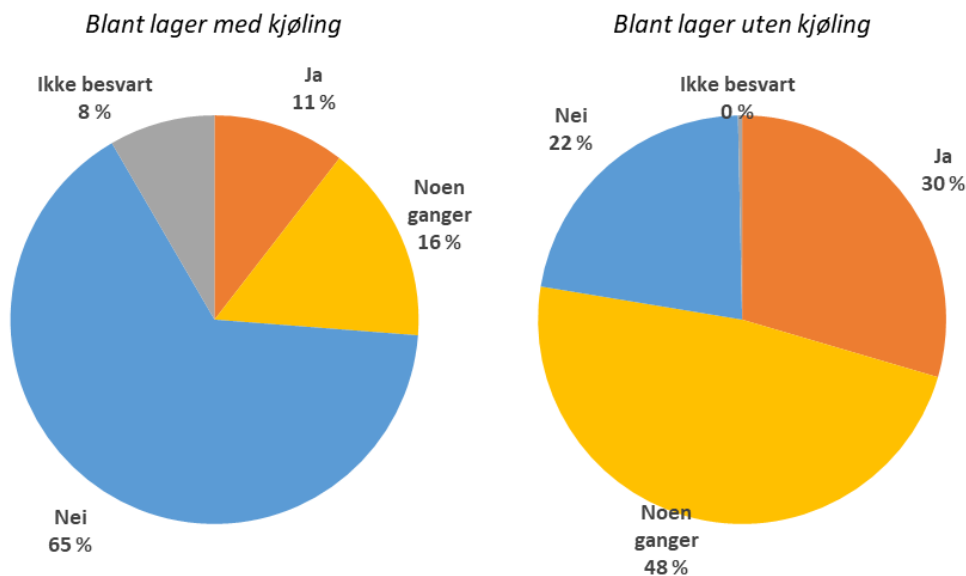


Figur 15: Oversikt over hvor stor andel av lagrene som har installert kjøleanlegg fordelt på vekstgruppe. Tallene over søylen indikerer antall lager i denne vekstgruppen.

### Utfordringer med temperatur

For å avdekke problemer relatert til kjølingen ble produsentene stilt spørsmålet "Er det utfordringer med å få ned temperaturen på lageret?" med svaralternativene Ja, Nei og Noen ganger. Svarene er vist i Figur 16.

#### Andel av lager som rapporterer utfordringer med å få ned temperaturen

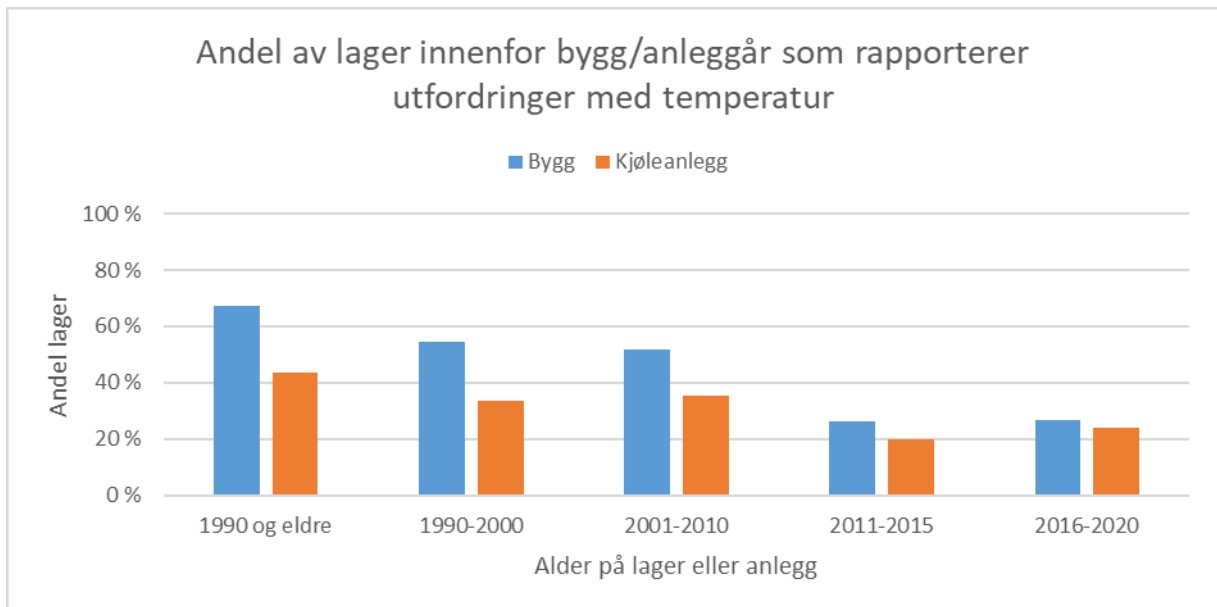


Figur 16: Svarandeler på spørsmål om temperaturutfordringer, gruppert etter lager med og uten kjøling

Blant de lagrene som har installert kjøleanlegg er det i underkant av 1/3-del som rapporterer om utfordringer ("Ja" og "Noen ganger") med å få ned temperaturen, mens blant de lagrene som ikke har kjøleanlegg er det nesten 80% som rapporterer utfordringer. Dette utgjør henholdsvis 16 160 og 54 365 tonn av varene. Blant de lagrene som ikke har installert kjøleanlegg er det i hovedsak potetlager som rapporterer om utfordringer (209 lager, 49 541 tonn). Fra lagrene som har kjøleanlegg er det i

hovedsak gulrot (18 lager, 8 056 tonn) og potet (21 lager, 4 103 tonn) som rapporterer om utfordringer med å få temperaturen ned på lageret.

Hvis vi betrakter alderen på lager og kjøleanlegg, og ser hvor stor andel innenfor hvert bygge/installasjons-år som rapporterer om utfordringer, får vi resultat som vist i Figur 17.



Figur 17: Andel av lagrene hvor det blir rapportert om utfordringer med temperatur innenfor segmentene alder på bygg og alder på kjøleanlegg.

67% av lagrene med byggeår tidligere enn 1990 rapporterer om utfordringer med temperaturen, mens det blant lagrene som er bygd de siste 5 årene er den tilsvarende andelen 27%. Den samme fallende trenden ser vi for alder på kjøleanlegg, der 44% av anlegg som er installert tidligere enn 1990 rapporterer om utfordringer sammenlignet med henholdsvis 20% og 24% for anlegg installert i henholdsvis 2011-2015 og 2016-2020. Det er ikke gjennomført en oppfølgingsstudie på eller årsaksanalyse på hva som er skyld i utfordringene, men det er påfallende at alder på både bygg og anlegg kan ha en innvirkning på kjølingens effektivitet.

## Kuldemedier

For de 286 lagrene med kjøleanlegg ble det etterspurt hvilken type kuldemedium som ble benyttet, hvorav 213 kunne besvare dette. De aktuelle kuldemediene som produsentene kunne velge fra svarmenyen er listet i Tabell 2 med GWP-verdier.

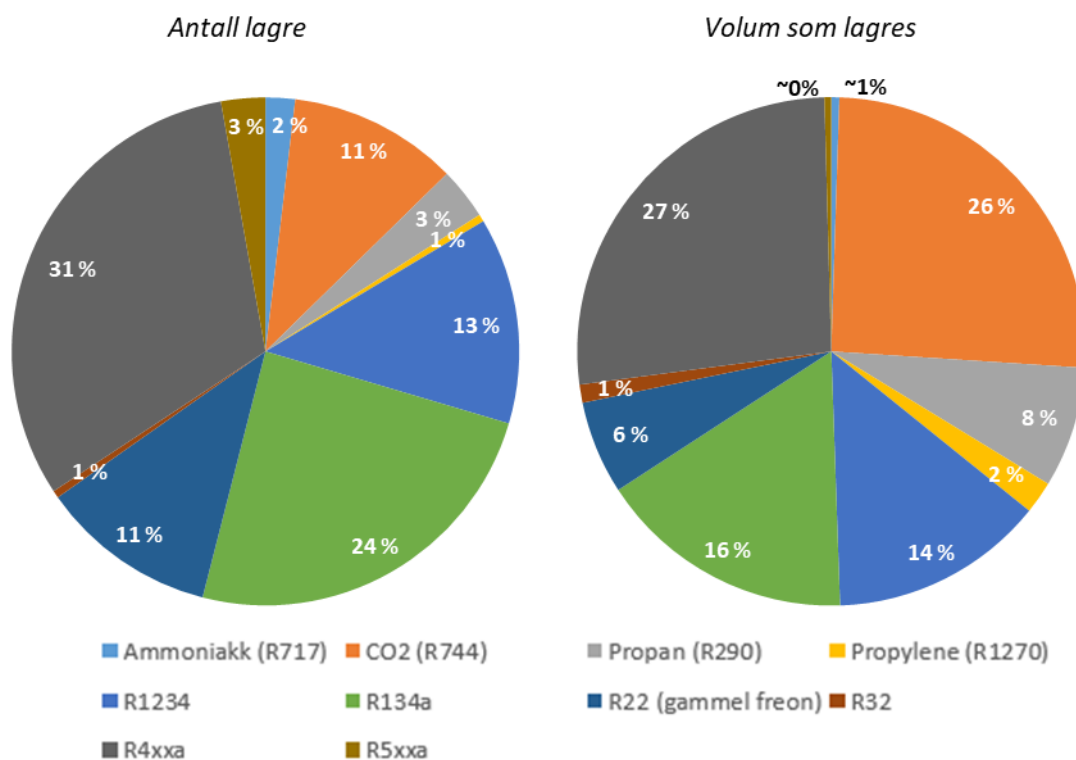
Det utvalget på 213 som svarte, utgjorde et totalvolum på 72 539 tonn, og fordelingen av antall anlegg etter kuldemedium og hvor stor andel av totalvolumet hvert kuldemedium utgjør kan sees i Figur 18.

Tabell 2: Liste over kuldemedier oppgitt i undersøkelsen med GWP-verdier.

Klasse	Type	GWP
HFK	R4xxa	2088 – 3922
	R5xxa	3985 – 13214
	R134a	1430
	R32	675
Naturlige	CO2	1
	Ammoniakk (R717)	0
Hydrokarbon	Propan (R290)	3
	Propylen (R1270)	3,1
HFO	R1234	4 – 5
HKFK	R22 <sup>1</sup>	1810

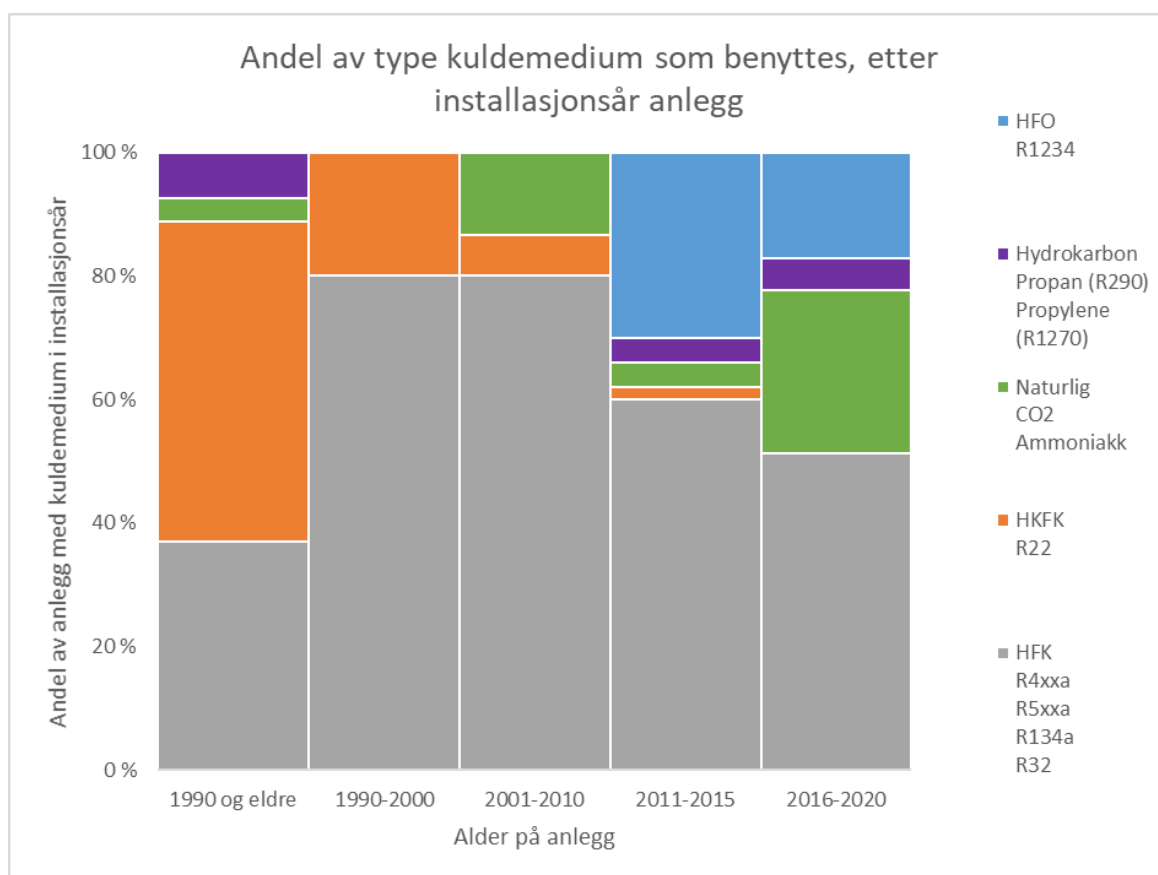
<sup>1</sup> Merk at R22 er eneste medium som har ODP > 0 (= skadelig for ozon-laget) og ble utfaset i Norge i 2015.

### Fordeling av kuldemedier blant lagre i undersøkelsen



Figur 18: Fordeling av kuldemedier blant lagre i undersøkelsen, fordelt på antall og volum som lagres.

HFK-mediene i R400-familien og R134a utgjør den største andelen av lagre med til sammen 55%, mens målt i andel av totalvolumet det dekker utgjør det 43%, som vitner til at det er mange, men ikke store lagre. Det er fortsatt relativt mange lagre (11%) med det utfasede kuldemediet R22 (gammelt freon), det utgjør bare 6% av volumet. For CO2 sin del utgjør det bare 11% av lagrene, men dekker 26% av det totale volumet. Det samme ser man til dels med den nye klassen av kuldemedier HFO (R1234) og hydrokarbonene, som dekker en større andel av volumet enn hva andelen av lager skulle tilsi. En forklaring på dette er at nybygde lagre har økt i størrelse og at det er en dreining i valg av kuldemedier bort fra HFK, og over til naturlige kjølemedier, hydrokarboner og HFO. I Figur 19 ser man tydelig denne trenden ved å betrakte installasjonsår for kjøleanlegget, og valg av kuldemedium.



