

Rapport 7/1998

# Godt norsk?

CO<sub>2</sub>-utslipp ved produksjon, lagring og transport  
av norsk og importert frukt/grønnsaker

Av John Hille



Framtiden i våre hendes forskningsinstitutt

# Sammendrag

I denne rapporten sammenlignes utslippene som oppstår ved produksjon, lagring og transport av norskproduserte og importerte poteter, frukt og grønnsaker.

## Sammenligningen omfatter

- grønnsaker som i Norge blir produsert i drivhus (tomater og agurker), samt
- en "kurv" av andre produkt, som omfatter poteter, epler, hodekål, blomkål, kinakål, kålrot, gulrot, løk, purre og issalat. "Kurven" er på 33,3 kg og mengdene av hvert produkt står i forhold til mengdene nordmenn i gjennomsnitt spiser.

Sammenligningen er gjort for tre forskjellige innkjøpssteder, etter som transportavstandene og dermed CO<sub>2</sub>-utslippene - både for norske og utenlandske produkt - vil være forskjellige etter hvor en er i landet. De tre stedene er Oslo, Trondheim og Tromsø.

Utslippene fra de norske og utenlandske "kurvene" er også gjort for to ulike tidspunkt, nemlig 15. oktober og 15. mai. Grunnen til dette er dels at importen kan komme fra forskjellige land til forskjellige årstider, dels at norske produkt om våren ble antatt å gi større utslipp per kilo om høsten. Dette skyldes både at det brukes energi til å lagre dem og at det oppstår svinn, slik at utslippene til produksjon må utlignes på en mindre mengde salgbar vare. Fordi det ikke er mulig å lagre alle typer grønnsaker til mai, ble innholdet i den norske "vårkurven" justert slik at det inngår færre typer grønnsaker, men tilsvarende mer av dem som inngår.

## Konklusjonen er todelt:

Når det gjelder tomater og agurker, viser det seg at produksjon i Norge skaper langt større CO<sub>2</sub>-utslipp enn import. En kilo norske tomater eller agurker gir opphav til utslipp på mellom 5,1 og 5,4 kg CO<sub>2</sub>, avhengig av produkt og innkjøpssted. Til sammenligning skaper importerte tomater eller agurker mellom 1,3 og 1,6 kg CO<sub>2</sub>. Dette gjelder et gjennomsnitt av importen, som inkluderer både nederlandske drivhusprodukter og spanske tomater og agurker dyrket på friland. For de sistnevnte er utslippene enda lavere. Transporten til Norge skjer hovedsakelig med lastebil. Men selv for tomater fra Kanariøyene som fraktes med fly, blir utslippene lavere enn for norske tomater fra drivhus.

Når det gjelder andre produkter - poteter, epler og grønnsaker som dyrkes på friland i Norge blir derimot utslippene mindre for norske enn for importerte varer. Dette gjelder uansett innkjøpssted og uansett om de kjøpes om høsten eller om våren.

For en "kurv" som kjøpes om høsten i Oslo, blir CO<sub>2</sub>-utslippene fra importerte varer dobbelt så store som fra norske (9,0 mot 4,6 kg). De tilsvarende tallene er for Trondheim 11,5 mot 5,3 kg og for Tromsø 17,0 mot 10,1 kg CO<sub>2</sub>.

Om våren er utslippene noe større både for norske produkt (på grunn av vinterlagringen) og for utenlandske (fordi de delvis kommer fra fjernere land). I Oslo blir utslippene da på 11,4 kg CO<sub>2</sub> for den importerte kurven mot 8,3 kg for den norske, i Trondheim 14,0 mot 8,8 kg og i Tromsø 19,4 mot 13,5 kg.

# Innhold

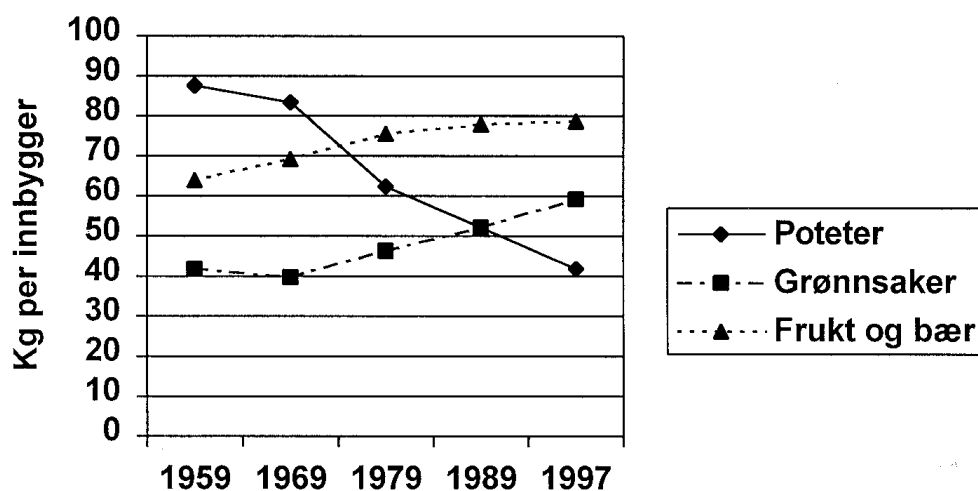
1. Innledning .....	4
2. Problemstilling .....	6
3. Metode .....	10
4. Hvor kommer de importerte produktene fra? .....	12
5. Beregning av CO <sub>2</sub> -utslipp ved dyrking i Norge og land vi importerer fra .....	16
5.1. Poteter og grønnsaker på friland .....	16
5.2. Epler .....	30
5.3. Drivhusgrønnsaker .....	31
6. CO <sub>2</sub> -utslipp ved lagring .....	35
6.1. Lagringstid .....	35
6.2. Energiforbruk ved lagring .....	36
6.3. Svinn .....	37
7. CO <sub>2</sub> -utslipp fra transport .....	41
7.1. Transportavstander og transportmåte for norske produkt .....	41
7.2. Transportavstander og transportmåter for utenlandske produkt .....	47
7.3. CO <sub>2</sub> -utslipp per tonnkilometer .....	51
7.4. Beregning av CO <sub>2</sub> -utslippene fra transport av norske og utenlandske produkt .....	54
8. Summering av CO <sub>2</sub> -utslipp for norske og importerte produkt .....	57
8.1. Drivhusprodukt .....	57
8.2. Høstkurven .....	58
8.3. Vårkurven .....	61
9. Usikkerhet i beregningene - og virkning av noen alternative forutsetninger .....	64
10. Konklusjon og drøfting: Hva forteller resultatene om miljøvennlig kosthold, jordbruk og politikk? .....	67
Litteratur .....	70

# 1. Innledning

Nordmenns forbruk av frukt og grønnsaker øker. I seg selv en gledelig utvikling fra helsemessig synspunkt. Det kunne også være positivt for miljøet, ettersom produksjon av frukt og grønnsaker krever mindre ressurser og skaper mindre forurensning enn produksjon av en tilsvarende mengde animalske matvarer.

Dessverre - både for helse og miljø - har veksten i frukt- og grønnsaksforbruket hittil ikke gått på bekostning av forbruket av animalske matvarer, men snarere av potetforbruket. Det samlede forbruket av friske poteter, grønnsaker, frukt og bær per nordmann er faktisk litt mindre enn for 40 år siden - og betydelig lavere enn i Mellom- og Sør-Europa.

Fig. 1: Årlig forbruk av poteter, grønnsaker og frukt per innbygger 1959-97

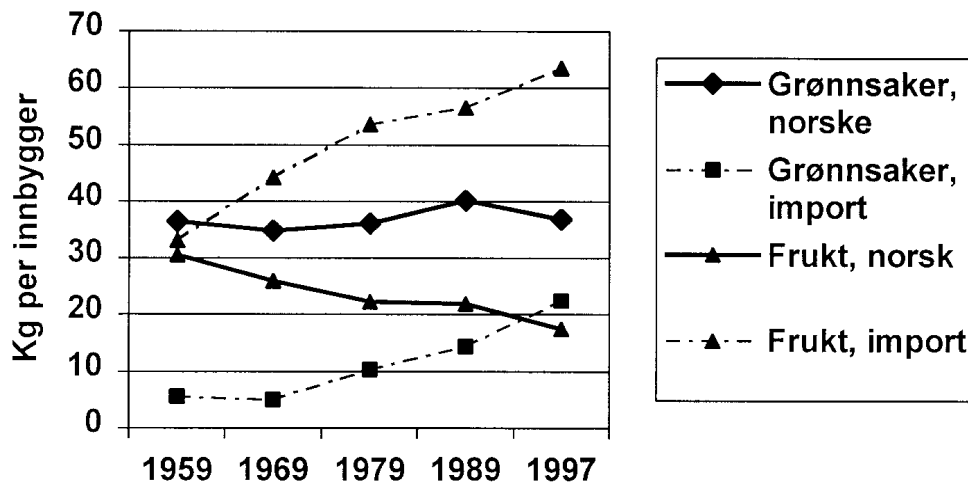


Kilde: Statens Ernæringsråd (1997).

Samtidig har det skjedd andre forskyvninger på middagstallerkenen og i fruktskålen. Vi spiser ikke bare mindre poteter, men *relativt* mindre av de frukt- og grønnsakslagene som både dyrkes i Norge og kan lagres gjennom vinteren - for eksempel epler, hodekål, gulrøtter og kålrot - og mer av dem som må importeres gjennom hele eller deler av året - sydfrukt (også i form av juice), blomkål, brokkoli, paprika, tomater, agurker o.s.v. Delvis av denne grunnen har norske gartnere hatt liten glede av veksten i frukt- og grønnsakforbruket. Det er særlig importen som har økt.

Som fig. 2 viser, er forbruket av norsk frukt nesten halvert på de siste 40 åra, mens forbruket av importert frukt er doblet. Forbruket av norske grønnsaker er uendret, mens forbruket av importerte grønnsaker er firedoblet. Fram til 1980-tallet kunne disse tendensene i hovedsak tilskrives de allerede nevnte forskyvningene i kostvaner, som ble muliggjort av økende velstand. Men vi ser at utviklingen skyter fart på 1990-tallet: forskyvningene har vært betydelig større på de åtte åra etter 1989, enn i den foregående tiårsperioden. Dette har framfor alt handelspolitiske årsaker. Restriksjonene som ble lagt på importen for å beskytte den norske produksjonen er betydelig redusert som følge av tre handelspolitiske oppgjør.

Fig. 2: Forbruk av norskproduserte og importerte grønnsaker og frukt. 1959-97



Kilde: Statens Ernæringsråd (1997)

- Etter sterkt press fra USA, ble Norge på begynnelsen av 1990-tallet tvunget til å tillate fri import av epler i en større del av året enn tidligere.
- Gjennom EØS-avtalen i 1992 ble produsenter i EU innrømmet lettere adgang til det norske markedet for en lang rekke frukt- og grønnsakslag.
- Gjennom GATT-avtalen av 1994, som også innebar opprettelsen av Verdens Handelsorganisasjon (WTO) ble alle kvantitative handelsrestriksjoner (dvs. både direkte forbud mot import av visse varer i deler av året, og mengdebegrensninger på importen) avskaffet. De ble erstattet med tollsatser som i utgangspunktet hadde tilnærmet samme effekt som de tidligere mengdebegrensningene, men som gradvis trappes ned og skal være redusert med 30 % innen 2002.

Forberedelser pågår nå til en ny runde med forhandlinger innenfor rammen av WTO, der målet (som ved de tidligere GATT-rundene) er ytterligere å redusere hindringene for fri handel mellom landa. Norge må her blant annet regne med krav om enda større reduksjoner i importvernet for landbruksprodukter, inkludert poteter, frukt og grønnsaker.