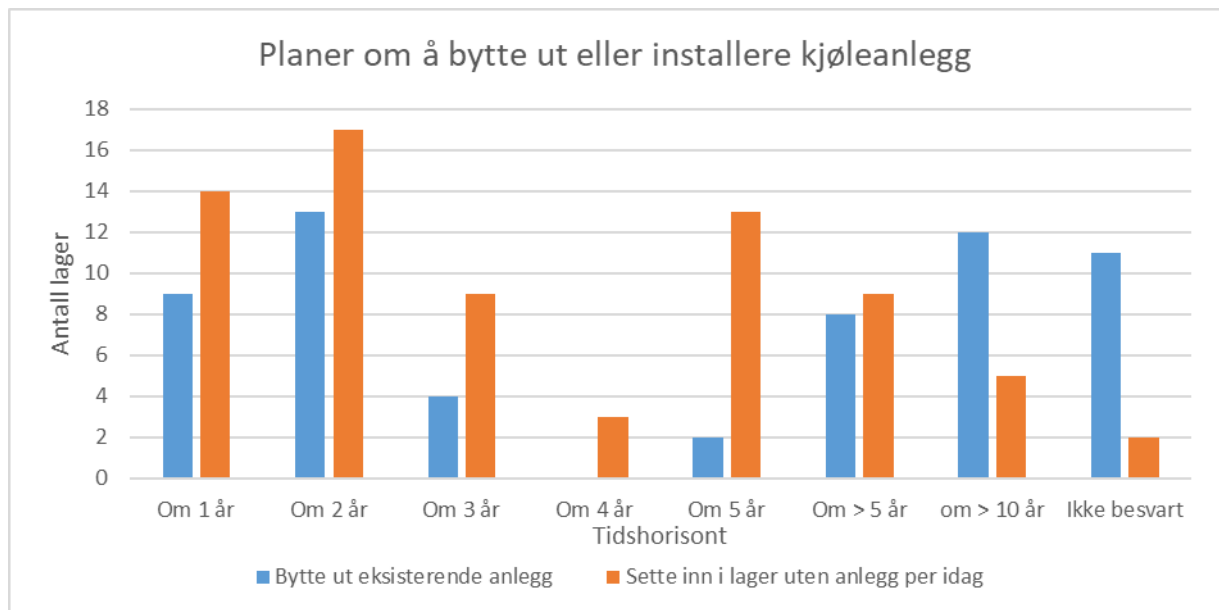
Figur 19: Hvilke kuldemedier som er benyttet etter installasjonsår på kjøleanlegg.

Figuren viser at var HKFK-mediene var dominerende før 1990. Da kom HFK-mediene inn på markedet i større grad, som et resultat av utfasingen av ozon-skadelige medier. De siste 10-15 årene har det vært rettet et stadig større søkelys på klimagassutslipp, og medier med høy GWP er i ferd med å bli utfaset. Som erstatning for disse benyttes naturlige kuldemedier, hydrokarboner og HFO i større grad. Disse trendene gjenspeiles i denne undersøkelsen. Den vektete GWP'en for norske grønnsaklager, beregnet med snittverdier for GWP for de ulike kuldemediegruppene og antall lager i undersøkelsen som besvarte type kuldemedier, er 1521.

Undersøkelsen avslører at det er en god del av kjøleanleggene som er installert med glykol som kuldebærer, dvs. en sekundærkrets som varmeveksler mot et kompakt kjøleanlegg med liten kuldemedium-krets. I disse tilfellene kan kostnaden ved å oppgradere kuldeanlegg holdes noe nede da sekundærkrets med fordampere ikke nødvendigvis trenger å byttes ut.

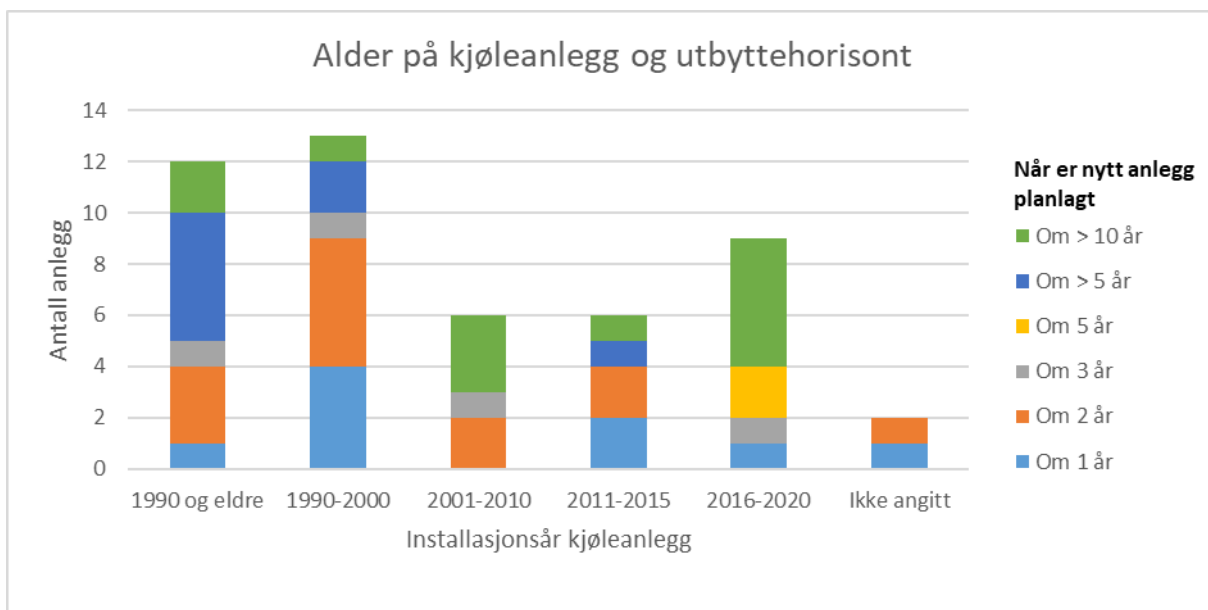
## Planer om å bytte kjøleanlegg

I dette kapitlet presenteres data fra undersøkelsen som ikke inkluderer datagrunnlaget som stammer fra Optirot-prosjektet, fordi det ikke eksisterer informasjon om investeringsplanene for disse lagrene. Videre er det skilt på følgende to grupper: 1) av dem som har installert kjøleanlegg per i dag (268 stk), hvem har planer om å bytte ut kuldesystemet og 2) av dem som ikke har kjøleanlegg per i dag (308 stk), hvem har planer om å installere kjøleanlegg? For de respektive gruppene var det aller flest som svarte nei på disse spørsmålene, henholdsvis 209 stk. (78%) og 236 stk. (77%). For de resterende vises besvarelsene i Figur 20.



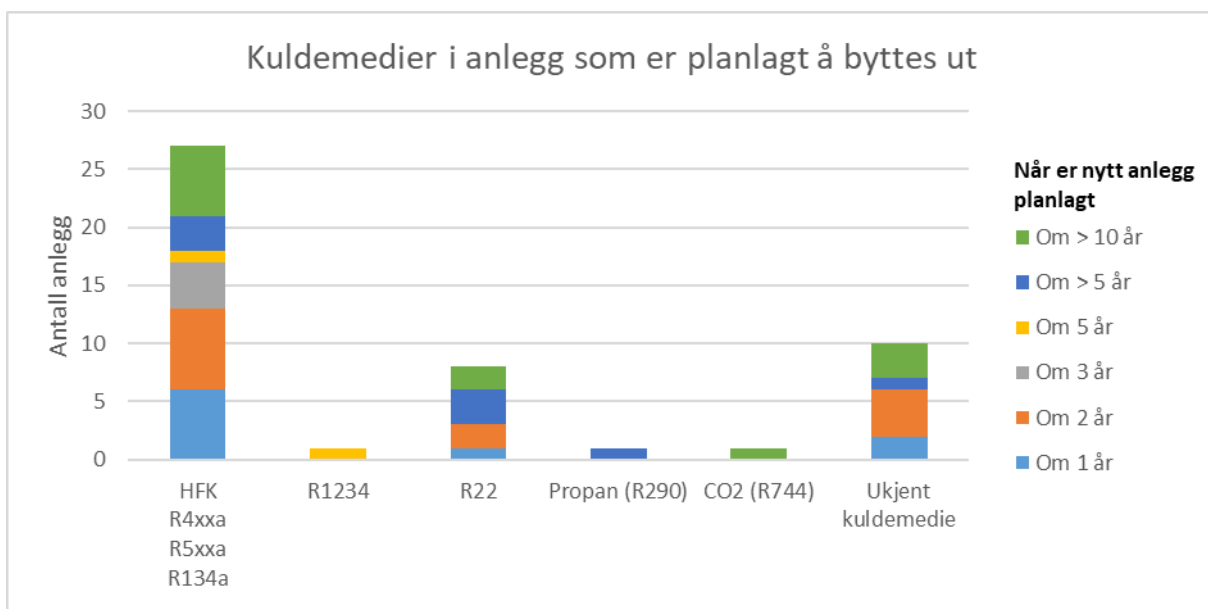
Figur 20: Oversikt over om det er planer om å bytte ut eksisterende kjøleanlegg eller installere kjøleanlegg i lager uten kjøling per i dag, fordelt på planlagt tid for investering.

Det er totalt 48 lager med kjøleanlegg per i dag hvor det er planlagt å bytte ut kjøleanlegget (blå søyler), hvorav de fleste oppgir at dette skal skje de nærmeste 2 årene eller om > 5 (og >10) år. Av disse 48 er det 21 som har oppgitt at det er utfordringer med å få ned temperaturen i disse lagrene. Blant de lager som ikke har kjøleanlegg installert per i dag, er det 70 stk. som oppgir at de planlegger investering, med den samme fordeling på tidshorisont som den andre gruppen. Av disse 70 er det 60 stk. som samtidig har rapportert utfordringer med å få ned temperaturen i lagrene.



Figur 21: Alder på kjøleanlegg som er planlagt byttet ut, med tidshorisont for nytt anlegg.

Figur 21 viser alderen på eksisterende kjøleanlegg hvor eier av lageret har planer om å installere nytt anlegg, samt når utbyggingen er planlagt. Alder på kjøleanlegget har åpenbart en innflytelse på denne avgjørelsen, noe som også kommer frem i figuren. Det er vist at 25 av de 48 anleggene som skal oppgraderes er 20 år eller eldre, og samtidig ser vi at det er kort utbyggingshorisont på de fleste av dem. Av disse er 15 anlegg planlagt byttet innen de neste 3 årene. Samtidig viser figuren at lagereiere med relativt nye anlegg (installert siste 5 år) planlegger utbygging av disse, men da med lengre tidshorisont (5-10 år eller mer).



Figur 22: Kuldemedium som er benyttet i kjøleanlegg som er planlagt byttet ut.

Figur 22 viser hvilke kuldemedier som benyttes blant den gruppen som har tenkt å bytte ut eksisterende kjøleanlegg, og viser en kraftig overvekt av anlegg med HFK-medier (samlet: 27 anlegg) og R22. For sistnevnte medium burde tallet ha vært enda høyere. R22 er et kuldemedium som ble utfaset i 2015 og kan ikke etterfylles lovlig fordi det er et medium som er svært skadelig for ozon-laget. Det er avdekket totalt 24 R22-anlegg i drift i denne undersøkelsen, hvorav 8 sier de har planer om



utbygging, hele 13 sier at de ikke har planer og resterende har ikke besvart. I forhold til tidshorisont ser vi at mange av lagereierne med HFK-anlegg (17 lager) planlegger denne oppgraderingen innen de neste 3 årene. Undersøkelsen sier ikke noe om hvilket kuldemedium produsentene ønsker å benytte i et nytt kjøleanlegg, men det faller naturlig å anta det følger trenden som beskrevet i Figur 19 med valg av naturlige kuldemedier, hydrokarboner eller HFO.

### Utlufting av CO<sub>2</sub> og tilsetning av fukt i lagerluft

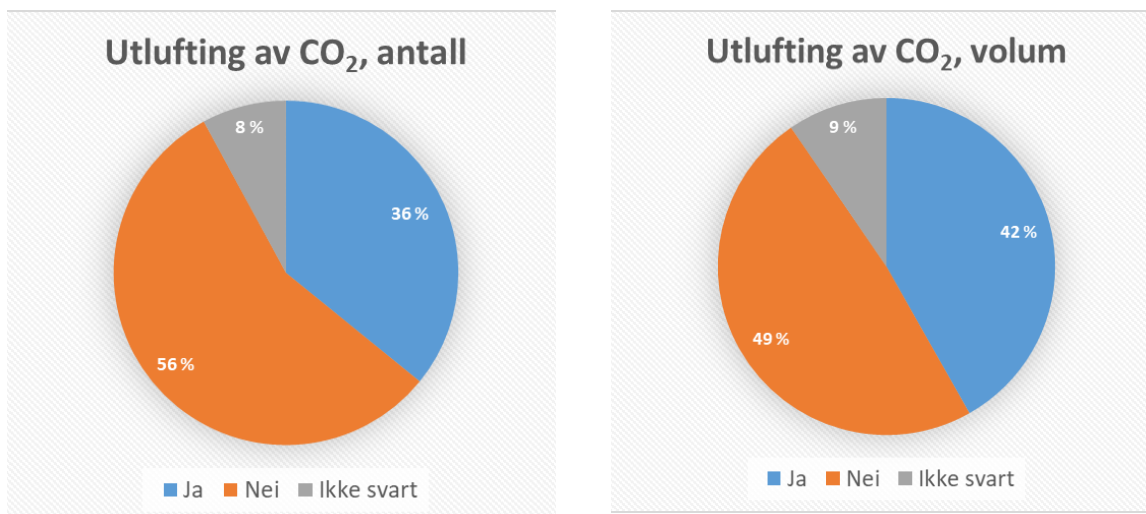
Høy konsentrasjon av CO<sub>2</sub> og lav fuktighet i lagerluften vil påvirke holdbarhet og kvalitet på produktene. Relativ fuktighet i et kjølelager kan påvirkes av flere faktorer, og vil kunne skape utfordringer med uttørking. Dette gjelder spesielt i områder av landet med høyere gjennomsnittlige vinter-temperaturer, som bl.a. ved kysten.

Det er i hovedsak to systemer (foruten våte duker og spraying på gulv) som benyttes til oppfukning av grønnsaklager, og man vil kunne øke relativ fuktighet opp til 95-99% i lageret.

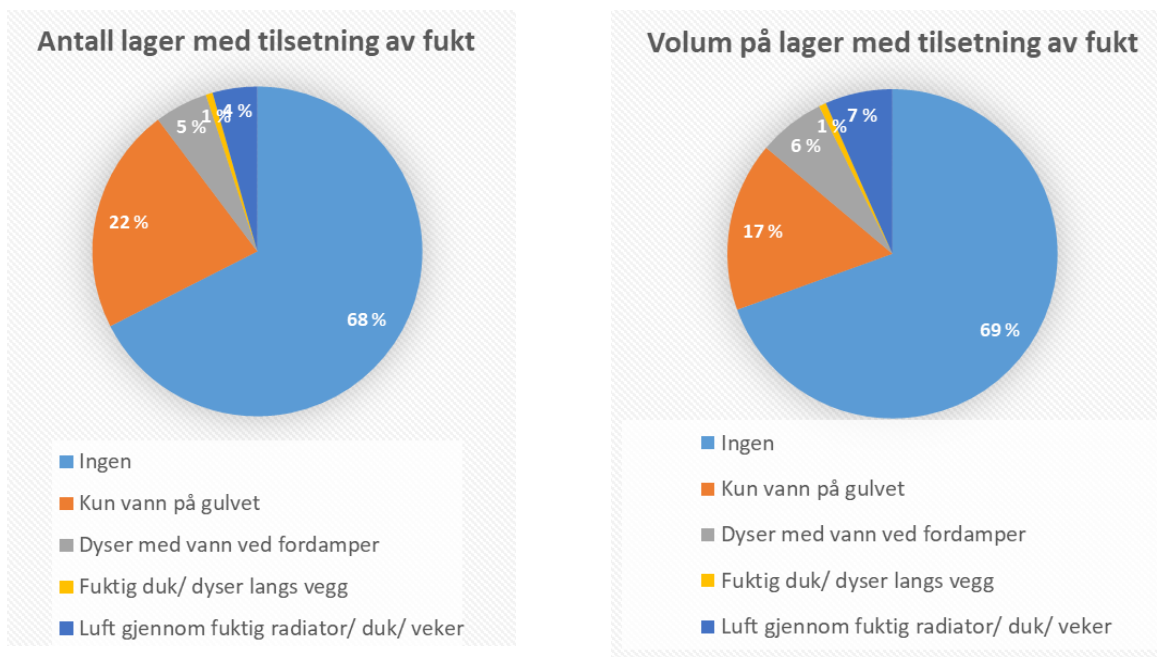
- Installasjon av kassetter med mange membraner som suger opp fuktighet. En vifte blåser luft gjennom kassetten, og luften absorberer fuktighet fra membranene.
- Dyser plassert i luftkanalene, hvor vann forstøves og følger lagerluften som blåses forbi og inn i lageret.



Figur 23: Ulike måter å oppfukke lagerluft: Oppfukning av membrankassett med vifte (t.v.), og tåke/dysespredning (t.h.)



Figur 24: Andel lager som har løsninger for utskifting av lagerluft for reduksjon av CO<sub>2</sub>-konsentrasjon (t.v.), med tilsvarende volum-andel av produkt på slike lager (t.h.).



Figur 25: Andel lager som har tekniske løsninger for oppfukning av lagerluft (t.v.), med tilsvarende volum-andel av produkt

Undersøkelsen viser at 68% av volumet er lagret på lager uten oppfukning. Det er vanskelig å anslå hvor stor andel av disse lagrene som taper vekt og kvalitet pga. dette, men det er ut fra målinger både på grønnsak- og potetlager vist at en betydelig andel burde ha høyere fuktighet i lagerluften. Avhengig av type oppfukningsløsning og styringssystemer, vil en investering på 5-50.000 pr lager være fornuftig.

Høy konsentrasjon av respirasjonsgassen CO<sub>2</sub> vil også påvirke holdbarhet og kvalitet. Mange lager har ikke løsninger for utlufting av CO<sub>2</sub> (56%), og en optimal etter-installering vil innebære installasjon av elektrisk spjeld som styres av CO<sub>2</sub>-følere. Enklere installeringer som vifter og avtrekk kan også hjelpe. Dette kan i de fleste tilfeller gjøres uten store kostnader.

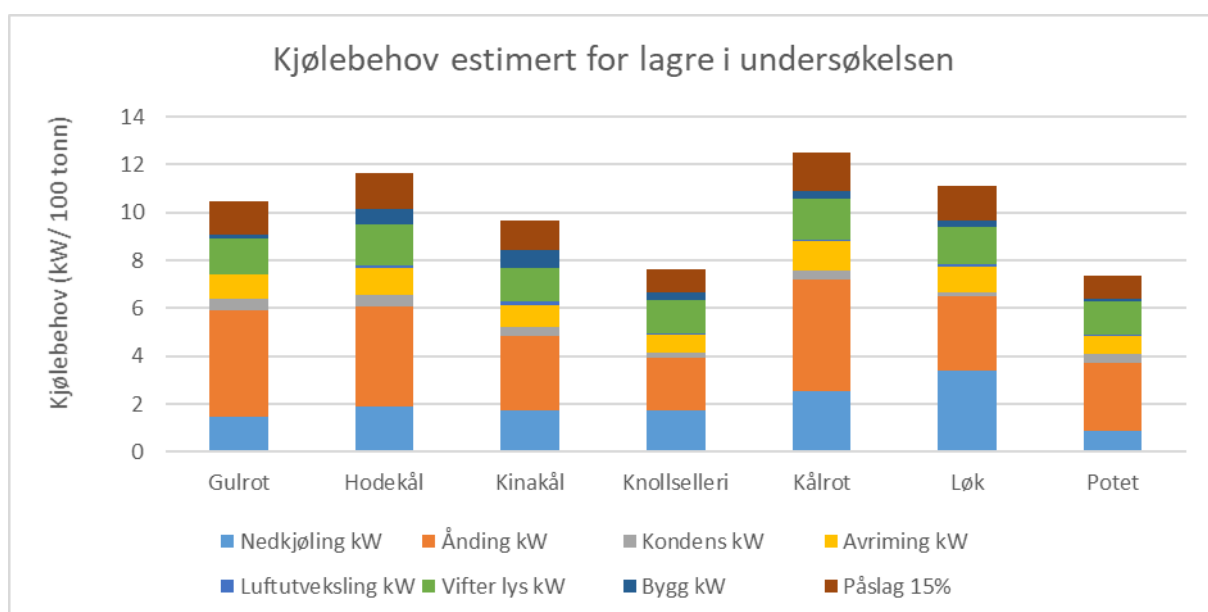
### Beregning av kuldebehov til de enkelte lagrene i undersøkelsen

Det er interessant å sammenlikne de enkelte kjøleanleggenes oppgitte kapasitet med det kjølebehovet som beregningsmodellen gir. Det ble valgt ut de produktgruppene som legges inn på lager om høsten for langtidslagring. Lagerets størrelse, produkt som lagres og nærmeste værstasjon ble plukket fra de innhentede dataene. Begynnende høstetid og antall dager å fylle lageret ble definert for hvert produkt. For potet ble det regnet en sårhelingsperiode med utetemperatur fram til 15. oktober, før hele lageret ble kjølt ned til 4 °C i løpet av de neste 30 dagene. For løk ble det regnet med at tørkeperioden skulle være ferdig ca. 1. oktober, for så å kjøle sakte med uteluft fram til 15. oktober, og senke temperaturen ned til 0-1 °C innen 1. november ved hjelp av kjøling.

Figur 26 viser resultatene fra beregningsmodellen sortert på vekstgruppe. Verdiene er gjennomsnittlige basert på lagrene fra undersøkelsen.

Tabell 3: Benyttede innhøstingsdata i beregningsmodell for kjølebehov

Produkt	Start dato	Ant. dager innlegging	Ant. dager nedkjøling
Gulrot	15. sep	30	30
Løk	15. okt	1	15
Knollselleri	01. okt	30	15
Kålrot	15. sep	30	15
Potet	15. okt	1	30
Hodekål	01. okt	10	10
Kinakål	01. okt	10	10
Stangselleri	01. okt	10	10

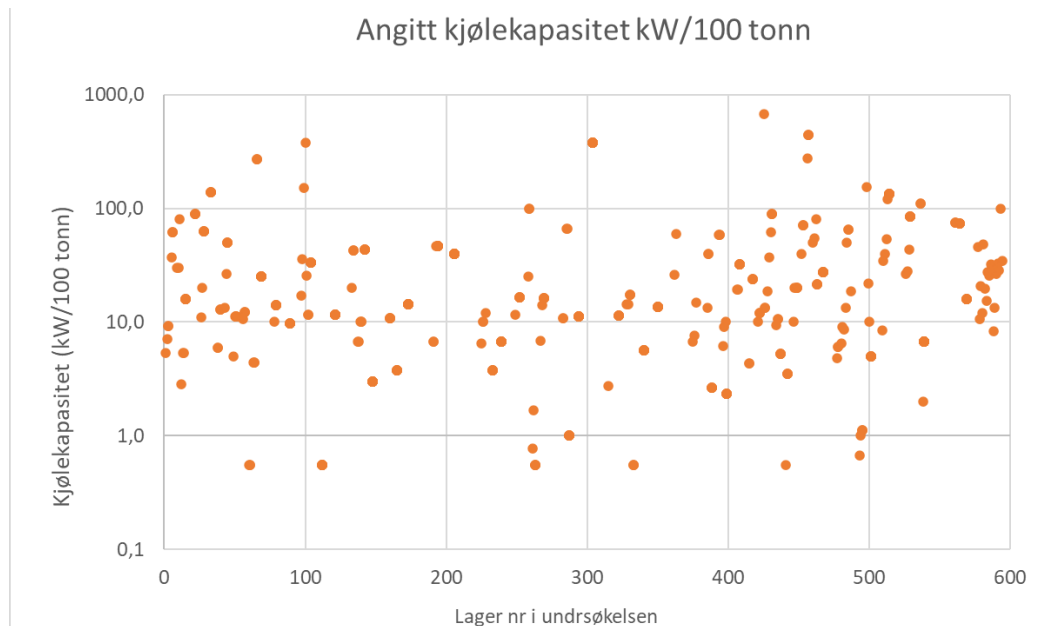


Figur 26: Estimert gjennomsnittlig beregnet kjølebehov i kW/100 tonn vare for lagrene i undersøkelsen

### Kapasitet på installerte kjøleanlegg

Tallmaterialet for oppgitt kjølekapasitet er stort, men det er samtidig noen åpenbare feilopplysninger. Oppgitt kuldekapasitet pr 100 tonn vare på lager varierer fra 0,6 kW til over 675 kW. Å følge opp for å få inn riktige verdier for kapasitet er for krevende til at det er realistisk å gjennomføre, da dette er et tall som vanligvis verken er oppgitt på fordampere eller kompressoren. Effekten som tas ut vil være avhengig av begge disse og hvordan de blir styrt.

Produsentene ble spurt om å angi lagervolum og kjølekapasitet på anleggene i sine lagre. Med bakgrunn i dette er det beregnet spesifikk kjølekapasitet per 100 tonn vare. Figur 27 viser et plott over alle lager som hadde oppgitt både kjølekapasitet og volum (184 lager). Det er svært viktig med økt kunnskap og bevisstgjøring rundt kjølekapasitet når nye anlegg skal bygges og kjøleanlegg skal byttes ut.



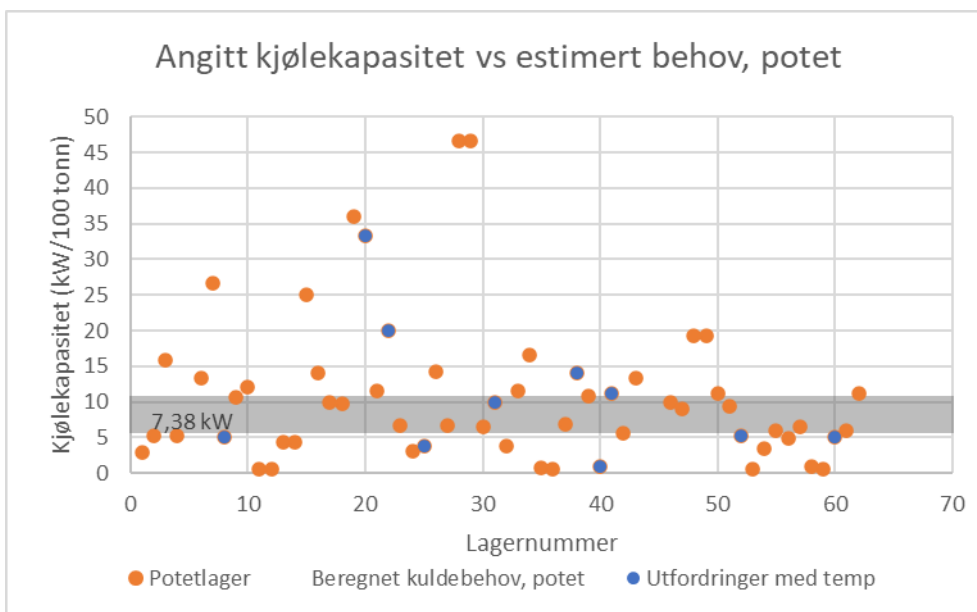
Figur 27: Plott som viser den angitte kjølekapasiteten for alle lager i undersøkelsen

Merk at y-aksen er logaritmisk for å kunne tyde variasjonen i plottet, som er veldig stor. Laveste og høyeste verdi er beregnet til 0,6 og 675 kW/100 tonn, en enorm forskjell, som tyder på at data-grunnlaget inneholder flere feilaktige verdier. Normalt vil kapasitetsbehovet være 6–20 kW/100 tonn vare. For å tydeliggjøre forskjellene oppgitt og beregnet kuldekapasitet, har vi betraktet vekstgruppene potet, løk og andre grønnsaker for seg i de påfølgende plottene, og gjort et utvalg basert på skjønn for å gi et sannferdig bilde av den virkelige kjølekapasiteten. Utvalget begrenser seg til 0-50 kW/100 tonn.

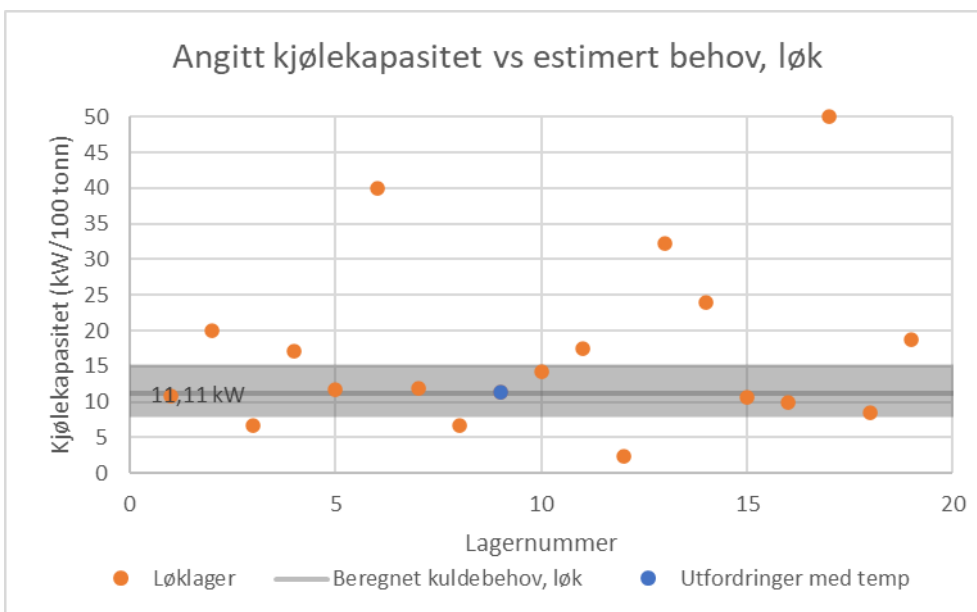
De blå punktene i plottene under viser de lager som har oppgitt at de har utfordringer med å holde temperaturen ned på ønsket nivå. Man ser at enkelte blå punkter viser en oppgitt kuldekapasitet langt over det som er beregnet nødvendig. Årsaken til dette kan være feil svar i undersøkelsen, at noen kuldesystemer ikke fungerer optimalt og dermed ikke leverer oppgitt effekt, eller at store mengder varmt produkt settes inn på lager i løpet av en relativt kort tid.

Figur 28 viser angitt kjølekapasitet for potetlagrene hvor variasjonen er fra 0,6 til 75 kW/100 tonn potet på lager. Punkter over 50 kW/100 tonn er ansett som feil og utelatt i figuren. Det beregnede kjølebehovet for potetlagrene i denne undersøkelsen ligger i snitt på 7,38 kW/100 tonn.