Den utviklinga som er vist i fig. 2, og som altså kan bli ytterligere forsterket i løpet av de nærmeste åra, har en rekke konsekvenser for miljøet. Forskjeller både i naturgitte forhold, i lovgivning og i valg av teknologi gjør at miljøpåvirkningene fra potet-, frukt- eller grønnsakproduksjon i land vi importerer fra, ikke nødvendigvis er de samme eller like store som i Norge. På flere områder er det grunn til å anta at de er mer alvorlige i de fleste av landa vi importerer fra, enn i Norge. Blant annet er forbruket av pesticider av klimatiske grunner gjennomgående lavere i Norge, og problem med jorderosjon og overforbruk av vannressurser er små - i motsetning til det som ofte er tilfellet bl.a. i Middelhavslandene og i USA. Fordi det dyrka arealet i Norge er lite i forhold til total arealet og til nedbøren, er det også sjeldnere at norsk jord- eller hagebruk skaper alvorlig vannforurensning (Rille 1991).

## 2. Problemstilling

I denne rapporten skal vi imidlertid se nærmere på en bestemt miljøpåvirkning, nemlig utslipp av CO<sub>2</sub>. Fører det at vi i økende grad kjøper importerte framfor norskproduserte produkter fra grøntdisken, til høyere eller lavere utslipp av denne klimagassen?

Det finnes en åpenbar grunn til å anta at dette kan være tilfellet. De importerte varene må fraktes til Norge, og den transporten skaper CO<sub>2</sub>-utslipp. Men det er også flere grunner til at vi ikke uten videre kan gå ut fra at denne faktoren er utslagsgivende:

- Også for norskproduserte varer, kan transportvegene innenlands være lange. Dersom den innenlandske transporten genererer mer CO<sub>2</sub> per kilometer enn transporten fra utlandet, og transporten fra utlandet ikke følges av like mange kilometer med innenlands distribusjon, kan CO<sub>2</sub>-regnskapet falle ut til importvarenes fordel, eller det kan være lite som skiller.
- Det kan tenkes at norske bønder skaper større CO<sub>2</sub>-utslipp enn sine utenlandske konkurrenter ved selve dyrkingen av gitte frukt- eller grønnsakslag. Dette er spesielt sannsynlig om vi betrakter grønnsaker som i Norge må produseres i oppvarmede drivhus, særlig tomater og agurker. Men det kan også være forskjeller i CO<sub>2</sub>-utslipp per produsert kilo av andre varer.
- Gjennom deler av året er norske produkter bare tilgjengelige fra lager, mens produsenter i andre land vil kunne eksportere "rett fra åkeren". Lagringen kan medføre CO<sub>2</sub>-utslipp som i så fall må veies mot dem som oppstår ved transport fra utlandet. Denne problemstillingen er ikke minst aktuell på vårparten. For å gjøre norske produkter tilgjengelige da kreves mange måneders lagring, samtidig som produsenter rundt Middelhavet er 1 stand til å levere tidliggrønnsaker av årets avling og produsenter på den sørlige halvkulen også kan levere seine grønnsaker eller frukt av årets avling.
- Mange grønnsaker kan overhodet ikke lagres (friske) helt fram til neste høsting kan begynne. Det kan heller ikke noen av de fruktslagene som dyrkes i Norge. Å kjøpe bare norske produkter vil derfor, spesielt om våren, bety at en begrenser utvalget av grønt men - dersom en vil opprettholde totalforbruket - spiser større mengder av de slagene som er tilgjengelige. Dersom disse produktene skaper mer CO<sub>2</sub> ved dyrking enn dem en kunne ha fått gjennom import, kan regnskapet igjen falle ut til importens fordel.

De sentrale hypotesene som vi vil teste i denne rapporten er:

1. Produksjon og distribusjon av norske drivhus grønnsaker gir opphav til større CO<sub>2</sub>-utslipp enn dem som oppstår ved produksjon, import og distribusjon av tilsvarende grønnsaker fra utlandet.
2. Produksjon og distribusjon av norsk frukt, frilandsgrønnsaker og poteter gir ikke opphav til vesentlig mindre CO<sub>2</sub>-utslipp enn produksjon, import og distribusjon av frukt og grønnsaker fra utlandet.

Vi skal teste disse hypotesene ved å sammenligne CO<sub>2</sub>-utslippene bak:

- 1 kg tomater og 1 kg agurker hhv. fra norsk og utenlandsk produksjon
- En "kurv" av frukt, poteter og frilandsgrønnsaker fra norsk og fra utenlandsk produksjon.

Fordi CO<sub>2</sub>-utslippene ved transport både fra utlandet og fra innenlandske produksjonsområder kan tenkes å falle ulikt ut etter hvor i landet produktene skal leveres, vil vi foreta sammenligninger for tre ulike innkjøpssteder: Oslo, Trondheim og Tromsø.

Sammenligningene vil videre bli foretatt for to ulike tidspunkt:

- Høst (ca. 15. oktober) - et tidspunkt da storparten av spekteret av frukt og grønnsaker som produseres i Norge, faktisk er tilgjengelig fra norsk produksjon (men alternativt kan leveres fra andre land på den nordlige halvkulen)
- 
- Vår (ca. 15. mai) - et tidspunkt da bare et begrenset utvalg av produkter kan leveres fra norsk produksjon - i de fleste tilfeller etter langvarig lagring - mens konkurrerende importvarer i stor utstrekning antas å komme fra Middelhavsområdet eller enda sørligere strøk.

"Høstkurvene" blir sammensatt slik at de består av alle de slagene frukt og frilandgrønnsaker - pluss poteter - der den norske salgsproduksjonen i dag utgjør en halv kilo per innbygger per år eller mer. De enkelte produktenes andeler i kurvene gjenspeiler videre deres andeler av det norske konsumet av poteter/grønnsaker og frukt. Varene det gjelder og mengdene som inngår i beregningene er vist i tab. 1. "Kurvene" svarer omtrent til en måneds gjennomsnittlig forbruk (av produktene som er tatt med) for en familie på fem.

Det er gjort *ett unntak* fra regelen om at kurvene skal omfatte alle varer der dagens norske produksjon utgjør minst 0,5 kg/innb. Unntaket gjelder jordbær, der salgsproduksjonen utgjør ca. 1,8 kg per år per innbygger. Disse kan ikke lagres friske, og har korte, men forskjellige sesonger i ulike land. Dette begrenser i seg selv konkurransen. Vi kan få italienske jordbær i mai og belgiske i juni, bær fra Østlandet i juli og fra Trøndelag eller Nord-Norge i august, men vanskelig fra Italia i august eller fra Trøndelag i mai. I oktober får vi vanskelig friske jordbær overhodet.

**Tab. 1: Norsk produksjon og forbruk av poteter, frukt og grønnsaker og sammensetning av "Høstkurven". Kg**

Vare	Norsk produksjon 1995/97*, regnet per innbygger, kg	Norsk forbruk 1995**, per innbygger, kg	Mengde i "kurven"
Poteter, friske	40,2**	41,9	15 kg
Epler	2,9 (salgsprod.) + ca. 4 fra småhager	16,1	6 kg
Pærer	0,3 (salgsprod.) + ca. 0,3 fra småhager	4,3	-
Plommer	0,2 (salgsprod.) + vel 1 fra småhager	1,7	-
Moreller og Kirsebær	0,15 (salgsprod.) + ca. 0,7 fra småhager	0,9	-
Jordbær	1,8 (salgsprod.) + ca. 1,6 fra småhager	3,8	-
Bringebær	0,3 (salgsprod.) + ca. 0,6 fra småhager	0,9	-

Sydfrukt inkl. import av konserverte frukt	0	ca. 35,0	-
Hvitkål	5,6	6,7	2,5 kg
Blomkål	2,2	3,0	1,2 kg
Kinakål	2,6	3,6	1,4 kg
Rødkål	0,4		-
Rosenkål	0,3		-
Brokkoli	0,4		-
Kålrot	3,1	3,1	1,2 kg
Gulrot	8,3	9,1	3,5 kg
Rødbete	0,4		-
Knollselleri	0,3		-
Kepaløk	3,8	4,1	1,5 kg
Purre	0,7	0,9	0,4 kg
Bønner	0,2		-
Sylteagurk	0,4		-
Salat (friland)	0,6	1,4	0,6 kg
Slangeagurk	2,1	3,3	behandles særskilt
Tomat	2,4	5,3	behandles særskilt
I alt i kurven			33,3 kg

\* For potet, hvitkål, gulrot, kålrot, blomkål, kinakål, salat, løk og purre gjelder tallene i 1. kolonne leveranser målt på engrosnivå i 1995 (siste tilgjengelige år - unntatt poteter som er anslag for 1997) i flg. Statens Ernæringsråd, Utvikling i norsk kosthold 1997. For øvrige frukt- og grønnsakslag gjelder de avling (salgsproduksjon) målt hos produsenter ifølge Statistisk Sentralbyrå, Jordbruksstatistikk 1997. Mellom produsent- og engrosleddet skjer et visst svinn, dvs. at tallene for andre produkt bør reduseres litt for å kunne sammenlignes med Ernæringsrådets tall. På den andre sida bør en være oppmerksom på at produksjon i private småhager er med i Ernæringsrådets tall men ikke i SSB sine. Dette har mindre betydning for poteter og grønnsaker, men stor betydning når det gjelder frukt og bær, der småhagene i flere tilfeller står for mer enn halvparten av den norske produksjonen.

\*\* Tallene gjelder forbruk målt på engrosnivå i flg. Statens Ernæringsråds statistikk, unntatt for rødkål, rosenkål, brokkoli, bønner, rødbete, knollselleri og sylteagurk, der Ernæringsrådet ikke oppgir særskilte tall. Her er tallene sum av norsk avling i flg. SSBs Jordbruksstatistikk og import i flg. SSBs Utenrikshandelsstatistikk, begge delene i 1997.

\*\*\* Tallene gjelder matpoteter. Nærmere halve produksjonen - og noe av importen - går til bearbeiding (potetmel, sprit, chips osv.) eller til for.

Når vi ser på situasjonen om *våren*, er det altså ikke realistisk å operere med en like sammensatt "norsk" kurv. Det vil ikke være tilgang på kinakål, blomkål, purre eller salat fra friland. Epler (de mest lagringssterke sortene) kålrot og gulrot befinner seg i begynnelsen av mai nær grensen for hva som vanligvis regnes som mulig lagringstid, men kan fortsatt leveres om en aksepterer risiko for et betydelig lagringssvinn. Vi velger å la kinakål, blomkål, purre og salat i den norske "vårkurven" erstattes av økte mengder hvitkål (+ 1,0 kg), kålrot (+ 1,0 kg) gulrot (+ 1,0 kg) og løk (+0,6 kg). En alternativ løsning for salatens del vil være å velge norsk drivhussalat. Nok en mulighet - realistisk midt i mai i Sør-Norge - ville være å erstatte denne og evt. noen av de andre lagringssvake grønnsakene i en "norsk" kurv med ville vekster, for eksempel løvetann- og nesleblad.

Når det gjelder drivhusgrønnsakene, vil vi ikke gjøre særskilte sammenligninger for 15. mai og 15. oktober. Problemstillingene omkring langtidslagring, som er en viktig grunn til å tenke seg at resultatene for mange andre produkt kan bli ulike vår og høst, er ikke aktuelle når det gjelder tomater eller agurker. Den norske produksjonen av agurker og tomater er i dag stort sett begrenset til periodene da disse produktene nyter et høyt tollvern, som for agurker vil si 10.3-15.10 og for tomater 10.5-15.10. Vi vil sammenligne de gjennomsnittlige CO<sub>2</sub>-utslippene bak norske agurker og tomater med det som ville oppstå dersom utenlandske konkurrenter skulle overta markedet i de samme periodene. Dette er i nær framtid en mer aktuell problemstilling enn den motsatte, nemlig at norske produsenter skulle overta markedet i vintermånedene.