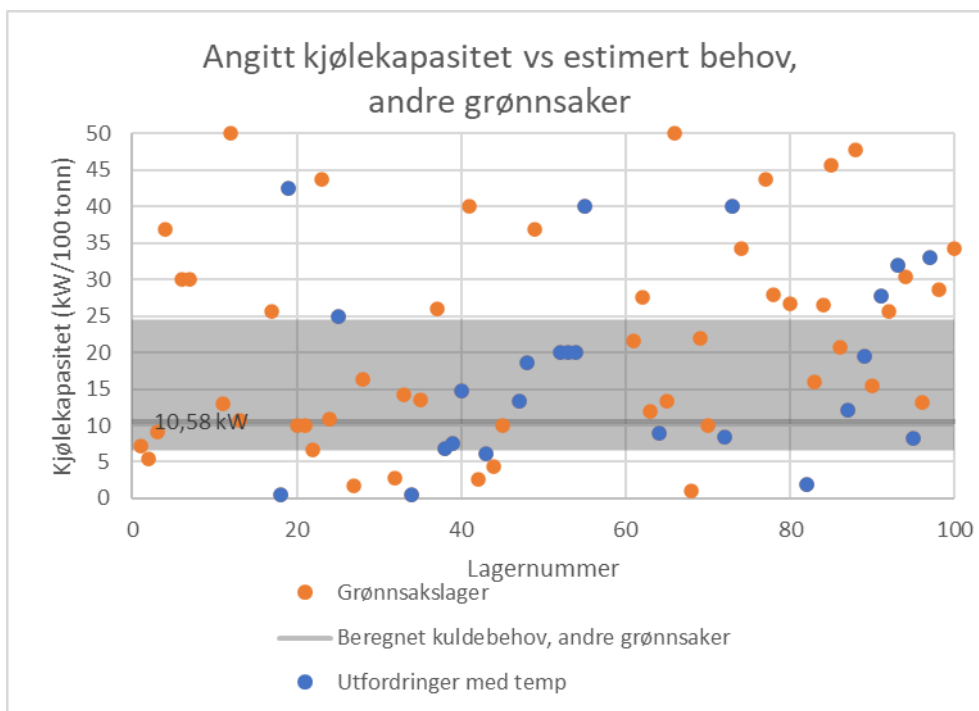
Figur 29 viser oppgitt kjølekapasitet for lagrene med løk, og også her er det en stor variasjon fra lageret med lavest til høyest kapasitet, 2,3 til 155 kW/100 tonn. Snittbehovet er beregnet til 11,11 kW. Punkter over 50kW/100 tonn er ansett som feil og utelatt i figuren.



Figur 28: Angitt kjølekapasitet for potetlager som har besvart undersøkelsen, samt estimert beregning av kjølebehov i potetlager (gjennomsnitt med maksimums-minimumsbånd)



Figur 29: Angitt kjølekapasitet for løklager som har besvart undersøkelsen, samt estimert beregning av kjølebehov i løklager (gjennomsnitt med maksimums-minimumsbånd)



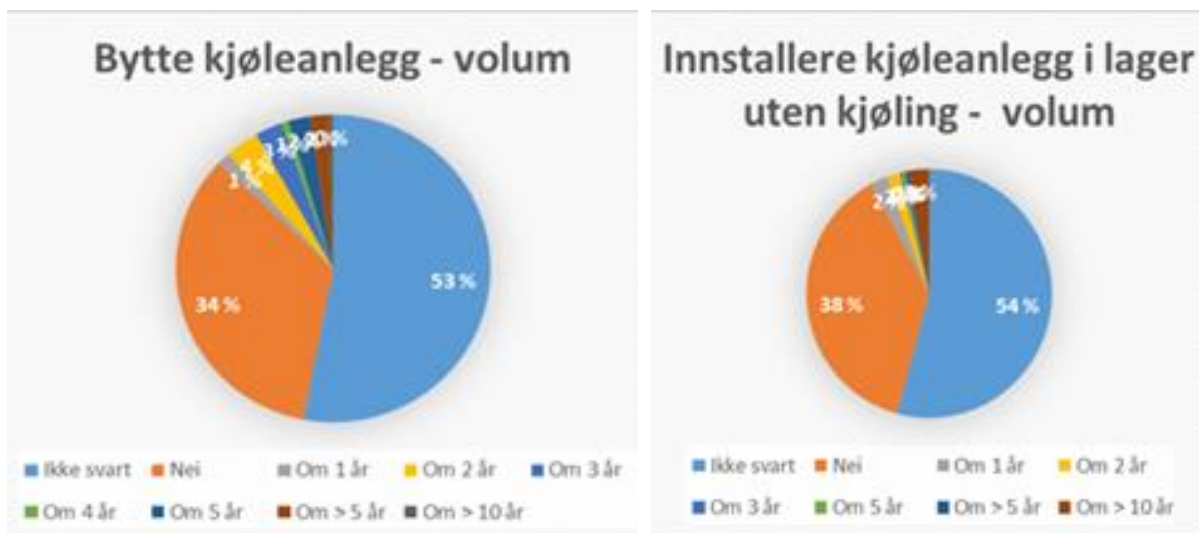
Figur 30: Angitt kjølekapasitet for andre lager enn løk- og potet som har besvart undersøkelsen, samt estimert beregning av kjølebehov i lager (gjennomsnitt med maksimums-minimumsbånd)

For alle andre grønnsaker som er representert i undersøkelsen, ser den oppgitte kjølekapasiteten ut som i Figur 30. Variasjonen i angitt kapasitet ligger mellom 0,6 og 67,5 kW/100 tonn, med beregnet snittbehov på 10,58 kW/100 tonn. Punkter over 50 kW/100 tonn er ansett som feil og utelatt i figuren.

Den store variasjonen i oppgitt kjølekapasitet, og med avvik fra prosjektgruppens beregnede behov, kan indikere varierende og manglende kunnskap om kjøleteknikk blant produsentene. Til dels vil variasjonen også kunne forklares med ulike modeller for beregning av kjølekapasitet fra de ulike leverandørene av kjøleutstyr. Det er en kjent utfordring at enkelte kuldeleverandører overdimensjonerer kuldeanlegget for å være på den sikre siden. Dette medfører økt investeringskostnad, og kan gi et mindre energieffektivt kundesystem. Selv om en god del lager har tilstrekkelig med kuldekapasitet og kontroll på lufttemperaturen, så er det mange som har utfordringer. Det er viktig at det ved installering av nye kundesystemer dimensjoneres riktig for å sikre tilstrekkelig kuldekapasitet og energieffektive systemer.

### Planer om investeringer i eksisterende lagre

Under halvparten av produsentene har svart på om de har planer om å bytte kjøleanlegg i eksisterende lager eller sette inn kjøleanlegg i eksisterende lager som ikke har kjøling i dag. Kun 13% angir at de kommer til å bytte kjøleanlegg og kun 8% angir at de ønsker å sette inn kjøleanlegg i lager som ikke har kjøleanlegg i dag. Kostnadene er estimert til 51 mill kr i bytting av kjøleanlegg og 22 mill kr i nyinstallering av kjøleanlegg i eksisterende lager for hele landet i løpet 2021-2025.



Figur 31: Planer om å bytte eller installere kjøleanlegg, målt i volum over tid

### Planer om investeringer i nye lagerbygg og kjøleanlegg

For beregning av kuldebehov vises til vedlegg A. For beregning av kostnad med kjøleanlegg og lagerbygg vises til vedlegg B.

Totalt for 2021 er det samlede investeringsbehovet i undersøkelsen, inkludert oppgraderinger, beregnet til 53 mill kr. For 2021 til 2025 er investeringsplanene beregnet til 183 mill kr. Planene er størst for 2021, og foreløpig avtakende for de kommende åra. At angitt investeringsbehov er avtakende er naturlig fordi planer er mest konkrete for hendelser som er nært forestående. Se vedlegg B for hvordan kostnadsberegningene er utført.

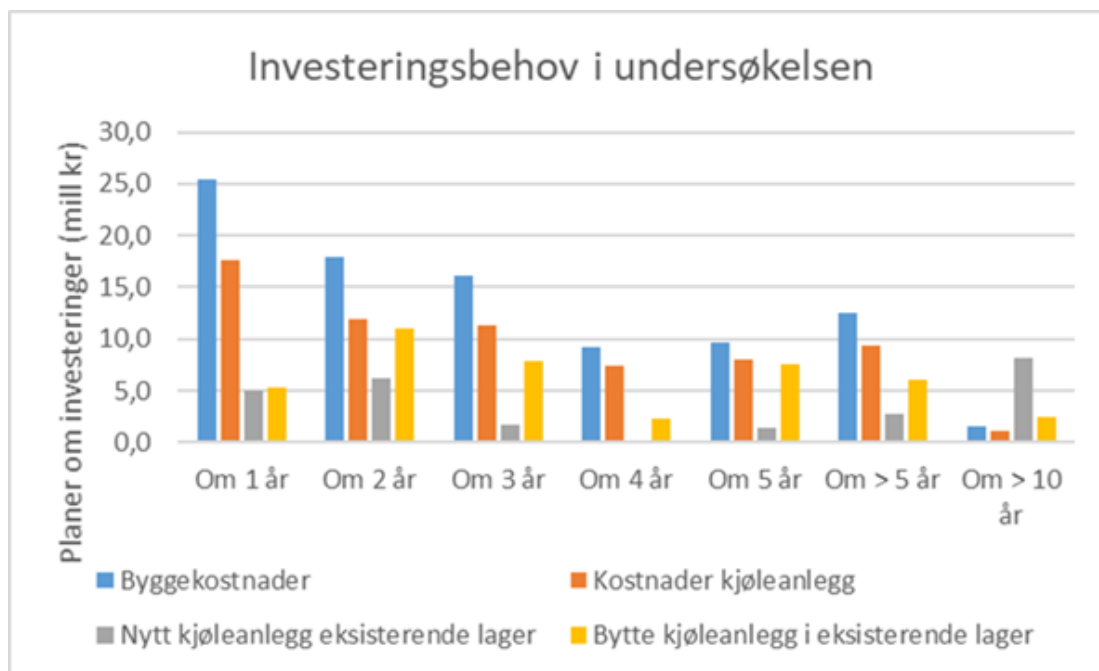
Gitt at utvalget på 37% av varevolumet er representativt, er de samlede planlagte investeringene estimert til 144 mill kr for 2021 og 493 mill kr for perioden 2021-2025. Det må tas høyde for en overestimering, da det ikke kan utelukkes de mest investeringsvillige produsentene kan være noe overrepresentert i undersøkelsen.

Tabell 4: Beregnede planlagte investeringer fra undersøkelsen.

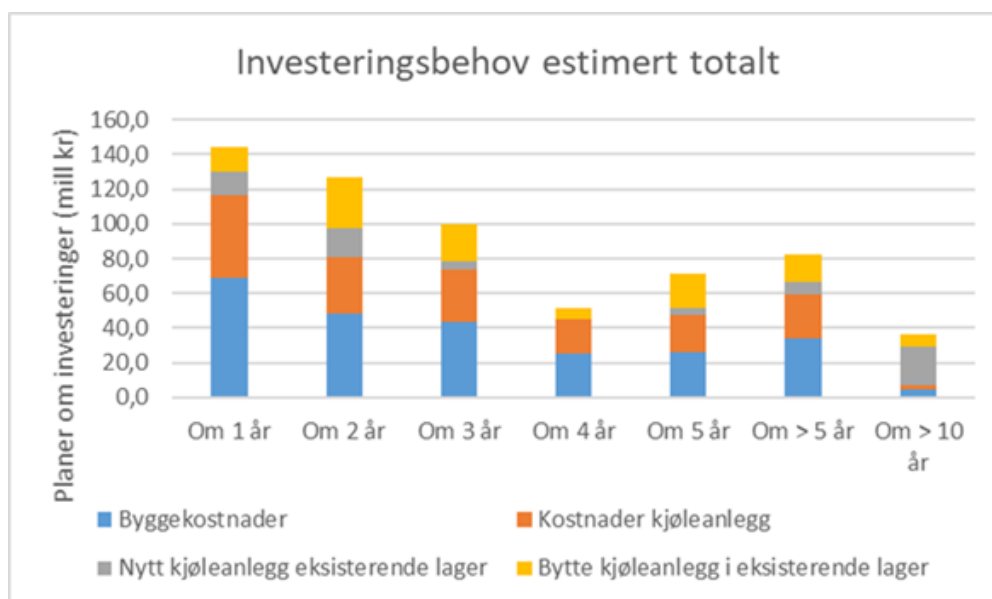
Investeringsbehov	Byggekostnader	Kostnader kjøleanlegg	kjøleanlegg eksisterende	kjøleanlegg i eksisterende	Sum
Om 1 år	25,5	17,7	5,0	5,3	53,4
Om 2 år	17,9	11,9	6,2	11,0	47,0
Om 3 år	16,1	11,3	1,7	7,8	36,8
Om 4 år	9,2	7,4	0,0	2,3	18,9
Om 5 år	9,6	8,0	1,3	7,5	26,5
Om > 5 år	12,5	9,4	2,7	6,0	30,6
Om > 10 år	1,5	1,1	8,2	2,4	13,3
<b>Sum investeringsbehov</b>	<b>92</b>	<b>67</b>	<b>25</b>	<b>42</b>	<b>227</b>

Tabell 5: Ekstrapolerte investeringsplaner for hele landet basert på planene i undersøkelsen og svarprosent på 37%.

Investeringsbehov	Byggekostnader	Kostnader kjøleanlegg	kjøleanlegg eksisterende	kjøleanlegg i eksisterende	Sum for periode
Om 1 år	68,9	47,7	13,5	14,2	144,4
Om 2 år	48,3	32,1	16,7	29,8	127,0
Om 3 år	43,5	30,5	4,5	21,1	99,5
Om 4 år	25,0	20,0	0,0	6,2	51,1
Om 5 år	26,1	21,5	3,6	20,4	71,6
Om > 5 år	33,8	25,3	7,3	16,2	82,6
Om > 10 år	4,2	2,9	22,3	6,6	35,9
<b>Sum investeringsbehov</b>	<b>250</b>	<b>180</b>	<b>68</b>	<b>115</b>	<b>612</b>



Figur 32: Investeringsbehov i undersøkelsen fordelt på nybygg og oppgradering.



Figur 33: Estimerte investeringsbehov basert på planer for bygging av lager og kjøleanlegg, beregnet i forhold til at undersøkelsen dekker 37% av volumet som lagres.



## Investeringsbehov i forhold til behov for fornyelse

For å kontrollere sannsynligheten for de estimerte investeringskostnadene, sammenliknes de konkrete planene for investeringer med årlige kostnader knyttet til behov for fornying av kjølelagre, basert på forventet avskrivningstid. Ny-verdien av alle lagerbygningene og kjøleanleggene i undersøkelsen er beregnet til 807 mill kr og ekstrapolert til 2.181 mill. kr for hele landet.

Ved å regne 20 års levetid på bygninger og 15 års levetid på kjøleanlegg, summerer årlig verditap seg til 125 mill kr. Ved å regne 30 års avskrivningstid for bygninger og 20 år for kjøleanlegg, blir det gjennomsnittlige årlige fornyingsbehovet 89 mill. kr. Investeringsplanene for 2021, ekstrapolert til 144 mill. kr ligger mellom disse scenariene, og er derfor ikke usannsynlige.

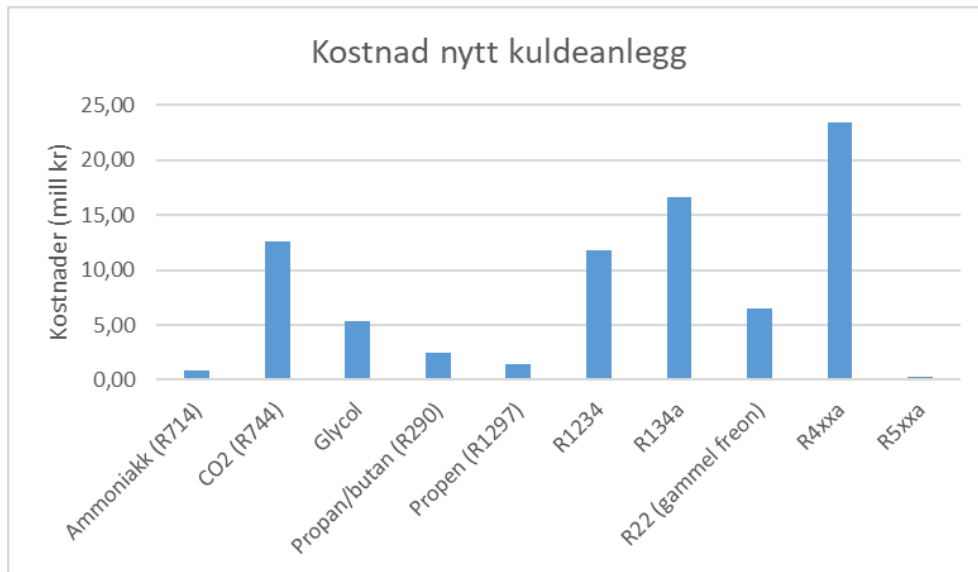
Fram til 2025 forventes høyere investeringsbehov enn gjennomsnittlig årlig verditap, fordi flere kuldemedier er under utfasing. Deretter forventes investeringsbehovet i kjølelagre hos produsentene å stabilisere seg på 90-125 mill. kr i året.

I tillegg til verditap på bygninger og anlegg kommer et gjennomsnittlig rentekrav (4%) på ca. 44 mill. kr i året, som også utgjør en kostnad for produsentene.

Tabell 6: Beregnet ny-verdi for bygningsmasser og kjøleanlegg i undersøkelsen og for hele landet, fordelt på ulike avskrivningsscenarier.

	I undersøkelsen Millioner kr	Estimert for landet Millioner kr
Verdier bygningsmasse	456	1232
Verdier kjøleanlegg	351	949
<b>Sum</b>	<b>807</b>	<b>2181</b>
Årlig verditap bygninger 20 år	23	62
Årlig verditap kjøleanlegg 15 år	23	63
<b>Sum årlig verditap</b>	<b>46</b>	<b>125</b>
Gjennomstittlig rente på investeringer (4%)		44
<b>Sum kostnad verditap og rente for produsentene</b>		<b>168</b>
Årlig verditap bygninger 30 år	15	41
Årlig verditap kjøleanlegg 20 år	18	47
<b>Sum årlig verditap</b>	<b>33</b>	<b>89</b>
Gjennomstittlig rente på investeringer (4%)		44
<b>Sum kostnad verditap og rente for produsentene</b>		<b>132</b>

## Potensielt behov for bytting av kuldemedium og kjøleanlegg i forhold til regelverk



Figur 34: Kostnader med å etablere nye kjøleanlegg med ulike kuldemedium i lagre.

Å etablere kjøleanlegg i samtlige lager som ikke har kjøleanlegg forventes å koste 130 mill. kr for de lagrene som er med i undersøkelsen (37%). Å etablere kjøleanlegg i alle lagre i Norge som ikke har kjøleanlegg fra før estimeres til 351 mill. kr. Som nevnt vil en rekke kulsesystemer kunne få utfordringer med å skaffe ny gass ved service og reparasjoner pga. utfasing av kuldemedier med høy GWP. Det er i EU estimert at 10-15% av påfylt industrigass lekker ut hvert år. Dette skal i direkte overførbarhet tilsvare at 1 av 10 anlegg med tradisjonelle kuldemedier må byttes hvert år. Utfasingen vil foregå over flere år, samtidig som at det i en periode vil være lovlig å fylle brukt gass. Fremtidige kostnader for installasjon av nye systemer pga. lekkasje er derfor svært usikre.

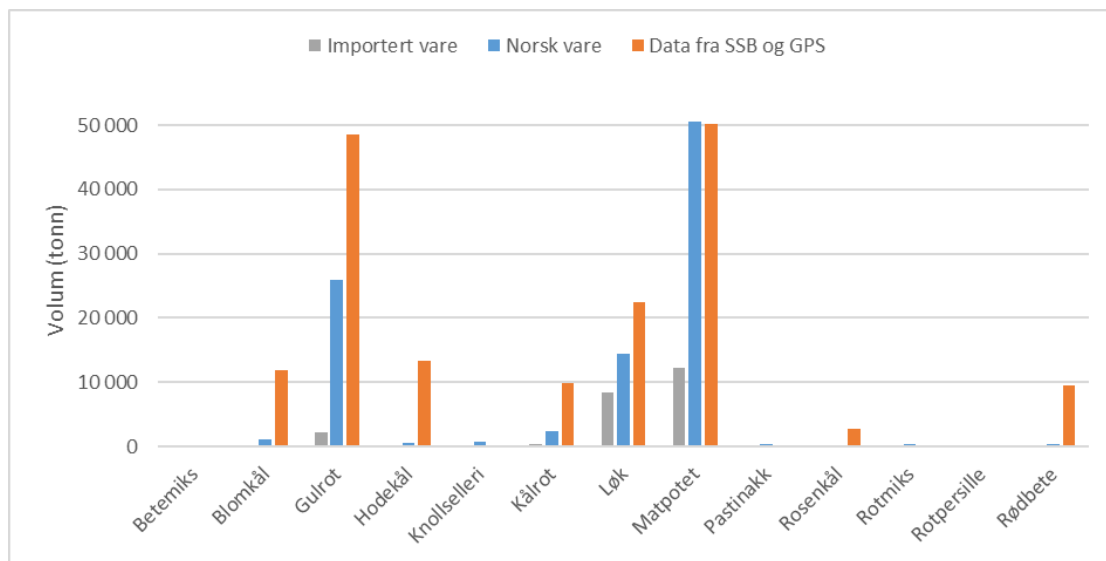
## Pakkeriundersøkelsen

### Evaluering av svar – representativitet

Det har kommet inn svar fra 29 pakkerier i undersøkelsen som har oppgitt at de totalt har pakket 97 283 tonn norske varer og 23 435 importerte varer i 2020. Variasjonen i ukentlig pakkekapasitet varierer fra 2 til 1615 tonn som indikerer at både store og små aktører er inkludert i datagrunnlaget.

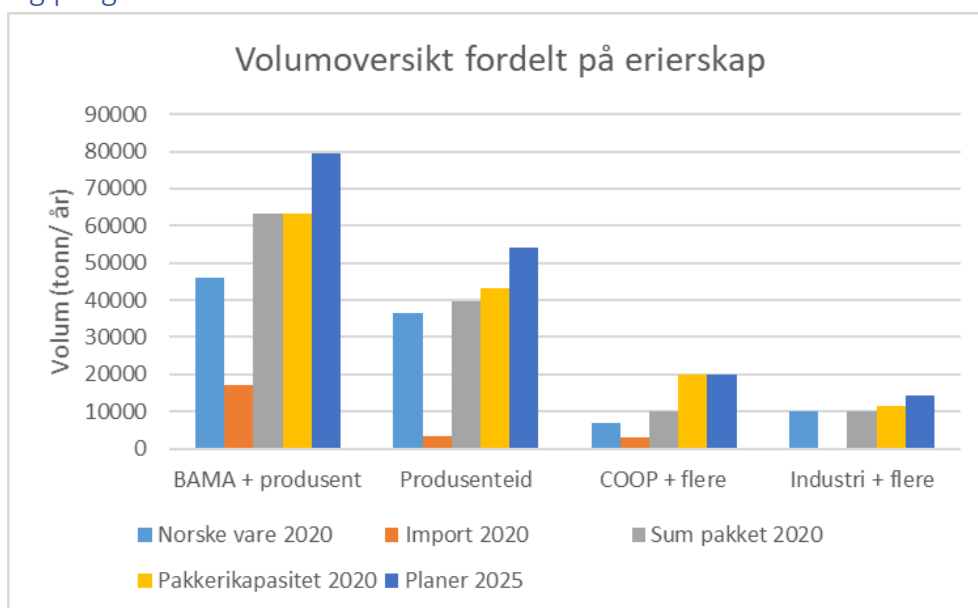
Figur 35 viser hvilke volum-andeler som er dekket av pakkeriundersøkelsen.

Pakkeriundersøkelsen dekker 58% av omsatt norsk volum av grønnsaker registrert av SSB og GPS.

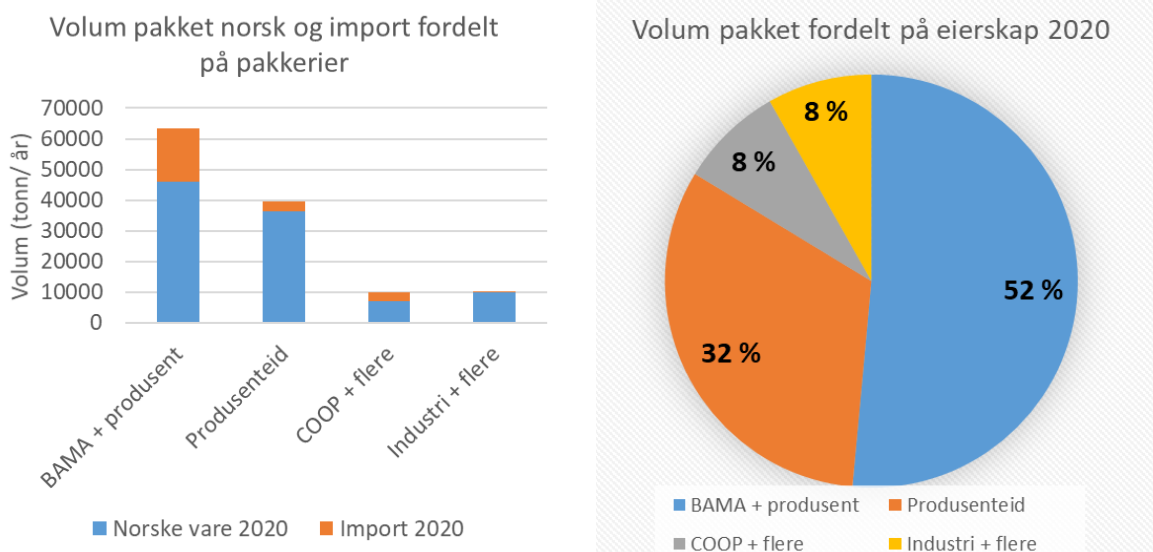


Figur 35: Volum som er dekket av pakkeriundersøkelsen. Merk at tall på avling matpotet kommer fra GPS.

## Historie og prognoser



Figur 36: Sum pakket norsk og importer volum i 2020 sammenliknet med pakkerikapasitet og planer om volum i 2025

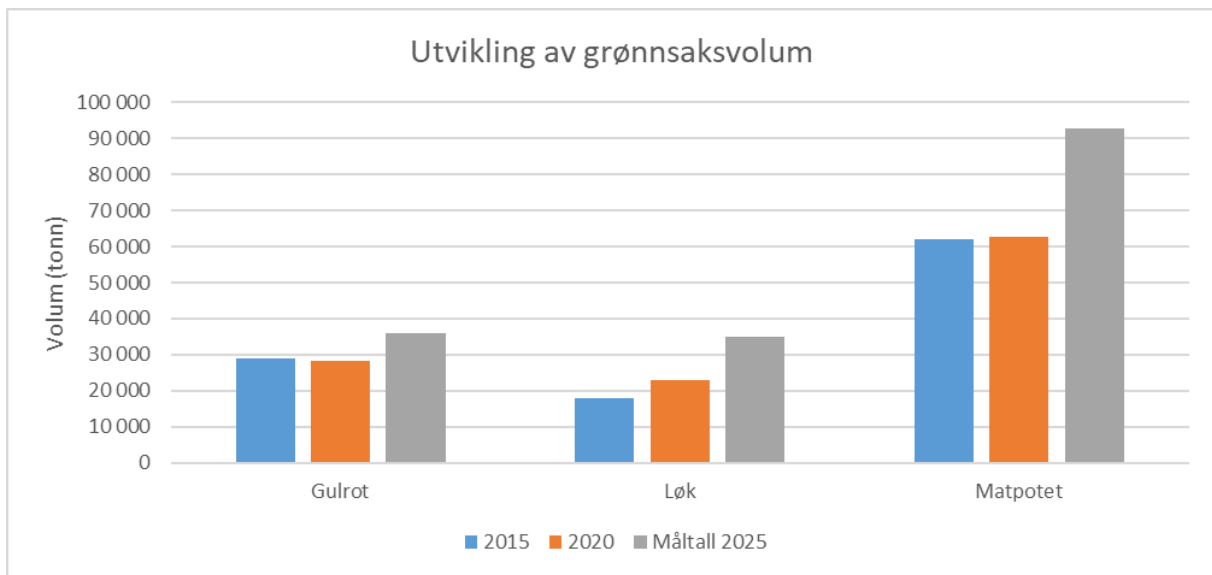


Figur 37: Pakket volum av norsk og importert volum i 2020 fordelt på eierskap (t.v.). Pakket volum i 2020 fordelt på eierskap (t.h.)

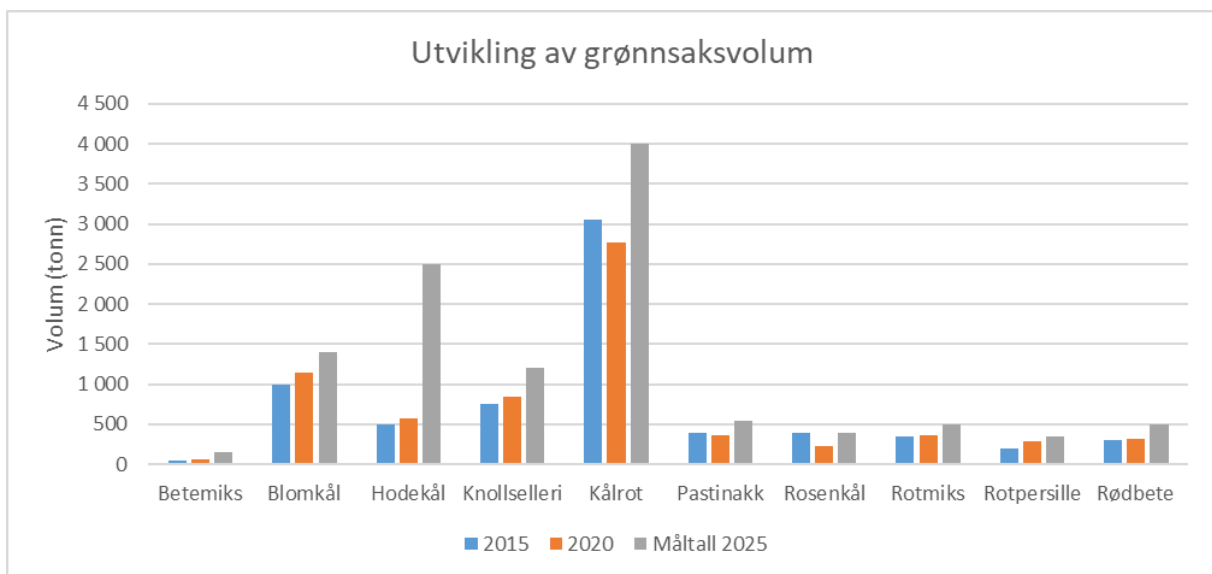
Fram til 2000 var det fortsatt mange produsenter som pakket varer hjemme på gården. Det har vært en stor endring i pakkeristruktur siden da, først til mindre fellespakkerier, hovedsakelig eid av produsentene og etter hvert i større pakkerier der varemottaker også har hatt økende grad av eierskap. Produsenteide pakkerier pakket 1/3 av volumet registrert undersøkelsen i 2020. Antall eiere i de produsenteide pakkeriene varierer fra 1 til 60 produsenter. Pakkerier med felles eierskap av produsenter og BAMA, pakker over halvparten av volumet i undersøkelsen.