### 3. Metode

For å anslå CO<sub>2</sub>-utslippene bak de ulike "kurvene" - og for drivhusgrønnsakene - trenger vi kunnskap om, eller mulighet for å gjøre rimelige antakelser om følgende forhold:

- Hvilke land kommer de importerte produktene fra, og hvor i Norge dyrkes de produktene som leveres hhv. i Oslo, i Trondheim og i Tromsø?
- Hvor store er CO<sub>2</sub>-utslippene ved dyrking av de ulike produktene, hhv. i Norge og i land det importeres fra? (Med CO<sub>2</sub>-utslipp ved dyrking mener vi her både utslippene som skjer hos bonden selv, for eksempel ved bruk av traktor og oppvarming av drivhus, og utslippene fra produksjon av innsatsvarer bøndene bruker, for eksempel kunstgjødsel.)
- Hvor lenge må hhv. importerte og norske produkt lagres for å kunne leveres på de to aktuelle tidspunktene, hvor stort svinn fører dette til, og hvor store CO<sub>2</sub>-utslipp fører lagringen til per tidsenhet?
- Hvilke transportveger tar produktene (norske hhv. utenlandske) fra produsentlager til butikk, hvilke transportmiddel brukes, og hvor mye CO<sub>2</sub> slipper disse transportmidlene ut per tonn frukt eller grønnsaker som transporteres?

De CO<sub>2</sub>-utslippene vi betrakter, knytter seg alle til *energibruk* ved produksjon, lagring og distribusjon av produktene. Mindre CO<sub>2</sub>-utslipp kan også oppstå på andre måter, for eksempel ved at CO<sub>2</sub> blir tilført lufta i drivhus for å fremme plantenes vekst, men neglisjeres i denne rapporten. Dette innebærer at spørsmålet om størrelsen på CO<sub>2</sub>-utslippene for hvert ledd kan brytes ned på to delspørsmål: (a) hvilke mengder av ulike energivarer går med (til dyrking, lagring eller transport) og (b) hvor store CO<sub>2</sub>-utslipp genererer hver enhet, for eksempel liter eller kilowattime, av disse energivarene? Disse spørsmålene er minst kompliserte når det gjelder transportleddet. Alle aktuelle transportmiddel drives av oljeprodukt, og disse produktene (for eksempel diesel til lastebiler og tungolje til skip) har vel kjente utslippsfaktorer. Når det derimot gjelder dyrking og lagring, har vi å gjøre med flere typer energivarer (olje, gass, kull, elektrisitet, bioenergi) i forskjellig blanding etter hvilket land det gjelder. Vi må derfor enten vite eller - oftere - anslå hvor store deler disse utgjør av det totale energiforbruket. Kan vi først det, er det en forholdsvis enkel sak å beregne CO<sub>2</sub>-utslippene som knytter seg til *brenslene*. Det er bare små variasjoner i utslippene som oppstår ved brenning av en gitt mengde olje, gass eller kull. For å gjøre regnestykket fullstendig må en gjøre mindre påslag for utslippene som oppstår under utvinning, transport og raffinering av brenslene. Dette er bakt inn i de utslippsfaktorene som vises i tab. 2.

Når det gjelder elektrisitet er problemet mer komplisert. Dersom vi betrakter elektrisitetmarkedene som nasjonale, blir CO<sub>2</sub>-utslippene per kilowattime forskjellige fra land til land, alt etter hvor mye av strømmen som kommer fra kraftverk uten CO<sub>2</sub>-utlipp (fornybare kilder, kjernekraft), hvor mye som produseres med ulike fossile brensel og hvor effektive de fossilfyrte kraftverkene er. Dette er imidlertid, i hvert fall hva gjelder Europa, en foreldet betraktningssmåte. Vårt kontinent - der de fleste av konkurrentene på grøntmarkedet også befinner seg - utgjør i økende grad et integrert kraftmarked. For Norges del kan det også uttrykkes slik at dersom vi bruker mer strøm, øker produksjonen av kull-, gass- eller kjernekraft i andre europeiske land, og omvendt. Vi finner det derfor riktig å bruke en felles utslippsfaktor for elektrisitet. Denne er basert på den gjennomsnittlige sammensetningen av og effektiviteten ved strømproduksjonen i europeiske OECD-land (Vest-Europa pluss Polen, Tsjekkia og Ungarn). Etter fordelingstap produserte disse landa i 1995 2270 TWh elektrisitet.

Ca. halvparten av dette kom fra fossilfyrte kraftverk som gjorde krav på kull med et energiinnhold på 2026 TWh, olje med et innhold på 447 TWh og naturgass med et innhold på 399 TWh (OECD 1997). Multiplikasjon med de utslippsfaktorene som er oppgitt for disse brenslene og deling på nettoproduksjonen av strøm viser at utslippene per levert kWh var (tilnærmet) 450 gram CO<sub>2</sub>.

Dette tallet er også rimelig for Norges del dersom en velger å anta at vårt strømforbruk marginalt dekkes av gasskraft, snarere enn av import (dvs. at en fortsatt vekst i forbruket vil bli møtt med utbygging av gasskraftverk). Ved et livsløpsutslipp på 245 g/kWh for naturgass blir utslippene per kWh elektrisitet levert fra kraftverk av typen som har vært prosjektert på Kårstø og Kollsnes (virkningsgrad 58 %) lik 422 g/kWh. Med overførings- og fordelingstap på 6,2 % - et høyst realistisk tall- kommer vi også på denne måten til 450 g/kWh.

**Tab. 2. Livsløpsutslipp av CO<sub>2</sub> per kilowatttime for ulike energivarer. Gram.**

Kull	396
Diesel	292
Fyringsolje	288-292
Gass	245
Bioenergi	54
Elektrisitet	450

Kilde: Børjesson (1996), unntatt elektrisitet (se teksten). Tall fra bioenergi gjelder utslipp under produksjon og transport.

Ut over dyrking, lagring og transport fram til butikk, kan poteter, frukt og grønnsaker hevdes å gi opphav til CO<sub>2</sub>-utslipp i ytterligere noen ledd: ved drift av butikkene der de selges, transport hjem til forbrukerne, tilberedning og bortkjøring/behandling av de delene som blir til avfall. Disse utslippene kan imidlertid antas å være uavhengige av om produktene kommer fra Norge eller andre land, og behandles derfor ikke i denne rapporten. Vi ser heller ikke på utslipp knyttet til produksjon av emballasje. Det er nok forskjeller i måten noen produkter emballeres på mellom Norge og enkelte av landa vi importerer fra, men disse antas å ha liten betydning for CO<sub>2</sub>-regnskapet.

## 4. Hvor kommer de importerte produktene fra?

Dette spørsmålet er ikke fullt så enkelt som det kan synes ved første blick. Av Statistisk Sentralbyrås Utenrikshandelsstatistikk kan vi finne ut hvilke land vi importerte hver enkelt av produktene i "kurvene" våre fra siste år (det vil i skrivende stund si 1997). Importstatistikken kan til og med brytes ned på måneder, slik at en kunne tenke seg å se på fordelingen av importen i september og april siste år, som grunnlag for å avgjøre hvilke produsentland de utenlandske "kurvene" pr. 1.10 og 1.5 skulle forutsettes å komme fra.

Problemet med en slik tilnærming er at både importens fordeling gjennom året, og fordelingen på produsentland, påvirkes sterkt av de gjeldende tollbestemmelsene. Tollsatsene på poteter, frukt og grønnsaker varierer gjennom året (se vedlegg 1). Ofte er de høye når norske produkt er på markedet, enda høyere når norske produkt bare kan markedsføres etter langvarig lagring eller etter tidlig fyringsstart i drivhus - og lave eller ikke-eksisterende i eventuelle perioder da det er helt uaktuelt med norske leveranser. Dette i seg selv betyr at det blir lite import av mange varer i en måned som oktober. Det betyr også at det vil være en tendens til at de land som lettest kan levere akkurat i de periodene da tollsatsene er lavest, lettest vil komme høyt på importstatistikken for hele året - når andre forhold er like.

Det finnes viktige unntak fra det nevnte mønsteret. For eksempel er epler - siden "krigen" med USA - høyt tollbelagt helt fra mai til november, men nesten ikke fra desember til april, til tross for at norske epler ikke kommer på markedet før i september og kunne ha blitt levert ut over hele vinteren. Nettoeffekten av denne bestemmelsen er å favorisere eksportører på den nordlige halvkulen over dem på den sørlige (som må betale den høye tollsatsen når de leverer sine epler i løpet av den nordlige forsommeren).

Mer omfattende unntak, med enda mer direkte virkning på landfordelingen av importen, gjelder EU- og EFTA-land, som betaler noe reduserte tollsatser på de fleste grønnsakslagene.

Dersom vi er interessert i konsekvensene mhp. CO<sub>2</sub>-utslipp av et *framtidig regime med generelt lavere tollsatser* på poteter, frukt og grønnsaker, er det derfor ikke gitt at dagens landfordeling av importen gir et ideelt utgangspunktet for vurderingen. Det kan tenkes at land med konkurranse fortrinn i de periodene der dagens tollsatser er høyest, vil få en større andel av den samlede importen. Det kan også tenkes at land utenfor EU - ikke minst i Øst-Europa - vil få større markedsandeler (et resultat som også vil følge av en EU-utvidelse østover, uavhengig av hva som skjer i framtidige WTO-forhandlinger).

Her kommer vi likevel til å gå ut fra en landfordeling av importen som i hovedtrekk - med noen modifikasjoner og forenklinger - ligner på den en hadde i 1997. Tab. 2 viser de viktigste kildene for importen i 1997 (inntil fire land er nevnt for hvert produkt, likevel ikke flere enn at de som vises til sammen kommer opp i 80 % av den totale importen). Forutsetningene som legges til grunn for den videre drøftingen, gjennomgås nedenfor.

**Tab. 3: Import av poteter, epler og grønnsaker i 1997**

Vare	Import i alt, tonn	Viktigste produsentland
Potet totalt	35174	Danmark 8028 (23 %) Canada 5859 (17 %) Storbritannia 5353 (15 %) Kypros 4233 (12 %)
Nypotet 15.5. - 15.7	4765	Kypros 2545 (53 %) Frankrike 490 (10 %) Spania 476 (10 %) Tyskland 368 (8 %)
Eple	37795	Argentina/Chile 12322 (36 %) Sørlige halvkule ellers 2995 ( 8 %) Italia 9912 (26 %) Frankrike 6343 (17 %)
Hvitkål	259	(mest fra Ungarn)
Blomkål	4444	Spania 2260 (51 %) Storbritannia 519 (12 %) Italia 431 (10 %) Nederland 255 ( 6 %)
Kinakål	4631	Spania 1783 (39 %) Israel 1159 (25 %) Portugal 1112 (24 %)
Kålrot	965	Storbritannia 568 (59%) Canada 342 (35 %)
Gulrot	3315	Spania 1354 (41 %) Italia 1175 (35 %) Nederland 170 (5 %)
Løk	1714	Spania 536 (31 %) Australia/New Zealand 451 (26 %)
Purre	1295	Nederland 747 (58 %) Frankrike 435 (34 %)
Issalat	4207	Spania 3364 (80 %)
Slangeagurk	5462	Spania 3881 (71 %) Nederland 1528 (28 %)
Tomat	11741	Spania 8102 (69 %) Nederland 3238 (28 %)

Kilde: Statistisk Sentralbyrå, Utenrikshandelsstatistikk 1997

### Kommentarer til tab. 3 og forutsetninger videre i rapporten:

**Poteter:** Det er i dag først og fremst importen av nypoteter om våren/forsommeren som kommer ut i butikkene som matpoteter. Den øvrige potetimporten går mest til bearbeiding. Pr. i dag finnes det knapt noen utenlandske poteter i butikkene om høsten: når vi innfører dem i vår "høstkurv", har vi derfor å gjøre med en hypotetisk framtidig situasjon. I denne situasjonen - med fri eller nesten fri import - må en vel forvente at konkurransen om høsten i første rekke kommer fra land i Nord- eller Mellom-Europa. Så tidlig som 15. mai, kommer

den først og fremst fra Kypros. På den andre sida har vi også i dag en viss import fra land lenger nord, litt lenger ut på sommeren. I våre beregninger velger vi å reindyrke todelingen, slik at potetene i vårkurven antas å komme fra Kypros og dem i høstkurven fra Storbritannia (som avstandsmessig ligger fjernere enn Danmark, om lag like fjernt som Tyskland og Frankrike men mye nærmere enn Canada).