Pakkeriene utnyttet 89% av pakkerikapasiteten i 2020. Planlagt/ anslått volum i 2025 innebærer behov for en kapasitetsøkning. Det er pakkeriene som er eid av BAMA og produsentene i fellesskap som har de største anslagene om økning i pakket volum.

Det er vanskelig å anslå noen prognoser for videre utvikling av struktur og eierskap i pakkeri-virksomheten, da dette er planer som løpende tilpasses det til enhver tid gjeldende markedet. Dessuten er det begrenset hvor mye informasjon om interne planer de enkelte pakkeriene ønsker å dele, da dette i seg selv kan påvirke marked og konkurransesituasjon. Når det videre i teksten står måltall er dette de tallene som pakkeriene ser for seg for 2025.



Figur 38: Historikk på årlig pakket volum og måltall for 2025 sortert på gulrot, løk og matpotet.



Figur 39: Historikk på årlig pakket volum og måltall for 2025 sortert på alle andre vekstgrupper.

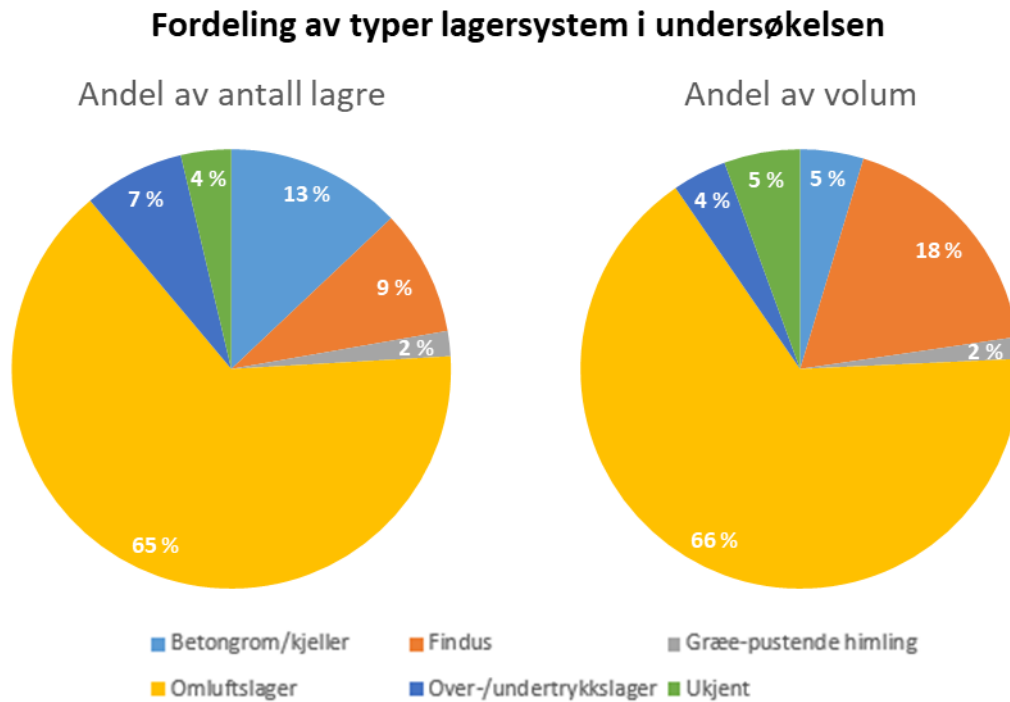
Figur 38 og Figur 39 viser oversikt over årlig pakket volum fordelt på kulturer for årene 2015 og 2020, samt de måltall pakkeriene har satt seg for 2025.

Pakket volum fra 2015 til 2020 har hatt en samlet vekst på 4% på tvers av vekstgrupper, men enkelte grupper i undersøkelsen har hatt en nedgang. For pakkeriene i undersøkelsen har det vært en nedgang i gulrot (-2%), kålrot (-9%), pastinakk (-10%) og rosenkål (-43%). For rotpersille og gulrot har det for pakkeriene i undersøkelsen vært en stor vekst med henholdsvis 40% og 26%.

I forhold til de måltallene pakkeriene har satt for 2025 i undersøkelsen, forventes det en vekst i volum på 45%. Dette er en høy vekst, som til dels er forskjøvet av veldig stor vekst i vekstgrupper med lave volum, som f.eks. hodekål som forventer en vekst på 331%, og betemiks på 150%.

## Pakkerilager

Fordelingen av type lagersystem som anvendes på lagrene i denne undersøkelsen blir vist i Figur 40.

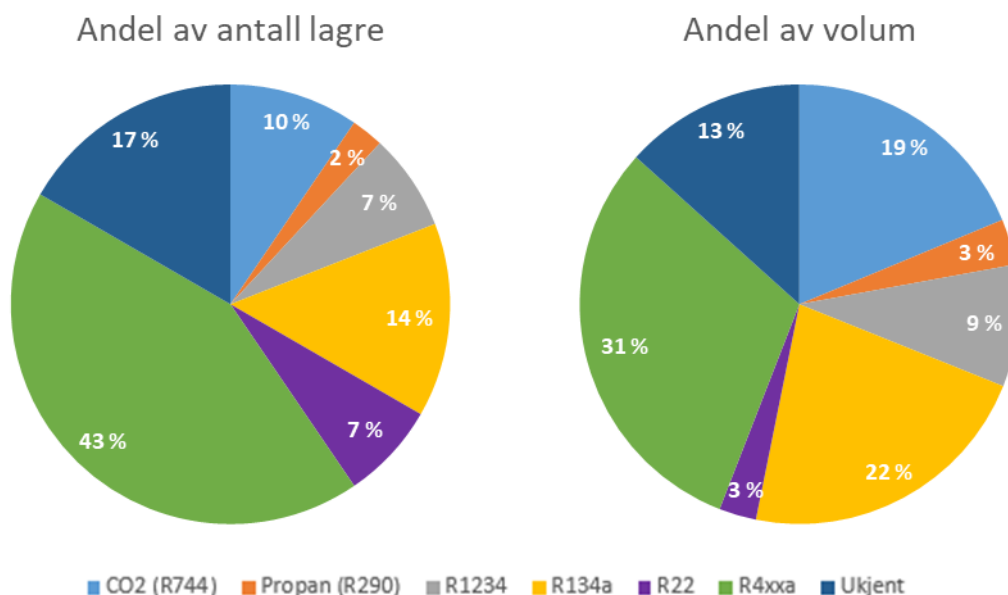


Figur 40: Fordeling av typer lagersystem i undersøkelsen for pakkeriene, andeler av antall lagre (t.v.) og av volum (t.h.).

Det er totalt registrert 54 lagre med et samlet lagervolum på 25 003 tonn blant de 29 pakkeriene som har besvart undersøkelsen, hvorav 78% (42) har montert kjøleanlegg, men resterende 22% (12) ikke har det. Målt i andel lagervolum er 20 817 tonn (83%) av totalvolumet mekanisk nedkjølt. Av de lager som ikke har montert kjøleanlegg lagres det i hovedsak matpotet, men også noen lager med gulrot. 7 av pakkeriene sier de planlegger nytt råvarelager/kjølesystem de neste 5 årene. Som for produsentlagrene, så dominerer lagertypene omluftslager og Finduslager.

## Kuldemedium

### Fordeling av kuldemedier blant lagre i undersøkelsen



Figur 41: Oversikt over hvilke kuldemedier som benyttes i pakkerilager som har svart på undersøkelsen, vist som andel av antall lagre (t.v.) og andel av volum (t.h.).

Figur 41 viser fordelingen av kuldemedium blant de lagrene i undersøkelsen som har installert kjøleanlegg. Av de 42 lager med kjøleanlegg er det 3 som oppgir at de bruker R22 som er et gammelt og utfaset kuldemedium. HFK-gassene i R400-familien og R134a dominerer listen og representerer over halvparten av det totale nedkjølte volumet. Deretter kommer CO<sub>2</sub> som brukes i 4 av anleggene i undersøkelsen, men representerer en stor andel av totalvolumet. Til sammenligning er det 18 anlegg som bruker kuldemedium i R400-familien. Dette utgjør 6400 tonn i volum. De 4 CO<sub>2</sub>-anleggene dekker 3900 tonn. Den vektede gjennomsnittlige GWP-verdien for anleggene i denne undersøkelsen er 1712 CO<sub>2</sub>-ekvivalenter.

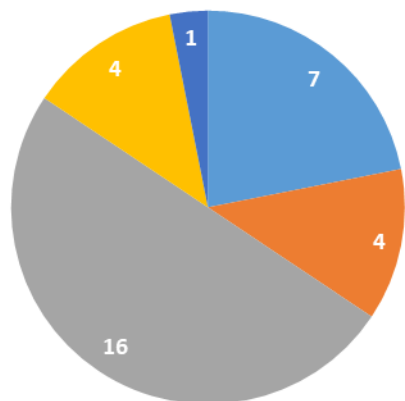
Spørreundersøkelsen etterspurte ikke alder på anlegg, men på generelt grunnlag kan man si at kuldemediene CO<sub>2</sub> (R744), propan (R290) og R1234ze har blitt tatt mer og mer i bruk i den senere tid (siste 10-15 år). Av de 7 pakkeriene som planlegger nytt råvarelager/kjølesystem de neste 5 årene er det 3 av dem som ønsker å benytte CO<sub>2</sub> som kuldemedium. Det er naturlig å anta at trenden for installering av nye kjøleanlegg vil være lik det som ble avdekket i produsentundersøkelsen.

#### Investeringsbehov for pakkerier i undersøkelsen

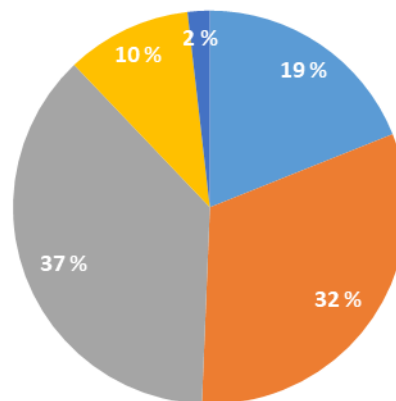
I undersøkelsen fremkom det at 7 nye råvarelagre med kjøleanlegg er planlagt, i størrelsen fra 15-800 tonn og med installert kuldekapasitet mellom 1-300 kW. Det totale lagervolumet på pakkeriene i undersøkelsen vil øke med 2600 tonn i henhold til investeringsplanene. De estimerte investeringskostnadene for råvarelager og kjøleanlegg er beregnet med tidligere beskrevet beregningsmodell, og den totale kostnaden er beregnet til 7,7 mill. kr.

## Fordeling av investeringsprosjekter og -kostnad per vekstgruppe i undersøkelsen

Fordeling antall prosjekt, per vekstgruppe



Investeringskostnad per vekstgruppe



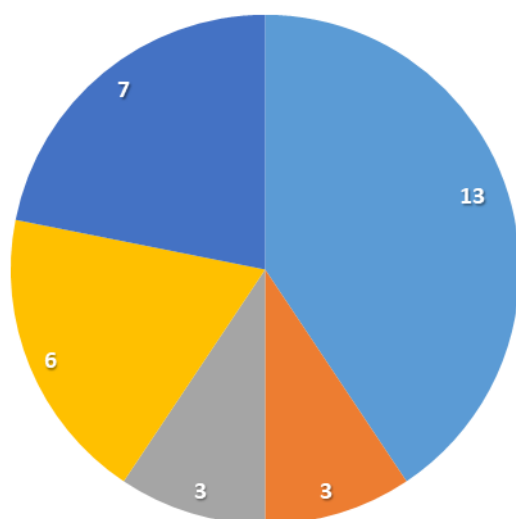
■ Gulrot ■ Løk ■ Matpotet ■ Rotmiks ■ Kålrot

Figur 42: Fordeling av antall investeringsprosjekter- og kostnader i undersøkelsen, fordelt på vekstgrupper.

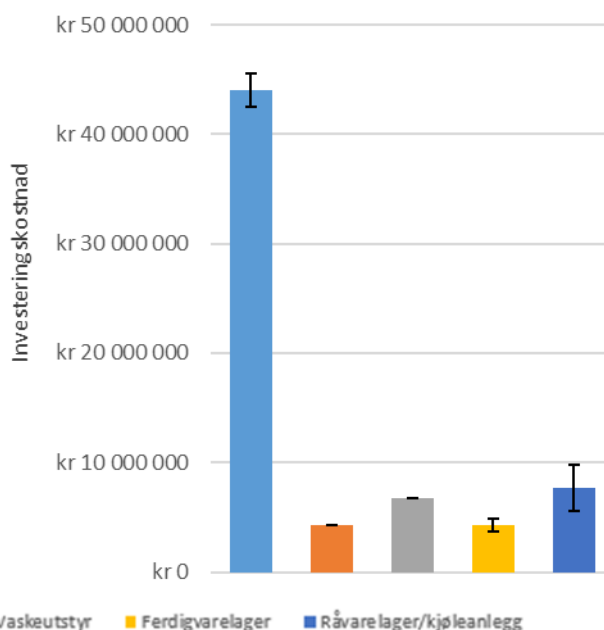
I tillegg har undersøkelsen avdekket at 14 av de 29 pakkeriene har planer om investeringer i ulike maskineri og ferdigvarelager, fordelt på til sammen 25 investeringsprosjekter. På 19 av disse prosjektene er det oppgitt investeringskostnad (totalt 49,8 mill. kr), mens kostnaden for de resterende 6 er ekstrapolert ut fra antagelsen om at snitt- og mediankostnadene er jevnstore innenfor de ulike prosjekttypene som er representert.

Antall investeringsprosjekter og investeringskostnader fordelt etter type utstyr er vist i Figur 43, mens tidshorisonten på investeringen vises i Figur 44.

Antall prosjekter, fordelt etter type



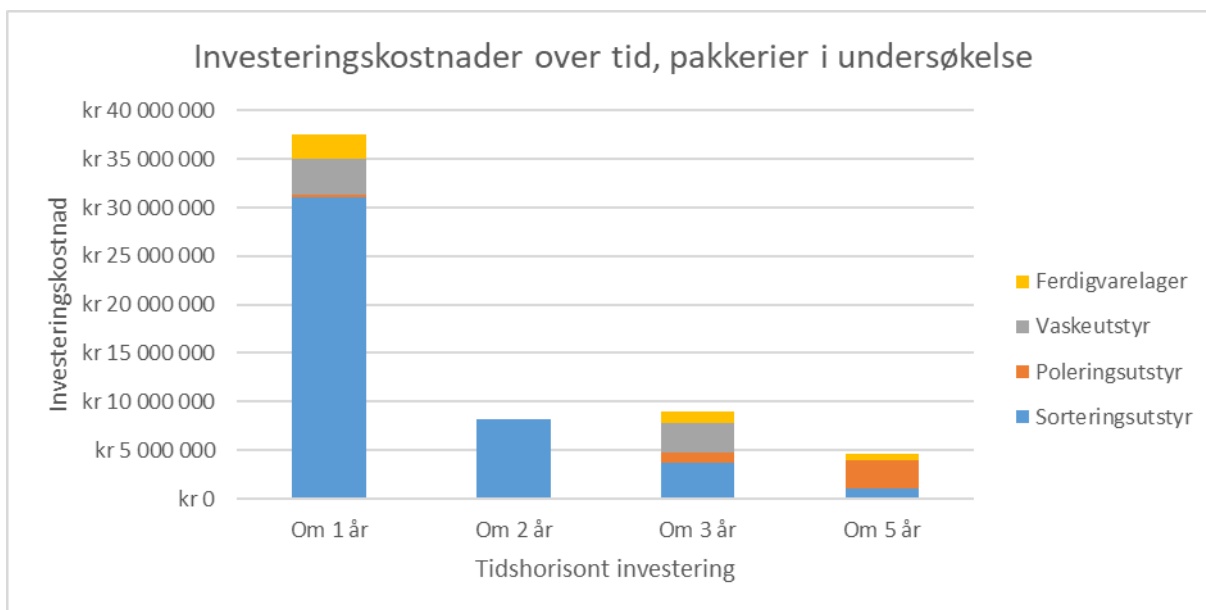
Investeringskostnader, fordelt etter type



■ Sorteringsutstyr ■ Poleringsutstyr ■ Vaskeutstyr ■ Ferdigvarelager ■ Råvarelager/kjøleanlegg

Figur 43: Antall prosjekter og investeringskostnader fordelt etter type prosjekt.





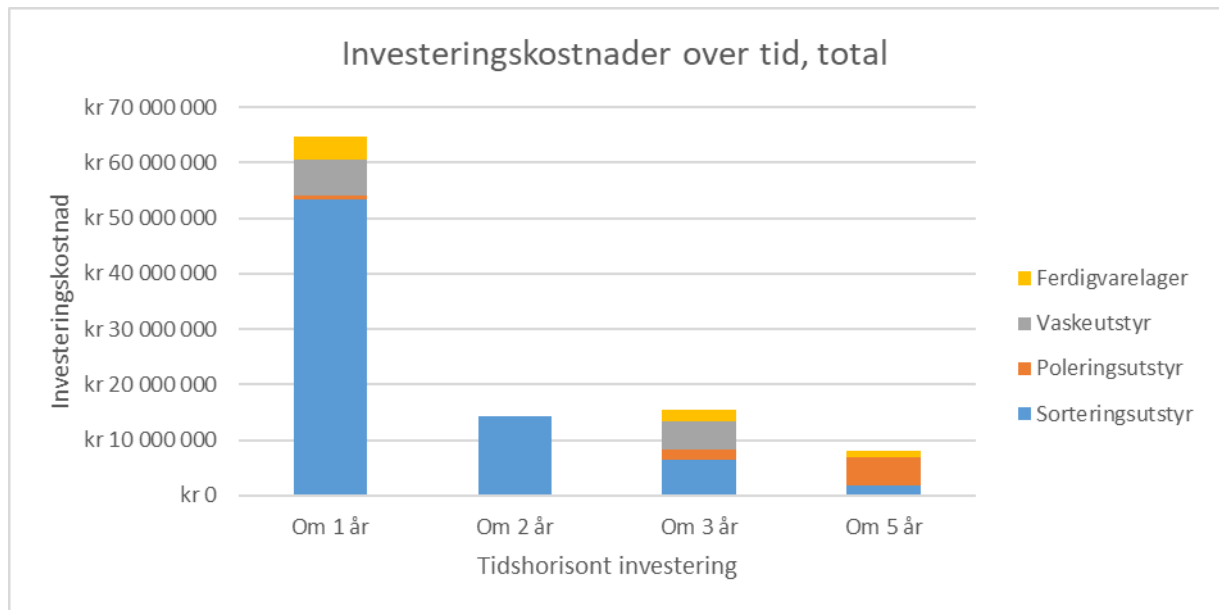
Figur 44: Tidshorisont på investeringer for pakkerier i denne undersøkelsen de neste 5 år, målt i investeringskostnad.

Den totale investeringskostnaden for de 25 investeringene i maskineri og ferdigvarelager som er oppgitt for pakkeriundersøkelsen er beregnet til kr 59,3 mill. kr. Den største type prosjekter, målt i både antall og investeringskostnad, er sorteringsutstyr. For pakkerier i denne undersøkelsen er det oppgitt en totalinvestering på 44 mill. kr de kommende 5 årene, hvorav over 30 mill. kr er planlagt for kommende år. Oppgitt kostnad per investering i sorteringsutstyr varierer mellom kr 10 000 – 13 000 000. Det er planlagt 3 investeringer i poleringsutstyr med oppgitt kostnad mellom kr 300 000 – 3 000 000 og en totalkostnad beregnet til kr ~4 300 000. For vaskeutstyr er det planlagt en total investeringskostnad på kr ~6 750 000 de kommende årene med oppgitte enkeltkostnader mellom kr 1 500 000 – 3 000 000. For ferdigvarelager er det oppgitt total investeringskostnad på kr ~4 275 000, enkeltkostnader kr 50 000 – 2 000 000. Investeringskostnaden for prosjekter i sistnevnte 3 grupper er jevnt fordelt mellom kommende år, om 3 år og om 5 år. I tillegg kommer investeringskostnader for råvarelager og kjøleanlegg som er beregnet til 7,7 mill. kr, men når disse investeringene er planlagt annet enn i løpet av de 5 neste år ble ikke etterspurt.

Samlet investeringsbehov for pakkerier i undersøkelsen er 67 mill. kr.

## Investeringsbehov i pakkerisektoren totalt

Hvis man antar at undersøkelsen viser til en investeringsstrategi som er representativ for hele pakkerisektoren, kan man anta at investeringsbehovet for utstyr, maskineri og ferdigvarelager de kommende årene kan se ut som vist i Figur 45.



Figur 45: Tidshorisont på investeringer for pakkerier i hele sektoren de neste 5 årene, målt i type investering.

Det samlede investeringsbehovet i maskineri og ferdigvarelager for de 5 neste årene vil være ca. 103 mill. kr, mens for råvarelager og kjøleanlegg vil det beløpe seg til ca. 13 mill. kr. Totalt investeringsbehov i pakkerisektoren er dermed estimert til å være ca. 115 mill. kr for de neste 5 årene.

## Konklusjon

Kartleggingen er basert på to spørreundersøkelser, en til produsentene og en til pakkeriene.

### Produsentundersøkelsen

Det er behandlet svar fra 290 produsenter som til sammen har 594 lagre for poteter, løk og grønnsaker. Undersøkelsen representerer 64% av grønnsaksvolumet og 28% av potetvolumet som er lagt inn på lager, registrert av Grøntprodusentenes samarbeidsråd (GPS).

Det benyttes i hovedsak 4 ulike lagertyper (luftsirkulasjonsløsninger); Omluftslager 43%, Finduslager 18%, Græe-lager, samt betongrom/kjellere 19%. Det er i hovedsak potet og noe lagring av grønnsaker i kortere perioder som skjer i betongrom og kjellere. De siste 50 årene har lagerbygninger med egne systemer for luftsirkulasjon erstattet kjellere.

Undersøkelsen viser at 48% av lagerbygningene er over 30 år gamle, men bare 28% av produktene lagres på så gamle lagre. Det er 132 lager (22%) som er bygd siste 10 år. Mens 13% av bygningene er 1-5 år gamle, lagres 25% av varene i disse lagrene. Av de lagrene som er eldre enn 30 år, har bare 11% installert kjøleanlegg, og bare 6% av produktene lagres her.

Antall lagre i undersøkelsen som har kjøleanlegg utgjør 48%. Andelen av totalvolumet i undersøkelsen som blir lagret med kjøleanlegg er 59% (106 256 tonn). Det er 32% av lagrene med kjøleanlegg som er 1-5 år. Disse lagrene lagrer 39% av produktene. Resultatene viser at det ofte investeres i kjøleanlegg når nye lagerbygg settes opp. Størrelsen på nye lagre har økt de senere årene. Det er i hovedsak potet, kålrot og løk som ikke har kjøling, og særlig gjelder dette i områder med innlandsklima med kalde

vintre. På grunn av mildere vintre opplever mange et økende behov for å installere kjøleanlegg også i eldre lager.

Rundt 1/3 av lagrene med kuldeanlegg har utfordringer med å holde ønsket temperatur i lageret. Av lagrene med byggeår tidligere enn 1990 er det rapportert utfordringer i 67% av dem. Blant lager som er bygd de siste 5 årene er den tilsvarende andelen 27%.

Det er store variasjoner i oppgitt kjølekapasitet, og det er store avvik fra prosjektgruppens beregnede behov. Årsakene er sannsynligvis manglende oversikt over kjølekapasitet hos produsentene, og en mulig overdimensjonering av anlegg fra kuldeleverandørene. Det siste medfører økt investeringskostnad, og kan gi et mindre energieffektivt kuldemedium.

Mange av de installerte kjølesystemene har kuldemedier som ikke er bra for klimaet, og som derfor vil bli faset ut i årene som kommer. For de 286 lager med kjøleanlegg, oppgav 213 hvilket kuldemedium som ble brukt. Bare 30% av systemene hadde kuldemedium som ikke vil bli faset ut de neste årene. Totalt planlegges det å bytte ut kjøleanlegget i 48 lager som var med undersøkelsen. Det er 70 stk. som oppgir at det er planer om investering. Undersøkelsen sier ikke noe om hvilket kuldemedium produsentene ønsker å benytte i et nytt kjøleanlegg, men det er naturlig å anta at de følger trenden med valg av miljøvennlige kuldemedier som CO<sub>2</sub>, hydrokarboner eller HFO som har lav GWP.

Lavere konsentrasjon av CO<sub>2</sub> og høyere fuktighet i lagerluften vil påvirke holdbarhet og kvalitet på produktene positivt. Undersøkelsen viser at 68% av lagrene ikke har tekniske løsninger for ekstra oppfukning av luften. Mange lager har heller ikke løsninger for utlufting av CO<sub>2</sub> (56%). Tekniske modifiseringer av lagre kan både øke fuktighet og redusere CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen.

Gitt at utvalget på 37% av varevolumet er representativt for produsentundersøkelsen, er de samlede planlagte investeringene estimert til 144 mill kr for 2021 og 493 mill kr for perioden 2021-2025. Det er mulig utvalget kan være noe overrepresentert av de produsentene som har investeringsplaner.

Ny-verdien av alle lagerbygningene og kjøleanleggene i undersøkelsen er beregnet til 807 mill kr og ekstrapolert til 2.181 mill. kr for hele landet. Med 20 - 30 års avskrivningstid for bygninger og 15 - 20 år for kjøleanlegg, blir det gjennomsnittlige årlige fornyingsbehovet 89-125 mill. kr.

Fram til 2025 forventes høyere investeringsbehov enn gjennomsnittlig årlig verditap, fordi flere kuldemedier er under utfasing. Deretter forventes investeringsbehovet i kjølelager hos produsentene å stabilisere seg på 130-150 mill. kr i året.

### Pakkeriundersøkelsen

Det kom inn svar fra 29 pakkerier i undersøkelsen, og som oppgir at de totalt pakker 97 283 tonn norske varer og 23 435 importerte varer i 2020. Dette dekker 58% av omsatt norsk volum av grønnsaker registrert av SSB og GPS. Variasjonen i ukentlig pakkekapasitet varierer fra 2 til 1615 tonn som indikerer at både store og små aktører er inkludert i datagrunnlaget. Volumutvikling mellom årene 2015-2020 på tvers av vekstgrupper lå på 4%, mens det ifølge måltall fra pakkeriene i undersøkelsen er en forventet vekst på 45% fra 2021 til 2025. Denne verdien er forskjøvet av stor vekst i grupper med lavt volum.

Pakkeriene i undersøkelsen har til sammen 54 lager, hvor 78% (42) har montert kjøleanlegg. 83% av produktvolum lagres med kjøling. Lager som ikke har montert kjøleanlegg lagrer i hovedsak matpotet, men også noe gulrot. Bare 19% av kuldemedier hos pakkeriene i undersøkelsen har moderne kuldemedier med lav GWP. Det er 7 av pakkeriene som planlegger nytt råvarelager/kjølesystem de

neste 5 årene, hvorav 3 av dem ønsker å benytte CO<sub>2</sub> som kuldemedium. Trenden for installering av nye kjøleanlegg antas å være lik det som ble avdekket i produsentundersøkelsen. Som hos produsentene, dominerer lagertypene omlufts- og Findus-lager hos pakkeriene.

Blant pakkeriene i undersøkelsen er det 25 investeringer under planlegging de kommende 5 årene. Investeringene vil skje på maskineri (sorterings-, polerings- og vaskeutstyr) og ferdigvarelager (nybygg og/eller oppgradering). Beregnet total kostnad for investeringene er 59 mill kr, hvorav 37,5 mill kr er planlagt for 2021. Undersøkelsen viser at det blir et stort løft i sorteringsutstyr hos pakkeriene: 13 investeringer med en total kostnad på 44 mill. kr der de fleste skal realiseres i 2021. Antar vi at investeringsstrategien blant pakkeriene som har svart er representativ for resten av pakkerisektoren, er det totale investeringsbehovet for sektoren på ca. 102 mill. kr de neste 5 årene. I tillegg kommer det en investering i nye råvarelager med kjøleanlegg på ca. 13 mill. kr.

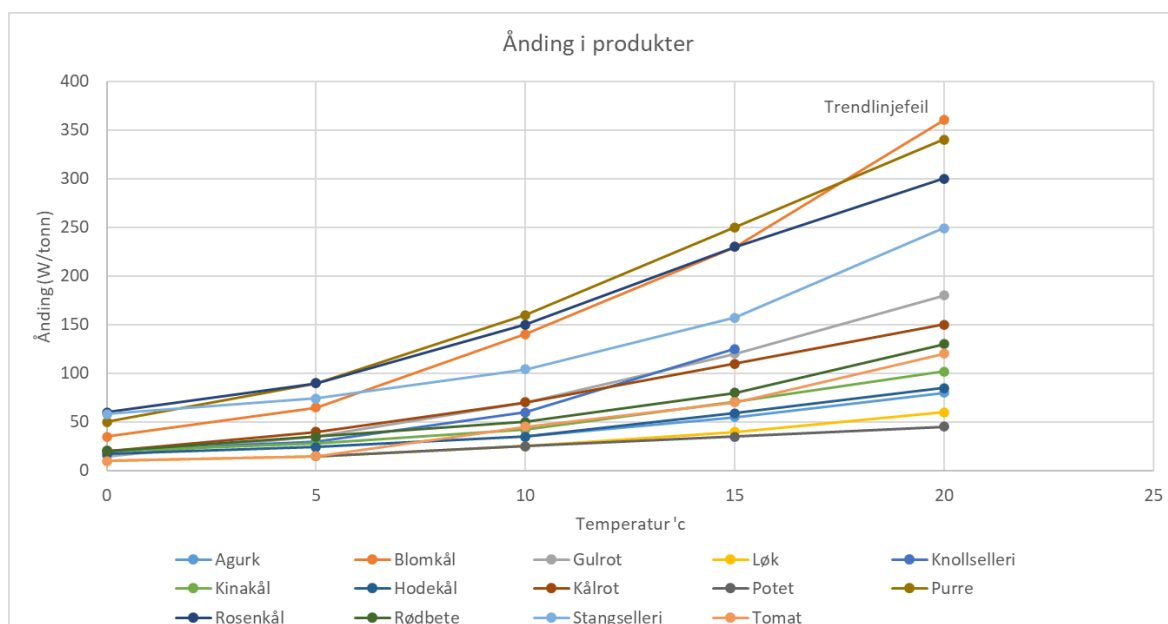
## Vedlegg

### A: Beregning av kuldebehov

NLR Viken og SINTEF (Ocean) har utviklet en modell for beregning av behov for kjølekapasitet på lagre med grønnsaker, poteter, frukt og bær. Modellen tar utgangspunkt i hvor mye de enkelte produktene ånder ved ulike temperaturer, produktets varmekapasitet, temperatur på produktene når de legges inn til kjøling, avriming, vifter, lys, utskifting av luft ved åpning av porter og byggets isolasjonsevne.