**Epler:** Her velger vi å forutsette at importen i mai kommer 75 % fra den sørlige halvkulen (Argentina, Chile, Sør-Afrika, Australia og New Zealand, med tyngdepunkt i Argentina og veid gjennomsnittsavstand 13.000 km) og 25 % fra Frankrike eller Nord-Italia (avstand 1700 km). Om høsten forutsetter vi det motsatte forholdet, altså 75 % fra Frankrike/Italia og 25 % fra den sørlige halvkulen.

**Hvitkål:** Her er importen i dag så liten og tilfeldig vekslende at siste års import bør tillegges mindre vekt. Om våren kan den mest aktuelle konkurransen være fra tidligkål (sommerkål) dyrket i Middelhavsområdet. Vi velger å la denne inngå i vårkurven, med en transportavstand på 3500 km. Om høsten vil den eventuelt kunne komme fra andre nordiske land eller Mellom-Europa. Fordi kålen har lav verdi i forhold til vekt og transportkostnad, og Norge har et godt klima for kålproduksjon, er det kanskje lave arbeidskraftkostnader som i så fall kan gjøre utslaget. Vi velger å anta at eventuell kålimport om høsten kommer fra Polen eller Ungarn (gjennomsnittsavstand til Oslo 1200 km).

**Blomkål:** Her er importen en aktuell realitet både i oktober (da vi er helt på tampen av den norske sesongen) og i mai (da den ennå ikke har begynt). Leveranser om våren kommer fortrinnsvis fra Spania, om høsten delvis fra Storbritannia eller Nederland. Vi velger å anta at blomkål i "vårkurven" kommer 100 % fra Spania, i "høstkurven" 50 % fra Spania og 50 % fra Storbritannia.

**Kinakål:** Importen kommer i dag overveiende fra Spania, Portugal eller Israel. Tollen er allerede i dag lav og ikke differensiert etter årstid. Vi velger derfor å gå ut fra en landfordeling av importen som ligner dagens både i vår- og høstkurven (30 % fra Israel og 70 % fra den iberiske halvøya, for enkelhets skyld representert ved Spania).

**Kålrot:** Importen i dag er svært liten og skjer helst på forsommeren. Kålrot dyrkes helst i land med relativt kjølig klima. Ved en eventuell utvidet import vil både Storbritannia og Canada, men også nordiske land, være mulige konkurrenter. For enkelhets skyld - og som et kompromiss mellom mulige ytterpunkter når det gjelder avstand - velger vi å forutsette at hele importen både vår og høst kommer fra Storbritannia.

**Gulrot:** Importen i dag skjer overveiende på forsommeren og kommer helst fra Sør-Europa. Mindre kvanta kommer fra enda fjernere kilder (USA, Israel), og noe fra Nederland. Vi velger som forenkling å forutsette at hele importen i vårkurven kommer fra Spania (50 %) og Italia (50 %). Ved en eventuell import om høsten vil både disse landa og andre som ligger nærmere være mulige kilder. Vi velger å forutsette at gulrøttene i høstkurven kommer med 50 % fra Italia og 50 % fra Nederland.

**Løk:** Løk er blant de mest lagringsdyktige grønnsakene. Dagens import er liten og skjer fortrinnsvis i løpet av de to-tre siste månedene før den norske innhøstingen, som skjer i overgangen august/september. På grunn av lagringsdyktigheten *kan* alle produsentland levere nesten året rundt, men de på den sørlige halvkulen har et lite fortrinn om våren. Vi velger å

forutsette at importen om våren kommer med 60 % fra Australia og 40 % fra Spania, mens den om høsten kommer med 50 % fra Spania og 50 % fra Nederland.

**Purre:** Her er land i Nord- og Mellom-Europa de mest aktuelle konkurrentene. Vi velger å anta at leveransene både vår og høst fordeler seg omtrent som dagens, med 60 % fra Nederland og 40 % fra Frankrike. Det er imidlertid en viktig forskjell mellom Høst- og vårleveranser. De om høsten vil komme fra en normal avling, mens leveranser i mai må antas enten å bestå av tidlig høstet - og liten - purre eller av drivhusproduksjon.

**Salat:** Spania er den helt dominerende kilden for importert salat, til alle årstider. Vi velger for enkelhets skyld å forutsette at all salatimport både vår og høst kommer fra Spania.

**Slangeagurk og tomat:** Begge disse produktene kommer nesten utelukkende fra Spania (frilandsproduksjon) og Nederland (drivhusproduksjon) med nesten identisk fordeling, ca. 70 % fra Spania og 30 % fra Nederland. For disse produktene vil vi som nevnt ikke beregne CO<sub>2</sub>-utslippene særskilt for vår og høst, men derimot som et gjennomsnitt for sommerhalvåret 1/5 - 1/II. Vi forutsetter at importen i denne perioden fordeler seg med 70 % fra Spania og 30 % fra Nederland.

## 5. Beregning av CO<sub>2</sub>-utslipp ved dyrking i Norge og land vi importerer fra

Vi har nå spesifisert hvor de eplene, potetene og grønnsakene som konkurrerer med norske produkt blir produsert. Eventuelle forskjeller i CO<sub>2</sub>-utslipp mellom disse og de norske produktene vil avhenge dels av hvordan CO<sub>2</sub>-utslippene under *dyrking* i disse landa faller ut i forhold til de norske utslippene, dels av forskjeller i energiforbruk og svinn ved *lagring*, og dels av utslippene ved *transport* fra de nevnte landa vs. transport fra aktuelle norske produksjonsområder.

Vi begynner altså med å se på dyrkingsleddet. Vi kommer til å dele denne drøftingen i tre: først ser vi på poteter og frilandsgrønnsaker, der mange forhold er sammenlignbare. Derne st betrakter vi epler og til slutt veksthusproduktene.

### 5.1. Poteter og grønnsaker på friland

Jordbruksproduksjonen krever energi, som potensielt gir opphav til CO<sub>2</sub>-utslipp, både til:

Operasjoner på garden, som drift av traktorer og andre maskiner, oppvarming og belysning av drivhus og pumping av vann dersom det er behov for kunstvanning.

Produksjon (og framtransport) av innsatsvarer som kunstgjødsel, kalk og sprøytemiddel.

Produksjon av kapitalvarer som driftsbygninger, grøfter, vanningsanlegg, traktorer og maskiner.

I den mest omfattende undersøkelsen som er gjort av energibruken i norsk jordbruk (Breirem o.fl. 1980) ble energiforbruket til produksjon av poteter anslått til 750 kWh per tonn (0,75 kWh/kg) og til grønnsaker på friland til 1,08 kWh/kg. Energiforbruket fordelte seg ifølge deres beregninger som vist i tab. 4. Merk at disse beregningene gjelder primært energiforbruk, dvs. at energitap ved produksjon av elektrisitet, raffinering av olje m.v. er bakt inn.

**Tab. 4. Fordeling av energibruk til produksjon av poteter, grønnsaker, frukt og bær. Norge 1979. Prosent og kWh per produsert kg**

	Poteter		Grønnsaker (friland)	
	%	kWh/kg	%	kWh/kg
Direkte energibruk på garden	26,3	0,197	30,2	0,326
Gjødsel og kalk	27,5	0,206	23,0	0,248
Andre varer og tjenester	11,0	0,082	18,5	0,200
Produksjon av kapitalvarer	35,2	0,265	28,3	0,306
<i>Herav grøfter, vanningsanlegg</i>	<i>2,1</i>	<i>0,016</i>	<i>3,8</i>	<i>0,041</i>
<i>bygninger</i>	<i>12,4</i>	<i>0,093</i>	<i>8,4</i>	<i>0,091</i>
<i>traktorer, biler, maskiner</i>	<i>20,7</i>	<i>0,156</i>	<i>16,1</i>	<i>0,161</i>
SUM	100,0	0,75	100,0	1,08

Kilde: Breirem o.til1980. kWh/kg-kolonnene beregnet av forf. etter sumtall og prosentfordeling i kilden.

Anslagene i tab. 4 gjelder energiforbruk fram til varene leveres fra, eller blir forbrukt på garden. Tallene for poteter gjelder videre all potetproduksjon - både til mat, industri og for. Når vi - foreløpig - er interessert i å anslå energiforbruket per kilo avling *høstet* til *mat*, betyr det at anslagene må revideres.

Breirem o.fl. har beregnet energiforbruket per dekar som brukes til ulike produksjoner, og fordelt dette på antall kilo nyttiggjort avling. Både for poteter og grønnsaker er det siste satt til 2000 kg/da. Når vi ser på produksjon av matpoteter, er dette tallet imidlertid for høyt. I tab. 7 nedenfor anslår vi den gjennomsnittlige nettoavlingen av matpoteter i Norge til 1640 kg/da (etter frasortering av små og skadde poteter og fradrag for settepoteter, men før lagringstap). Når det gjelder grønnsaker er det derimot alt for lavt, enten vi betrakter et gjennomsnitt av grønnsakene som dyrkes i Norge (veidd etter arealet som brukes til dem) eller det veidde gjennomsnittet av grønnsaker i "kurvene" som studeres i denne rapporten. For et veidd gjennomsnitt av grønnsakene i høstkurven blir det gjennomsnittlige avlingsnivået i Norge Ofr. tab. 1 og tab. 7) lik 3300 kg/da (for *alle* grønnsaksalg under ett ca. 2800 kg/da). Forskjellen fra de 2000 kg skyldes delvis at avlingsnivået for en del grønnsakslag har økt siden 1979, men rimeligvis først og fremst at Breirem o.fl. har trukket fra *lagringssvinn*, som kan være stort for mange grønnsakslag, men som vi vil behandle særskilt i neste kapitel.

Korrigerer vi anslagene fra Breirem o.fl. slik at de knyttes til avlingsnivå på 1640 kg/da for poteter og 3300 kg/da for grønnsaker, får vi de resultatene som er vist i tab. 4 a.

**Tab. 4a. Energiforbruk til produksjon av poteter og frilandsgrønnsaker i Norge. Data fra tab. 4 med reviderte forutsetninger om avlingsnivå.**

	Poteter		Grønnsaker (friland)	
	%	kWh/kg	%	kWh/kg
Direkte energibruk på garden	26,3	0,240	30,2	0,198
Gjødsel og kalk	27,5	0,251	23,0	0,150
Andre varer og tjenester	11,0	0,100	18,5	0,121
Produksjon av kapitalvarer	35,2	0,323	28,3	0,185
Herav grøfter, vanningsanlegg	2,1	0,020	3,8	0,025
bygninger	12,4	0,113	8,4	0,055
traktorer, biler, maskiner	20,7	0,190	16,1	0,105
SUM	100,0	0,914	100,0	0,641

Kilde: Breirem o.fl. (1980) og teksten.

I det at beregningene til Breirem o.fl. gjaldt produkt etter lagring, ligger også at selve energiforbruket til denne lagringa (dvs. til kjøling) er med i posten "direkte energibruk på garden". Dessverre kommer det ikke direkte fram av publikasjonen hvor mye dette leddet utgjør. Men vi kan gå ut fra at det er betydelig. Den gjennomsnittlige lagringstida for grønnsaker kan være i størrelsesordenen to måneder (noen lagres høyst i noen uker, mens andre har en salgsperiode på 6-7 måneder og dermed en midlere lagringstid på rundt 3 måneder). Av tall som blir presentert i neste kapitel går det fram at innlagring pluss lagring i to måneder kan kreve rundt 0,15 kWh per kg, altså langt det meste av den direkte energibruken. For poteter er energibehovet til lagring mindre, selv om den gjennomsnittlige lagringstida er noe lengre. Men det er trolig at dersom vi trekker lagringa fra, så kommer

energiforbruket til produksjon av grønnsaker ned i ca. 0,5 kWh/kg og til poteter i godt under 0,9 kWh/kg.

Ser vi på sammensetningen av denne resten, kan det være at mange blir overrasket. Godt over 35 % av energiforbruket til poteter, og nesten like mye til grønnsaker, skyldes da *produksjon av kapitalvarer*. Det vil si den energien som går med til å produsere traktorer, maskiner, grøfter, vanningsanlegg og bygninger, delt på det garden produserer gjennom deres levetid.

Gjødsel og kalk betyr nest mest, med rundt 30 % av energiforbruket fram til innlagring.

Storparten av de siste 30-35 % skyldes i tilfellet grønnsaker "andre varer og tjenester". Dette inkluderer blant annet plantevernmiddel, men den største posten er trolig emballasje. Selve energiforbruket på garden, eksklusive lagring, betyr - fortsatt dersom våre anslag ovenfor er riktige - for en heller liten del av energiforbruket. I tilfellet poteter er den noe større.

La oss nå se nærmere på de enkelte postene, og hvordan de kan tenkes å variere mellom land og mellom grønnsakslag.

## **Kapitalvarer**

Når det gjelder energiforbruket til produksjon av kapitalvarer, er det naturlig først å spørre om det var og fortsatt er hold i de anslagene Breirem o.fl. gjorde for Norge.

Dessverre finnes, så vidt vi kjenner til, ingen seinere studier som har prøvd å besvare dette direkte. Det kunne være nærliggende å tenke seg at energiforbruket til kapitalvarer var redusert siden 1979, av minst tre grunner:

1. Det meste av dette energiforbruket er knyttet til produksjon av materialene som inngår, for eksempel stål, sement og saget tømmer. I løpet av de siste 20 åra har produksjonen av slike materialer blitt mer energieffektiv.
2. Gjennomsnittsstørrelsen på norske gardsbruk har økt (også de som produserer poteter og/eller grønnsaker). Dersom de fleste bruk holder seg med en og bare en traktor (for eksempel) kan dette bety at det trengs færre traktorer per arealenhet.
3. Når det gjelder grønnsaker, har det vært en viss økning i det gjennomsnittlige avlingsnivået (ca. 20 % for alle grønnsakslag under ett). For poteter har det derimot vært liten økning siden 1979.

Ser vi nærmere på forutsetningene hos Breirem o.fl., er det imidlertid usikkert om det er grunn til noen større reduksjon i anslagene for primært energiforbruk per enhet til produksjon av kapitalvarer. De anslo eksempelvis energiforbruket til produksjon av traktorer til 21.000 kWh per tonn, i tråd med beregninger for bilproduksjon fra den svenske forskeren Ilja Kordi. Kordis resultat var imidlertid markert lavere enn dem til andre forskere på samme tid (Hille 1991 b). Ennå på 1990- tallet må en ennå regne med at det kreves mellom 22-27 MWh per tonn til produksjon av en gjennomsnittlig bil på det norske markedet (Hille 1995 a). Når vi skal beregne CO<sub>2</sub>-utslipp fra energiforbruket ved hjelp av faktorene i tab. 2, må vi imidlertid ta utgangspunkt i *sluttforbruket* av energi til produksjon av traktorer m.v. (i motsatt fall legger vi til energitap ene ved strømproduksjon, raffinering m.v. og de tilhørende utslippene to ganger). Sluttforbruket av energi til produksjon av biler ligger i dag på ca. 14 MWh/tonn, og

tør, som Breirem antok, grovt sett kunne overføres på traktorer. For andre maskiner regnet Breirem o.fl. med et noe lavere energiforbruk per tonn.

Når det gjelder bygninger, gikk Breirem o.fl. ut fra et energiforbruk på 1400 kWh per kvadratmeter grunnflate, og fant dessuten at det - stikk motsatt utviklinga for traktorer og maskiner - hadde vært *økende* i etterkrigstida fram til 1979. Hille (1995 b) har til sammenligning anslått energiforbruket til boligproduksjon i Norge til ca. 1700 kWh/m<sup>2</sup> målt som sluttforbruk, noe som tilsvarer godt over 2000 kWh målt som primær energi. Det er trolig at energiforbruket per kvm. ligger noe lavere for driftsbygninger enn for boliger, men ikke nødvendigvis vesentlig lavere enn 1400 kWh/m<sup>2</sup>, selv om vi måler sluttforbruk.

Hypotesen om at tallet på traktorer skulle være redusert i takt med tallet på bruk, kan enkelt avkreftes. Det var 148.000 firehjulstraktorer i landbruket i 1994 - nesten to per bruk - mot 129.000 i 1979. Dessuten var de blitt større: i 1994 var 51 % på 60 HK eller mer, mot 22 % i 1979 (Statistisk Sentralbyrå, Jordbruksstatistikk 1995). Vi har ikke særskilte tall for bruk med poteter eller grønnsaker, men heller ingen grunn til å tro at utviklinga der har vært annerledes. Økende traktorstørrelse taler for at energiforbruket til produksjon av hver enkelt traktor kanskje ikke er så mye redusert som vi ellers kunne ha antatt. Når bildet er slik mht. traktorer - som praktisk talt alle bruk hadde i 1979 - er det dessuten all grunn til å anta at bestanden av øvrige maskiner, som det først lønner seg å skaffe når en har et visst minste areal av en gitt vekst, har økt snarere enn avtatt. Derimot har produksjonen av nye driftsbygg for jordbruket vært noe lavere på 1990-tallet enn det Breirem o.fl. regnet med i 1979. De regnet med 517.000 kvm, mens det som gjennomsnitt for 1995-97 ble påbegynt 386.000 kvm. bygg for jordbruk, skogbruk og fiske (Statistisk Sentralbyrå 1998). Selv om jordbruket nok står for den helt overveiende delen av sistnevnte tall, er det 25 % lavere enn Breirems.

Det faktum at det høstes mer grønnsaker per areal enhet, bidrar nokså opplagt til å trekke energiforbruket til kapitalvarer ned når det måles per kg avling.

I sum tilsier disse betraktningene at det kan være rimelig å regne med at energiforbruket til produksjon av kapitalvarer, regnet som sluttforbruk, ligger omkring en tredjedel lavere per dekar i dag enn det Breirem o.fl. oppga som primært forbruk. I tilfellet poteter betyr det at energiforbruket per kilo avling bør reduseres med 33 %, mens det i tilfellet grønnsaker kan reduseres med ca. 45 %. Vi får i så fall et energiforbruk på 0,22 kWh/kg for poteter og 0,10 kWh/kg til grønnsaker.

Spørsmålet er så hvor mye CO<sub>2</sub> som produseres for hver kilowattime energi som brukes i produksjon og transport av kapitalvarene, noe som igjen avhenger av hvilken miks av energibærere som inngår i disse prosessene. Vi kjenner ikke til studier som kan belyse dette direkte, men det er nærliggende å tro at forholdet energi/ CO<sub>2</sub> for traktorer og maskiner ikke skiller seg vesentlig fra det som gjelder personbiler. Det siste er analysert av Hille (1995a) som fant at energibruken til produksjon av biler for det norske markedet fordelte seg med 12 % på kull, 39 % på olje, 16 % på naturgass og 33 % på elektrisitet. Ifølge tab. 2 gir dette et gjennomsnittlig CO<sub>2</sub>-utslipp på 348 g per kWh. For bygninger er tallet trolig litt lavere (lavere andel elektrisitetsforbruk i monteringen og høyere andel bioenergi, spesifikt i produksjonen av trelast).

Går vi ut fra 330 g/kWh som gjennomsnitt, får vi at utslippet av CO<sub>2</sub> knyttet til produksjon av kapitalvarer for jordbruket utgjør ca. 33 g per kg grønnsakavling og 73 g per kg potet. Som en forstår av det som er sagt ovenfor, kan dette i bare tas som grove anslag for størrelsesordenen.

Vårt egentlige spørsmål er imidlertid om det kan være grunn til å tro at det er forskjell mellom energibruken og CO<sub>2</sub>-utslippene per produsert enhet i dag mellom Norge og noen av de landa vi importerer poteter, frukt eller grønnsaker fra. Slike forskjeller kan i første rekke tenkes å bero på forskjeller i mengdene av bygninger, traktorer, maskiner, vanningsanlegg mm per produsert enhet. Det kan selvfølgelig også tenkes å være forskjeller i energiforbruket per produsert kvadratmeter bygning, men disse har vi ingen mulighet for å kartlegge. Vi ser også bort fra forskjeller per produsert traktor eller maskin, ettersom disse forhandles internasjonalt.

Det kan være flere grunner til at mengdene av kapitalvarer, inkludert bygninger og anlegg, varierer mellom land. En er at forskjeller i klima og jordbunn medfører forskjeller i behov for så vel grøfter som vanningsanlegg. De to behovene varierer ofte med motsatt fortegn, men en kan ikke gå ut fra at summen av energibruk er konstant. De fleste norske grønnsakprodusenter har både grøfter med kort avstand og vanningsanlegg.

Av større betydning for energi- og CO<sub>2</sub>-budsjettet er maskinparken. Vi har sett at økende bruks størrelse ikke har ført til noen reduksjon i traktorholdet i Norge, men tvert imot til at tallet på traktorer pr. bruk øker. I de fleste land vi importerer frukt eller grønnsaker fra, er brukene i gjennomsnitt større - til dels mye større - enn hos oss. Dette gjelder også bruk som produserer poteter og grønnsaker. Betyr dette at de holder seg, med tre, fire eller ti traktorer hver - eller at traktortallet per mål er lavere? Tab. 5 gir svaret:

**Tab. 5. Antall traktorer per km<sup>2</sup> jordbruksareal. 1990.**

Norge	15,9
Nederland	9,5
Italia	8,5
Danmark	5,8
Frankrike	4,8
Storbritannia	2,8
Spania	2,4

Kilde: European Environment Agency (1995).

Relatert til *avlingene* blir differansene mellom Norge og noen av de andre landa i denne tabellen enda større. I Storbritannia er eksempelvis potetavlingene per mål ca. 2/3 større enn i Norge. Dersom differansen mht. traktorhold per mål (1 :6) mellom de to landa også er gyldig for potetprodusenter, så blir forskjellen i traktorhold per tonn poteter som 1: 10. Traktorer beregnet spesielt på bruk i skogen kan bare forklare en liten del av denne forskjellen.

Det kan tenkes at norske traktorer - nettopp fordi det er så mange av dem at hver av dem brukes i færre timer per år - har lengre levetid enn i en del andre rana. Dette vil i så fall bety at forskjellen i energiforbruk til traktorproduksjon blir noe mindre.

Det kan også tenkes at bestanden av andre maskiner viser et annet mønster enn det vi ser for traktorer. For eksempel er det noen grønnsaker (eksempelvis kålrot, løk og gulrot) som noen europeiske bønder høster manuelt, mens andre har maskiner til å gjøre jobben. Det kan tenkes at manuell høsting er mer utbredt i Norge enn i andre Nordeuropeiske land på grunn av våre mindre enheter (men kanskje enda mer utbredt i Spania på grunn av dets lavere

arbeidskraftkostnader). Dette vil ha konsekvenser for energiforbruket til produksjon av høstingsmaskiner. Vi har imidlertid ikke funnet statistiske oppgaver som kan belyse dette forholdet. For de fleste produktene er det neppe store forskjeller mht. hvilke arbeidsmoment som er mekanisert.