### Ånding i produkter

Ulike vegetabiler har svært ulik åndingsintensitet under ulike temperaturer. Et tonn med gulrot ved 5°C produserer like mye varme som en 40 W lyspære, mens et tonn ved 15°C produserer 120 W. Et tonn blomkål eller rosenkål produserer over 300 W pr tonn ved 20°C. Flere studier har dokumentert åndingsintensitet og presentert resultatene i ulike tabeller. Det er noe variasjon i tallmaterialet i de ulike tabellene. Dette kan blant annet skyldes ulik friskhet til produktene ved innlegging på lager og det kan skyldes sortsvariasjoner.



Figur 46: Åndingsintensitet for grønnsaker og potet ved ulike temperaturer

Tallverdier fra de ulike tabellene over ånding i vegetabiler har blitt brukt i modellen til å ekstrapolere kurver for ånding. Det er kjørt regresjoner på plottene, som har vist gode korrelasjonskoeffisienter ( $r^2$ -verdier  $> 0,95$ ) for annengradspolynomer.

Tabell 7: Funksjoner for å beregne varme pga. ånding i ulike vekstgrupper.

Produkt	Åndingsfunksjon
Brokkoli/ blomkål	$y = 0,6143x^2 + 4,0143x + 33,7$
Gulrot	$y = 0,271x^2 + 2,871x + 14,6$
Løk	$y = 0,1x^2 + 0,5x + 10$
Potet	$y = 2x + 5$

$y =$  ånding i W/ tonn og  $x =$  temperatur °C.

Diagrammet i figur 44 viser at produkter som blomkål, brokkoli, purre og rosenkål har høy åndingsintensitet, mens gulrot, potet og løk ligger lavt. Dette er også årsaken til at potet, gulrot og løk

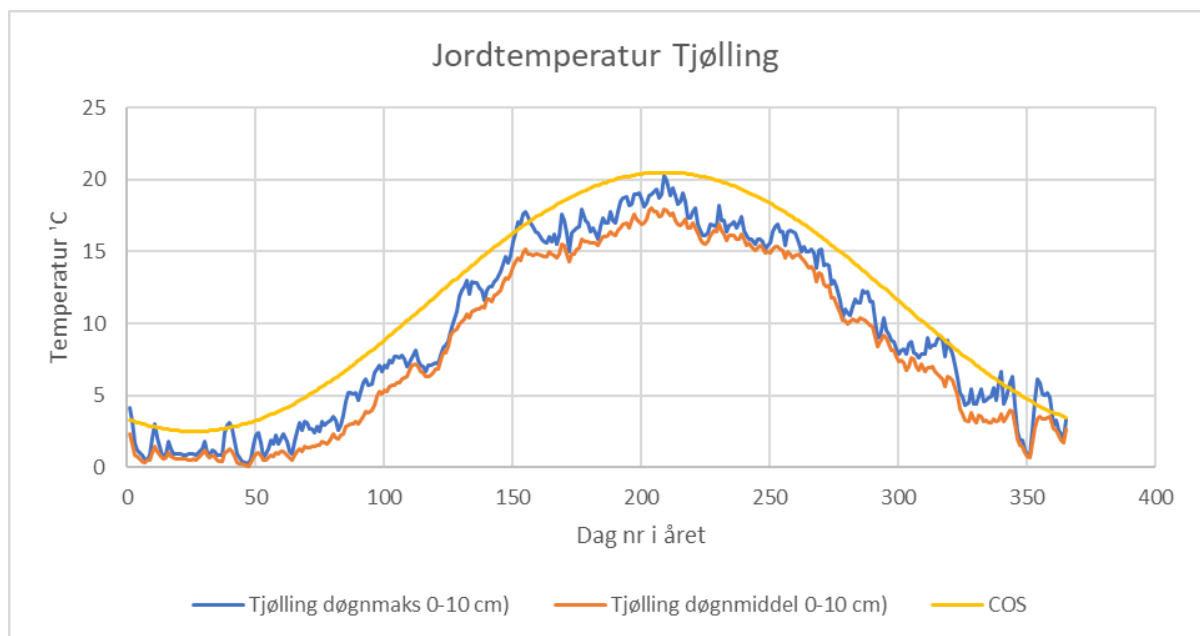
kan lagre lenge, og at Norge i stor grad er selvforsynte med disse produktene, mens de andre varene må fortere ut til konsummarkedet, og vi er avhengig av import gjennom vinteren og våren.

## Nedkjøling

Varmekapasiteten til friske vegetabiler styres mye av vanninnholdet, siden mesteparten av produktet består av vann. Det skal stort sett 0,95 – 1,1 kWh til for å endre temperaturen i ett tonn vare med 1°C.

## Betydning av utetemperatur

Om sommeren skal et godt lagerbygg beskytte mot varme utenfra, og om vinteren skal det beskytte mot kulde. Isolasjonsbehovet er størst for bygninger som skal holde varer kalde om sommeren. Da vil det lokale klimaet ha betydning for hvor godt et bygg bør isoleres. Utetemperatur under høsting vil også avgjøre hvor mye varme som må fjernes i nedkjølingsprosessen. Modellen for beregning av kjølebehov har brukt gjennomsnittlig døgn-maksimumstemperatur for 2014-2019 fra et utvalg værstasjoner i Norge til å ekstrapolere cosinus-funksjoner for å estimere dimensjonerende temperatur gjennom året for de ulike værstasjonene.



Figur 47: Eksempel på jordtemperatur med data fra Tjølling.

$$\text{Tjølling (temperatur)} = (-\text{COS}((\text{dagnr}-20) * \text{PI} / 183) + 1) * 8 + 1,5$$

- Negativt fortegn foran cos er for å speile cosinusfunksjonen, siden temperaturen er lavest rundt årets begynnelse.
- Minus 20 er fordi den laveste temperaturen i året i Tjølling er rundt 20. januar.
- Divisjon med 183 og multiplikasjon med PI er fordi det er ca 183 dager i et halvt år og det er PI radianer i en halv sirkel. Slik skaleres dager om til radianer.
- Pluss 1 er for å løfte cosinusfunksjonen opp slik at den kommer over 0, og fluktuerer mellom 0 og + 2.
- Pluss 1,5 er fordi gjennomsnittlig maks døgnmiddeltemperatur er 1,5°C i Tjølling på det kaldeste i januar.
- Multiplisering med 8 er fordi midlere makstemperatur er 17,5°C. 17,5 minus minimumstemperaturen på 1,5 dividert med 2 er lik 8.

Grønnsaker og poteter som skal lagres gjennom vinteren høstes og legges inn på lager i løpet av september og oktober. For de fleste værstasjonene ligger temperaturen da på 10-14°C. Forskjellene er

større tidligere på sommeren. Det er også forskjell på hvor kald og stabil vinteren er i ulike deler av landet. I områder med innlandsklima har det tradisjonelt vært lav nok utetemperatur til at det ikke har vært stort behov for kjøling til løk og poteter. Etter tørkeperioden for løk og sårhelingsperioden for potet, har utetemperaturen utover i oktober mot november normalt blitt lav nok til at åndingen i produktene har blitt tilfredsstillende lav. Med høyere og mer ustabile vintertemperaturer er dette bildet i ferd med å endre seg.

### Kondenseringsenergi

Under ånding dannes karbondioksid og vann. Det produseres 0,41 g H<sub>2</sub>O for hvert gram CO<sub>2</sub> som dannes ved ånding/ forbrenning av sukker. Når dette vannet kondenserer på fordampere i kjølelageret avgis varme som i neste omgang må kjøles ned. Det er sammenheng mellom åndingsintensitet i W og danning av CO<sub>2</sub>. Oksidasjon av 1 g karbohydrat avgir ca. 4 kJ energi.

### Avriming av fordampere

Under lagring med kjøling vil fuktig luft suges gjennom kjøleaggregatet, og luften avkjøles. Temperaturen på overflatene i kjøleaggregatet er under 0 °C, og vanndampen fryser til is på overflatene. Denne faseovergangen (fra vann til is) er energikrevende, og bruker kuldekapasitet på å lage is i stedet for å kjøle luften. Ved mye is vil kuldeovergangen bli dårlig, og kjøleaggregatet må avrimes regelmessig. Dette gjøres enten ved bruk av varmetråder på overflatene på kjøleaggregatet, eller at varm glykol (eventuelt varmgass/varmt saltvann) sirkuleres inni aggregatet. Det er naturlig at is dannes på overflaten, men det kan gjøres tiltak som reduserer dette. F.eks. ha porter lukket spesielt i perioder med varm fuktig luft ute, samt prøve å unngå å sette svært fuktige produkter inn på lageret. Under avriming er det viktig at prosessen stoppes når isen er smeltet for å unngå oppvarming av lagerluften. Dette kan gi svingninger i lagerlufttemperaturen, noe som krever ekstra kjøleeffekt for å kompensere for dette.

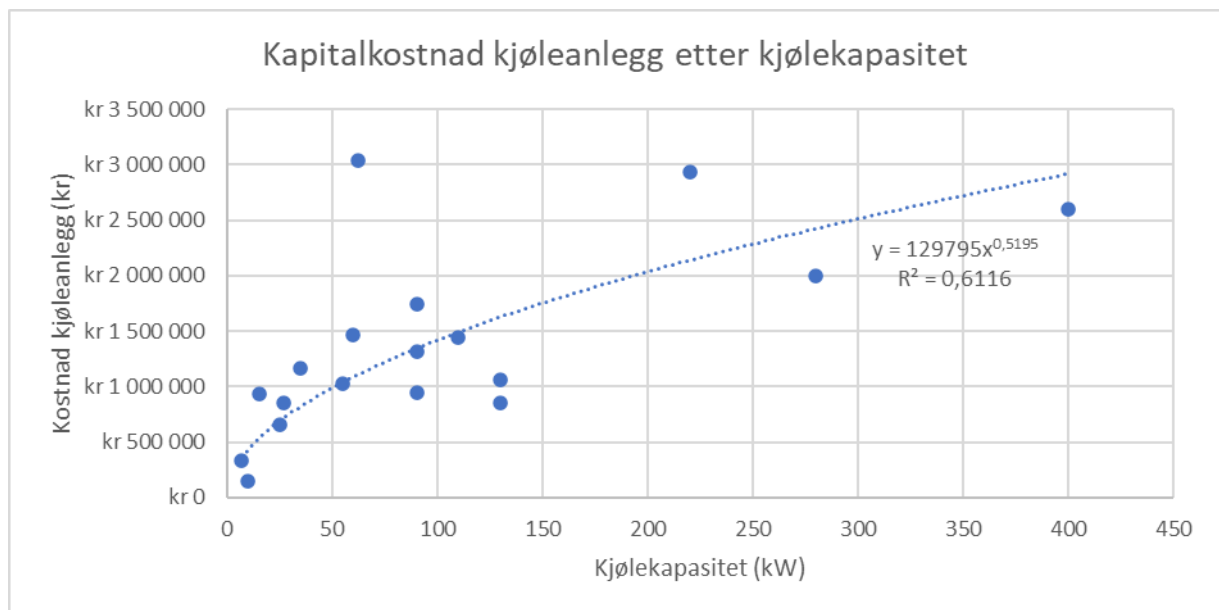
### Utlufting ved åpning av porter

Det vil være en stor variasjon i belastning av kuldesystemet på grunn av åpning av porter, og eventuell tilførsel av varm og fuktig luft. Antall åpninger pr. døgn, og hvor lenge portene står åpne vil variere stort avhengig av produsent, sesong og uteklima. En standard belastning vil derfor legges til grunn avhengig av lagervolum. På større lagre kjøres varene med tilhenger/ bil inn i selve lageret før de lastes av. Portene kan da i større grad holdes lukket.

## B: Beregning av kostnader for bygg og kjøleanlegg

Å beregne kostnader til kjøleanlegg kan være vanskelig, all den tid det er store variasjoner på type utstyr og løsninger, benyttede kuldemedier og hvilke funksjoner som anlegget dekker. For eksempel vil det være forskjell i pris på et anlegg som dekker kjølebehovet i et rom med én fordampere, kontra et anlegg som har en rekke fordampere som går til ulike seksjoner. Om det er en eller flere kompressorer vil også påvirke prisen. Det anbefales gjerne å installere minst to kompressorer, både for å ha større sikkerhet i forhold til evt driftsstans og service og for å ha større reguleringsmulighet i forhold til kapasitetsbehov. Valg av kuldemedium har også betydning for pris. CO<sub>2</sub>-anlegg har falt vesentlig i pris de siste åra, slik at det har blitt mer overkommelig å investere i CO<sub>2</sub>-anlegg også i mindre lagre. Installering av anlegg med varmeveksler til glykol gir større fleksibilitet, men også høyere pris

For å kunne estimere kostnadene til er det tatt utgangspunkt i faktiske pristilbud som prosjektgruppen har innhentet, og kjørt en regresjon på pris i forhold til dimensjonert kjølekapasitet.



Figur 48: Pristilbud på kjøleanlegg med regresjonslinje

For å estimere kostnadene med etablering av kjøleanlegg i både produsent- og pakkeriundersøkelsen er regresjonen benyttet som modell.

Kostnadene med oppsett av lagerbygget er beregnet ved hjelp av regnearket utviklet av Erlen Indergård ved SINTEF Ocean og Torgeir Tajet i NLR Viken. Tallgrunnlag for grunnarbeid, betong, sandwichplater og stålbuer for beregning av byggekostnadene er fra Svein Ivar Ånestad i NLR Østafjells.



Tabell 8: Eksempel på kostnadsberegning for lagerbygg.

<b>Lagerkostnader - grovt overslag</b>		<b>907 tonn lager</b>		<b>800 m2</b>	
<b>Bygning</b>	<b>Type</b>	<b>Ant, areal, enh</b>	<b>Enhetspris</b>	<b>Egen pris</b>	<b>Pris</b>
Utgraving		800	800		kr 640 000
Støpt gulv	Betonggulv 120 mm isolert med 50 mm	800	735		kr 588 000
Vegger	Sandwich SP2E E/X-PIR ENERGY 120	647	1050		kr 678 934
Tak	Sandwich SP2E E/X-PIR ENERGY 120	883	1050		kr 926 742
Stålkonstrusjon		800	1000		kr 800 000
Porter					kr 105 000
Elektrisk anlegg		5 %			kr 186 934
Annet		5 %			kr 186 934
Byggkostnad (kr/ m2)		5141			
<b>Sum bygg</b>					<b>4112544</b>