Ei heller har vi grunnlag for å si om det er forskjeller mellom massen av driftsbygninger relativt til produksjonen i norsk hagebruk og i andre lands, ut over antakelsen om at det også her finnes noe stordriftsfordeler.

I sum må vi regne med at energiforbruket til produksjon av kapitalvarer er større per produsert enhet poteter, frukt eller grønnsaker i Norge enn i de fleste land vi importerer fra. Det er beklagelig at det per i dag ikke finnes noe bedre grunnlag for å tallfeste forskjellene.

I de videre beregningene vil vi legge til grunn at CO<sub>2</sub>-utslippene fra produksjon av kapitalvarer i Norge utgjør 73 g per kg poteter og 33 g per kg grønnsaker, samt at de er *halvparten så store* for importerte produkt (uansett opprinnelsesland), dvs. på hhv. 36 og 16 g.

### **Energibruk på garden**

Når vi ser bort fra energibruk til lagring, domineres den direkte energibruken på gardene helt av operasjonene ute på åkeren: drift av traktorer og eventuelle selvgående maskiner eller biler (under høsting) og vanningsanlegg. Bortsett fra sistnevnte, som vanligvis drives av elektriske pumper, er den dominerende energikilden overalt dieselolje.

Forbruket av diesel vil avhenge av hvor mange timer det kjøres med traktor, bil eller andre maskiner i løpet av dyrking såret, og av maskinenes/bilenes spesifikke drivstofforbruk. I tilfellet traktorer er det siste ikke bare avhengig av modell og kjøreatferd, men også av effektuttaket under de enkelte operasjonene.

Dessverre finnes ingen studier der disse forholdene sammenlignes direkte mellom norsk og utenlandsk potet - eller grønnsaksproduksjon. Vi har imidlertid ikke grunn til å regne med de helt store forskjellene i dyrkingsteknikk mellom Norge og de fleste aktuelle konkurrentland. For enkelte grønnsaker kan det som nevnt være forskjeller i høstingsteknikk. Det kan også være forskjeller i omfanget av jordarbeiding (pløying og harving) før såing eller planting, særlig vis-à-vis områder rundt Middelhavet med lettere jordarter enn våre. Vis-à-vis andre land i Nord- og Mellom-Europa er disse forskjellene neppe store. Endelig kan hyppigheten av både sprøyting (som gjerne skjer fra traktor så lenge det er mulig uten å skade plantene) og av mekanisk ugrasrensing variere. Generelt er bruken av sprøytmiddel større i Sør-Europa enn hos oss, mens det kan være omvendt med den mekaniske rensinga, også fordi ugras (i motsetning til insekter) er et minst like stort problem i vårt kjølige og fuktige klima som i varmere og tørrere.

Breirem o.fl. har i en studie fra 1983, som supplerer den tidligere omtalte fra 1980, anslått drivstofforbruket ved dyrking av poteter og av kålrot i Norge som vist i tab. 6 med et par modifikasjoner. Breirems beregninger for kålrot gjaldt i utgangspunktet forkålrot, der også bladene ble høstet (til for). Vi har derfor trukket forbruket til høsting og transport av blad ut. Dessuten forutsatte Breirem o.fl. en avling på 6500 kg røtter, som er vel dobbelt så mye som gjennomsnittet for matkålrot. Vi har derfor redusert energiforbruket til høsting og til transport med 40 %.

**Tab. 6. Drivstofforbruk ved dyrking av potet og kålrot i flatt terreng i Norge. Liter diesel per dekar**

	<b>Kålrot</b>	<b>Potet</b>
Pløying	(1 g.) 2,25	(1 g.) 2,25
Slådding	(1 g.) 0,45	(1 g.) 0,45
Harving	(3 ggr.) 1,35	(3 ggr.) 1,35
Gjødsling	(1 g.) 0,25	(1 g.) 0,25
Setting/Såing	(1 g.) 2,00	(1 g.) 1,50
Radrensing/hypping	(3 ggr.) 1,35	(3 ggr.) 1,35
Sprøyting	(2 ggr.) 0,60	(4 ggr.) 1,20
Risfjerning	-	(1 g.) 2,50
Høsting	(1 g.) 0,80	(1 g.) 7,40
Transport av såvare, gjødsel og avling	2,40	2,00
Vedlikehold og ymse	1,85	2,08
<b>Totalt drivstofforbruk, liter</b>	<b>12,80</b>	<b>22,83</b>

Kilde: Breirem o. fl. 1983

En grov test for rimeligheten - og aktualiteten - i anslagene til Breirem o.fl. har vi i en undersøkelse av energiforbruket i det norske jordbruket som ble gjort av Statistisk Sentralbyrå i 1993 (Statistisk Sentralbyrå 1995). Den viste et gjennomsnittlig forbruk av diesel på 14 liter/da jordbruksareal. Dette gjaldt imidlertid alt forbruk på gardene, også i skog og øvrig utmark. Ved ulike former for korn- og grasproduksjon, som til sammen står for over 90 % av jordbruksarealet, fant Breirem o.fl. (1983) at drivstofforbruket varierte mellom 7-13 l/da. Forskjellen mellom et gjennomsnitt på ca. 10 l/da og en 1993-verdi på 14 l/da kan fullt rimelig forklares ved merforbruket ved drift i skog og utmark. Det er også klart at potet- og grønnsakproduksjon krever noe mer kjøring enn dyrking av korn eller eng: oppgavene til Breirem o.fl. innebærer altså at det kjøres ca. 30 % mer enn gjennomsnittlig ved grønnsakdyrking og vel dobbelt så mye ved potetdyrking.

Tabellen antyder at variasjoner i høstingsteknologi (i tab. 4 er det regnet med maskinell høsting av poteter, men åpenbart delvis manuell høsting av kålrot) kan ha vesentlig innflytelse på drivstofforbruket, og at variasjoner i jordarbeiding også kan bety en del. Antall sprøytinger skal økes sterkt før det får mye å si for den totale energibruken *på garden* (produksjonen av sprøytemiddel kommer vi tilbake til).

For de fleste grønnsakslagene på friland er det rimelig å regne med at energiforbruket per mål ligger nærmere det som er vist for kålrot enn det for potet. Med unntak for gulrot og løk, der praksis varierer, må de slagene vi betrakter høstes manuelt. Det betyr at energiforbruk til høstingsmaskiner faller bort. På den andre sida blir både kålvekstene, løk og purre plantet ut, snarere enn sådd direkte, noe som oftest skjer fra traktor og kan være mer energikrevende enn både såing av kålrot og setting av potet. Dersom jorda ikke bare harves, men freses på forhånd, vil dette også bety et tillegg i energiforbruket.

Kanskje den faktoren som har størst betydning for forskjeller i energiforbruket per kg avling er selve avlingsnivået. Siden mengden traktorkjøring ved alle operasjoner unntatt høsting og

hjemtransport kan betraktes som uavhengig av avlingsnivå, vil grønnsaker som gir liten avling per dekar, under ellers like vilkår kreve mer energi per kg enn dem som gir stor avling.

Dette har betydning både for sammenligninger mellom grønnsakslag og mellom land. Tab. 7 viser gjennomsnittlige avlinger per mål av poteter og frilandsgrønnsaker i Norge og de landene vi her antas å importere fra.

**Tab. 7. Potet- og grønnsakavlinger per dekar. Gjennomsnitt 1995-97.**

	Norge	Importkilder
Potet	1640*	Kypros 1730* Storbritannia 2750*
Hvitkål	4550	Ungarn 1780 Sommerkål * 2500
Blomkål	1620	Storbritannia 1210 Spania 2030
Kinakål	2550	Spania ? Portugal ? Israel ?
Matkålrot	3030	Storbritannia? Canada?
Gulrot	3680	Spania 4480 Italia 3990
Løk	3430	Spania 3720 Australia 4020 Nederland 3420
Purre	1940	Nederland 2440 Frankrike 2430
Issalat	2090	Spania 2770

Kilde: Norge: Statistisk Sentralbyrå, Jordbruksstatistikk 1995-97. EU-land: Eurostat, Crop Production 1998:2. Øvrige land: FAG, Production Yearbook 1997, unntatt tallet for Kypros som svarer til anslag fra Forbrugerstyrelsen (1996) med fradrag for settepotet.

\* Tallene for potet er anslag på nettoavlinger etter fradrag for små og skadde poteter samt for settepoteter. Fradraget for små og skadde er satt til 20 % for Norge (i samsvar med Breirem o.fl. (1983)) og til 15 % for Storbritannia (ved høyere totalavling bør andelen småpoteter være mindre). For Kypros antas dette fradraget å være bakt inn i Forbrugerstyrelsens anslag. For alle land er det gjort fradrag på 270 kg for settepotet.

Tab. 7 viser at for de fleste grønnsakene er avlingene i Norge *litt* mindre enn normale avlinger i de land det er mest aktuelt å importere fra. Det er et par viktige unntak. Potetavlingene i Storbritannia er *betydelig* høyere enn i Norge (og vi ville ha fått et liknende - til dels enda klarere - bilde om vi hadde valgt Danmark, Nederland eller Tyskland som "konkurrenter"). Dette gjelder derimot ikke om vi sammenligner med avlingene av tidligpotet på Kypros (nettopp fordi det dreier seg om tidligpoteter blir avlingene mindre). Og kålavlingene i Norge er *betydelig* høyere enn i Ungarn. De er også vel så høye som i de fleste land i Vest-Europa. Vi har dessverre ikke statistikk over avlingene av *sommerekål* i Sør-Europa, men det ligger i sakens natur at avlingene av sommerekål (lette hoder) ligger *betydelig* lavere enn for vinterkål. 2500 kg/da er en brukbar avling i Norge, rimeligvis også i Italia eller Spania.

Tilsvarende betraktninger gjelder også for andre produkt som høstes "før tida". Dette er en aktuell problemstilling med hensyn til gulrot, kålrot og purre som inngår i "vårkurven". Når for eksempel italienske gulrøtter, fransk purre eller britisk kålrot høstes i mai (det siste er mulig fordi kålrota har kort veksttid) må avlingene nok bli lavere enn det som er vist i tabellen. Den som tviler på det, kan sammenligne størrelsen på de importerte varene (unntatt purre fra nederlandske drivhus) som tilbys i mai/juni, med de norske fra vinterhalvåret. Det finnes dessverre ingen statistikk som kan fortelle hvor store disse "våravlingene" er. Det er likevel grunn til å anta at når vi midler mellom den importerte purren, gulrøttene og kålrota som kan opptre i en vårkurv og de som opptre i høstkurven, så forsvinner det meste om ikke hele forskjellen mellom de norske og de utenlandske avlingene. Heller enn å gjette på forskjellen mellom vår- og høstavlingene vil vi legge til grunn at de importerte i begge fall er nokså like de norske.

Det antatte drivstofforbruket i tab. 6 utgjør 125 kWh/da for kålrot og 222 kWh/da. for potet. Ut fra de norske avling stallene kan dette oversettes til 0,041 hhv. 0,14 kWh per kg avling.

Det første tallet - som vi anser mest typisk for grønnsakene - er så vidt lavt at det ikke tilsier noe behov for en inngående differensiering av anslaget mellom ulike grønnsakslag og land. Dette desto mindre ettersom forskjellene i drivstofforbruk i stor grad må bli spekulative. Vi vil derimot gå ut fra at CO<sub>2</sub>-utslippene utgjør 0,04 kWh/kg for samtlige grønnsakslag og land, unntatt blomkål, purre, norsk issalat og importert kål, der avlingene per dekar er så vidt mye lavere at vi vil gå ut fra 0,55 kWh/kg. De tilsvarende CO<sub>2</sub>-utslippene utgjør 12 hhv. 16 gram per kg produkt.

Når det gjelder poteter vil vi gå ut fra samme drivstofforbruk til kypriotiske som til norske. For britiske poteter legger vi til grunn at energiforbruket til høsting og hjemtransport er proporsjonal med avlingen (altså like stort som i Norge per kg) mens det øvrige drivstofforbruket er likt *per dekar* og derfor like mye mindre enn det norske som avlingsnivået er høyere. Det innebærer at drivstofforbruket til britiske poteter blir på vel 0,10 kWh/kg og gir 30 g/kg CO<sub>2</sub>-utslipp, mot 40 g/kg for norske poteter.

Disse tallene - som nok en gang ikke kan betraktes som annet enn grove størrelsesorden-anslag - gjelder altså utslipp fra traktorer, biler og maskiner.

I tillegg kommer eventuelle utslipp knyttet til drift av *vanningsanlegg*.

Vanning med 100 mm vann - nok til å overbrygge de fleste tørre forsommere i Norge - kan kreve 20-25 kWh per dekar til drift av pumper (Stadig 1997). Utlignet på en netto potetavling på 1640 kg blir det ca. 0,013 kWh/kg, som gir 6 g CO<sub>2</sub>. Utlignet på avlinger av grove grønnsaker blir det ca. 2-3 g CO<sub>2</sub>. For fine grønnsaker blir tallene høyere (4-6 g) dersom en går ut fra like mye vanning per avling, men dette er ikke nødvendigvis realistisk når veksttida er kort, som for salat og blomkål. Når det gjelder potet er nok også antakelsen om at det vannes med 100 mm i gjennomsnitt overdrevet (slett ikke alt potetareal har vanningsutstyr). Energibruk til vanning har m.a.o. relativt liten betydning for CO<sub>2</sub>-regnskapet i Norge, og vi kan gå ut fra at det samme er tilfellet i andre land i Nordvest-Europa. Vi velger her å regne med at vanning medfører ekstra CO<sub>2</sub>-utslipp på 4 g/kg for poteter og 3 g/kg for grønnsaker, samt at dette gjelder både for Norge og andre land i Nordvest- eller Sentral-Europa.

I Middelhavslanda kan tallene være betydelig høyere. Der kan fordampninga fra plantene gjennom veksttida komme opp i 5-600 mm (mot høyst om lag 300 mm fra poteter eller grove grønnsaker hos oss. Dette, pluss eventuelt spill, representerer den øvre grensen for vanningsbehovet (i det teoretiske tilfellet at en overhodet ikke fikk nedbør). Nedbøren er også forholdsvis liten i sommerhalvåret. Her velger vi å anta at omfanget av vanning, og tilhørende CO<sub>2</sub>-utslipp, er tre ganger høyere for produkt fra Spania, Portugal, Italia, Kypros, Israel og Australia enn for dem fra Nord- og Mellom-Europa.

Når vi legger disse anslagene til dem for utslipp fra traktor og maskindrift, får vi disse CO<sub>2</sub>-utslippene fra direkte energibruk på gårdene:

**Tab. 8. Anslåtte CO<sub>2</sub>-utslipp fra energibruk på gårdene. g CO<sub>2</sub>/kg produkt.**

	Norge	Importland
Potet	44	Kypros 52 Storbritannia 34
Hvitkål	15	Høst (Italia/Spania) 19 Vår (Polen/Ungarn) 21
Blomkål	19	Storbritannia 19 Spania 25
Kinakål	15	21
Kålrot	15	15
Gulrot	15	21
Løk	15	21
Purre	19	19
Issalat	19	21

\* Forbehold for importvare om våren. Se avsnittet om lagring.

Kilde: se teksten, For Norge er det gjennomgående regnet med at vanning bidrar med 2 g CO<sub>2</sub> per kg grønnsaker (3 g for poteter) i tillegg til energiforbruket til maskiner.

## Gjødsel og kalk

Det finnes ingen egen statistikk over forbruket av kunstgjødsel til potet og grønnsaksproduksjon, bare over forbruket i jordbruket som helhet. Det er imidlertid rimelig å anta at de fleste bønder i Norge gjødsler i samsvar med gjeldende faglige råd. I den mest brukte læreboka i grønnsakdyrking her i landet, Gunnar Balvolls "Grønnsakdyrking på friland" (5.utg 1995) anbefales de dosene av de tre hovednæringsstoffene i kunstgjødsel som er vist i tab.7. (Boka oppgir *intervaller* for hver vekst, for eksempel 20-28 kg N til kål, 14-20 kg N til løk osv., ettersom det nøyaktige "optimum" vil være avhengig blant annet av jordart, klima og sortvalg. Vi har imidlertid valgt bare å gjengi midtpunktene i intervallene, for å lette videre beregninger. Anbefalingene for potet er hentet fra en annen lærebok av Balvoll.

Tab. 9 viser også forbruket pr kilo avling, når gjødselmengdene blir delt på de gjennomsnittsavlingene som er vist i tab. 6.

**Tab. 9. Gjødsling per dekar og per kilo avling. Norge**

	Gjødselmengder per dekar, kg			Gjødselmengder per kg avling, gram		
	N	P	K	N	P	K
Potet	10	4	11	6,1	2,4	6,7
Hodekål	24	3,5	19,5	5,3	0,8	4,3
Blomkål	24	3,5	19,5	14,8	2,2	12,0
Kinakål	11	3,5	12	4,3	1,4	4,7
Kålrot	7,5	2,5	12	2,5	0,8	4,0
Gulrot	11	4,5	16,5	3,0	1,2	4,5
Løk	17	6	16,5	5,0	1,7	4,8
Purre	17	6	16,5	8,8	3,1	8,5
Issalat	11	6	12	5,3	2,9	5,7

Kilder: Balvoll (1995) og tab. 7.

Noen bønder tilfører en del av næringsstoffene i form av husdyr- eller annen organisk gjødsel, og enkelte - økologiske bønder - bruker ikke kunstgjødsel overhodet. På de fleste gardene som driver større produksjon av poteter eller grønnsaker, brukes likevel hovedsakelig eller utelukkende kunstgjødsel.

Vi har ikke oppgaver over anbefalt gjødsling til poteter og grønnsaker fra de fleste av landa vi importerer fra. Det kan være slik at de (oftest) noe høyere avlingene som oppnås i utlandet i noen tilfeller er betinget av sterkere gjødsling. De svært høye potetavlingene i Nederland synes for eksempel å henge sammen med noe sterkere N-gjødsling (v.d. Bok 1998). Vi har imidlertid ikke grunn til å anta at dette generelt er tilfellet: klima har nok mer å si. Ser en på jordbruksarealet under ett - det eneste det finnes internasjonal statistikk for - gjødsler norske bønder med noe *mer* nitrogen per dekar enn de fleste andre i Europa (OECD 1997). Her velger vi å forutsette samme gjødsling per dekar i land vi importerer fra som i Norge, hvilket betyr at gjødselforbruket per kilo produkt vil variere med avlingsnivået per dekar. Vi gjør unntak for kål fra Øst-Europa, der det er all grunn til å tro at de lave avlingene henger sammen med mindre gjødsling. Her vil vi gå ut fra samme gjødselforbruk per kilo produkt som i Norge.

Breirem o.fl. (1980) oppgir energiforbruket til produksjon av nitrogengjødsel til 18 kWh/kg, for fosfor til 4,5 kWh/kg og for kalium til 2,5 kWh/kg. I tillegg regner de med et energiforbruk til emballasje og transport av kunstgjødsel som svarer til 2,15 kWh/kg næringsstoff. Tallene gjelder primær energi. Forskjellen mellom primær energi og sluttforbruk er ikke så stor når det gjelder produksjon av gjødsel, særlig ikke N-gjødsel, som for produksjon av kapitalvarer. Energien som brukes er overveiende olje eller gass, der forskjellen utgjør noen prosent som går med til utvinning, transport og (bare i tilfellet olje) raffinering.

I alle fall for nitrogengjødsel bør tallet imidlertid varelavere i dag også på grunn av teknologiske forbedringer. Det mest energikrevende leddet i framstillingen er produksjonen ammoniakk (NH<sub>3</sub>) ved hjelp av olje eller naturgass. Ifølge Bidstrup o.fl. (1993) som bygger på oppgaver fra Norsk Hydro, krever dette ca. 11 kWh per kg ammoniakk dersom produksjonen skjer på grunnlag av olje, eller 9 kWh/kg om det skjer på grunnlag av naturgass. International Fertilizer Association (1998) oppgir et spenn på mellom 8,9 og 12,5 kWh/kg med dagens

teknologi. Et tall på 10 kWh/kg ammoniakk må antas å ligge nær det aktuelle gjennomsnittet i vestlig industri. Dette tilsvarer 12 kWh per kilo rein nitrogen. I tillegg kommer energiforbruket til syntetisering eller blanding av gjødsler (som er avhengig av hvilken gjødseltype eller -blanding det er tale om) og granulering. IFA oppgir likevel at det samlede energiforbruket til produksjon av urea - en form for rein nitrogengjødsel - kan være så lavt som 11,7 kWh per kg N i de aller mest moderne anleggene, men også at det i eldre anlegg kan være "langt høyere". Patyk (1996), sitert i Stadig (1997) oppgir 13,7 kWh per kg N i urea, men noe lavere tall for andre rene N-gjødseltyper. Det meste av gjødsler som selges i Norge er fullgjødsel, dvs. ulike blandinger som inneholder både N, P og K.

Patyk (1996) oppgir et energiforbruk på 1,6-2,3 kWh per kg fosfat ( $P_2O_5$ ) for to ulike typer fosforgjødsel med dagens teknologi. Regnet per kg fosfor blir det hhv. 3,7 og 5,3 kWh. Disse tallene fordeler seg jamnt på hver side av anslaget til Breirem o.fl., men synes å gjelde sluttforbruk, dvs. at gjennomsnittet reelt ligger noe høyere enn Breirems verdi.

I det følgende vil vi regne med et sluttforbruk på 13 kWh/kg N til nitrogengjødsel (eller N-komponenten i fullgjødsel), 4,5 kWh/kg til fosfor og 2,5 kWh/kg til kalium, i alle tilfellene med et tillegg på 2 kWh/kg for emballasje og transport. Til produksjon av N-gjødsel brukes minst 90 % fossile brensel, oftere gass enn olje. Av energien til produksjon av fosfor- og kalijødsel utgjør elektrisitet en noe større andel (knappt 25 % for fosfor ifølge Patyk). Transporten foregår overveiende ved hjelp av olje. Vi velger derfor å regne med et gjennomsnittlig  $CO_2$ -utslipp på 280 g/kWh for produksjon + transport av nitrogengjødsel og 320 g/kWh for fosfor og kalium, jfr. tab. 2. Det gir et utslipp på 4,3 gram  $CO_2$  per gram nitrogen, 2,1 g/g fosfor og 1,4 g/g kalium. Noen vil regne med et lavere utslipp av  $CO_2$  fra produksjon av nitrogengjødsel, fordi det er vanlig at en del av den  $CO_2$  som oppstår ved ammoniakkproduksjonen ikke slippes direkte ut i lufta men utnyttes i andre industriprosesser. Her skriver vi de samlede utslippene på kontoen for gjødselproduksjon.

$CO_2$ -utslippene per kilo produkt fra N-, P- og K-gjødsel blir dermed som vist i Tab. 10:

**Tab. 10.  $CO_2$ -utslipp fra gjødsling**

	Norge				Importert
	CO <sub>2</sub> -utslipp per kg produkt (g) fra				CO <sub>2</sub> -utslipp per kg produkt (g) fra
	N	p	K	N+P+K	N+P+K
Potet	26	5	9	40	Kypros 38, Storbritannia 24
Hodekål	23	2	6	31	Øst-Eur. 31, Sør-Eur. 56
Blomkål	64	5	17	86	Storbritannia 115, Spania 69
Kinakål	19	3	7	29	29
Kålrot	11	2	6	18	18
Gulrot	13	3	6	23	23
Løk	22	4	7	33	Spania 30, Australia 28, Nederland 33
Purre	38	7	12	59	47
Issalat	23	6	8	37	28

Kilde: Tab. 7, Tab. 9 og teksten

Energiforbruket til kalk er lite. Breirem o.fl. fant at det i Norge utgjorde 2,6 % av energiforbruket til kunstgjødsel. Vi ser derfor bort fra denne posten.

## Pesticider

Forbruket av sprøytemiddel mot ugras, sopp og skadedyr kan være et alvorlig miljøproblem, men blir ofte neglisjert i studier av *energiforbruk* til matproduksjon fordi de står for en svært liten del av det totale energiforbruket. I hagebruket er imidlertid sprøytemiddelforbruket per dekar jamnt over høyere enn i andre deler av jordbruket. Det gjør det berettiget å spørre om de kan ha en viss betydning i energiregnskapet for grønnsaker.

Planteforsk på ÅS har i 1994-96 kartlagt bruken av sprøytemiddel til en rekke grønnsaker i Norge. For noen av de grønnsakene som er med i vårt utvalg, fant de det forbruket som er vist i 1. kolonne i tab. 11:

**Tab. 11. Bruk av pesticider (aktivt stoff) til ulike grønnsakkulturer i Norge.**

	kg per dekar	g per kilo produkt
Hvitkål	0,18	0,04
Blomkål	0,26	0,16
Kinakål	0,07	0,03
Kålrot	0,54	0,18
Gulrot	0,27	0,07
Løk	1,05	0,31
Issalat	0,04	0,02

Kilde: Trond Hofsvang, Planteforsk-Plantevetet, pers. kornmo og tab. 7.

Breirem o.fl. (1980) anslo energiforbruket per kg aktivt stoff i sprøytemiddel til 31 kWh. Stadig (1997) oppgir betydelig høyere middelerverdier for samtlige av seks grupper plantevernmidler han har vurdert: de varierer fra 48 til 73 kWh/kg. Forskjellen kan både henge sammen med at anslaget til Breirem o.fl. var forsiktig, med at Stadigs utvalg inkluderer flest sopp- og insektmidler snarere enn ugrasmidler, og med at det har vært en utvikling mot mer "konsentrerte" stoff. Elektrisitet utgjør i flg. Stadigs oppgaver typisk 3040 % av energien som går med til å produsere pesticider, resten er hovedsakelig olje og naturgass. Antar vi et CO<sub>2</sub>-utslipp på 330 gram per kWh i snitt og et energiforbruk på 30 kWh per kg virksomt stoff blir CO<sub>2</sub>-utslippet per gram virksomt stoff (tilnærmet) 10 g. Antar vi i stedet at energiforbruket er 60 kWh per kg blir CO<sub>2</sub>-utslippet i stedet 20 g per gram virksomt stoff.

Selv det høyeste tallet ville innebære at CO<sub>2</sub>-utslippet fra sprøytemiddel betydde lite i norsk grønnsakproduksjon. Det ville gi et utslipp på ca. 6 g per kg løk, 3,5 g per kg kålrot, 3 g per kg blomkål og under 1,5 g for alle andre kulturer.

Det er sannsynlig at bruken av sprøytemiddel er høyere i de fleste om ikke samtlige av våre konkurrentland på grønnsakmarkedet. Vi vet at dette er tilfellet når vi ser på pesticidforbruket per dekar av det dyrka arealet under ett (tab. 12).

**Tab. 12. Forbruk av pesticider (aktivt stoff) per da. fulldyrka areal. Kg. 1995**

Norge	0,10
Frankrike	0,43
Italia	1,42
Nederland	1,11
Polen	0,05
Portugal	0,41
Spania	0,14
Storbritannia	0,57
Ungarn	0,15

Kilde: OECD 1997

Vi ser at forbruket av pesticider i alle land unntatt Polen ligger høyere, og i enkelte land svært mye høyere, enn i Norge. Ved tolkningen av disse tallene er det imidlertid viktig å være oppmerksom på at grønnsaker, som gjerne utsettes for mer sprøyting enn korn eller eng, også opptar en større del av det dyrka arealet i disse landa enn i Norge. Grønnsaker opptar såleis 0,7 % av det full dyrka arealet i Norge, men fra 1,6 til 2,1 % i Frankrike, Storbritannia og Spania, 4,1 % i Italia og 7,7 % i Nederland. I tillegg har alle disse landa, især Frankrike, Italia og Spania, mer fruktproduksjon (i forhold til det dyrka arealet) enn Norge, og fruktdyrking er enda mer pesticid-intensiv enn grønnsakdyrking. Disse faktorene er trolig mer enn tilstrekkelige til å forklare den forholdsvis beskjedne forskjellen i pesticidforbruk mellom Norge og Spania, mens det fortsatt er noe som taler for at bønder i noen andre land bruker mer sprøytmiddel til de samme vekstene enn norske bønder. Det finnes også noen direkte sammenligninger som underbygger dette: for eksempel blir det sprøytet sju ganger årlig mot skadedyr i nederlandske kålåkrene, mot 1,5 ganger i Norge; og 11 ganger mot tørråte i nederlandske potetåkrene, mot fire ganger i Norge (Hofsvang 1993).

Sannsynligheten taler altså for at når vi sammenligner en "kurv" med importerte produkt med en tilsvarende norsk, så vil sprøytmiddelforbruket bak den utenlandske være større enn bak den norske. Men selv om det skulle være tre ganger så høyt, betyr dette neppe mer enn 3-4 gram ekstra CO<sub>2</sub>-utslipp i gjennomsnitt for hvert kilo av produktene i kurven. Det kurvveidde gjennomsnittet av sprøytmiddelforbruket til de sju kulturene som er vist i tab. 11 er nemlig 0,11 g/kg. Det tilsvarer 2 gram CO<sub>2</sub>-utslipp per kilo (for norske produkt) dersom vi går ut fra det høye anslaget på 60 kWh/kg til sprøytmiddelproduksjonen.

Vi ser derfor bort fra forbruket av sprøytmiddel i de videre beregningene av CO<sub>2</sub>-utslipp.

## **Emballasje**

Emballasje - papp og/eller plast - kan stå for en ikke ubetydelig del av energiforbruket til grønnsaker. Da emballasjen som brukes til norske og importerte varer med få unntak er nokså lik, vil vi imidlertid se bort fra denne posten her.

## Konklusjon om dyrking av poteter og frilandsgrønnsaker

Tab. 13 oppsummerer våre anslag for CO<sub>2</sub>-utslipp knyttet til produksjon av kapitalvarer, energiforbruk på gardene og gjødsel for norske og importerte poteter og grønnsaker:

**Tab. 13. Summerte CO<sub>2</sub>-utslipp fra produksjon av poteter og frilandsgrønnsaker. Gram/kg.**

	<b>Kapitalvarer</b>	<b>Direkte energi</b>	<b>Gjødsel</b>	<b>Sum</b>
Poteter	Norge 73 Kypros 36 Storbrit. 36	Norge 44 Kypros 52 Storbrit. 34	Norge 40 Kypros 38 Storbrit. 24	Norge 157 Kypros 126 Storbrit. 94
Hodekål	Norge 33 Ø-Europa 16 S-Europa 16	Norge 15 Ø-Europa 19 S-Europa 21	Norge 31 Ø-Europa 31 S-Europa 56	Norge 79 Ø-Europa 66 S-Europa 93
Blomkål	Norge 33 Spania 16 Storbrit. 16	Norge 19 Spania 25 Storbrit. 19	Norge 86 Spania 69 Storbrit. 115	Norge 138 Spania 110 Storbrit. 150
Kinakål	Norge 33 Import 16	Norge 15 Import 21	Norge 29 Import 29	Norge 77 Import 70
Kålrot	Norge 33 Import 16	Norge 15 Import 15	Norge 18 Import 18	Norge 66 Import 49
Gulrot	Norge 33 Import 16	Norge 15 Import 21	Norge 23 Import 23	Norge 71 Import 54
Løk	Norge 33 Australia 16 Spania 16 Nederland 16	Norge 15 Australia 21 Spania 21 Nederland 15	Norge 33 Australia 28 Spania 30 Nederland 33	Norge 81 Australia 65 Spania 67 Nederland 64
Purre	Norge 33 Import 16	Norge 19 Import 19	Norge 59 Import 59	Norge 118 Import 101
Issalat	Norge 33 Import 16	Norge 19 Import 21	Norge 37 Import 28	Norge 89 Import 65

Kilde: Tab. 6, Tab. 8 og teksten

Våre anslag innebærer altså at norske produkt, med to unntak, er noe mer energikrevende fram til høsting enn de utenlandske. Hovedårsaka er i de fleste fall energiforbruket til produksjon av kapitalvarer, der vi har gjort høyst skjematisk anslag men likevel tror at resultatet, midlet over alle land og varer i høst- og vårkurvene, kan gi et rimelig uttrykk for forskjellen i kapitalvareintensitet mellom Norge og konkurrentene.

## 5.2. Epler

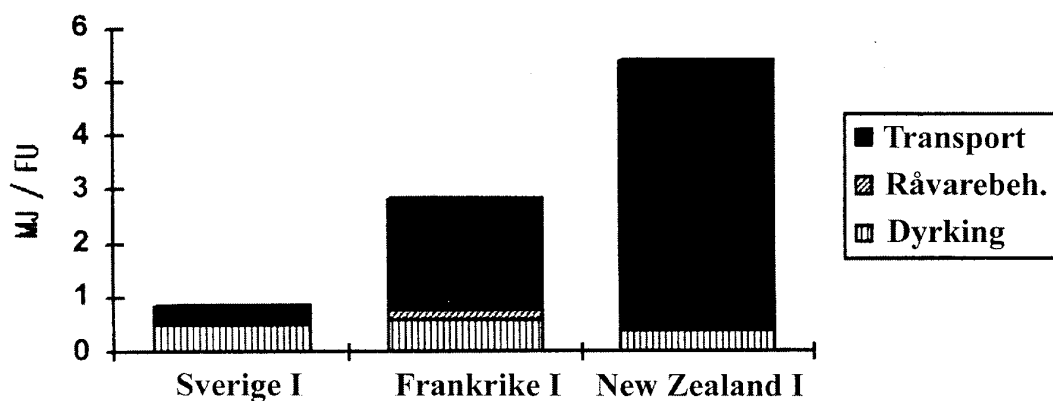
Det foreligger ikke egne studier av energiforbruket ved produksjon av epler i Norge, selv om studien til Breirem o.fl. (1980) inneholder anslag for samlekategori "frukt og bær". Derimot har Stadig (1997) gjennomført en svært detaljert, sammenlignende livssyklusanalyse av epleproduksjon i Sverige, Frankrike og New Zealand. Denne viser et energiforbruk på 0,11

kWh/kg ved dyrking i New Zealand, 0,14 kWh/kg ved dyrking i Sverige og 0,17 kWh/kg ved dyrking i Frankrike. Det høyere tallet i Frankrike skyldes et noe høyere forbruk av pesticider enn i de to andre landa. Ved epledyrking kan faktisk pesticidforbruket bli så høyt at det gjør merkbart utslag i energiregnskapet.

Studien omfatter ikke produksjon av kapitalvarer. Ifølge Breirem o.fl. sto dette for 24 % av energiforbruket i frukt- og bærproduksjon i Norge omkring 1980, noe mindre enn for poteter og grønnsaker. Det er sannsynlig at dette er noe mer enn i land det er aktuelt å importere fra, av de samme grunnene som ble drøftet i forbindelse med poteter og grønnsaker. På den andre sida er det også sannsynlig at pesticidforbruket ligger forholdsvis lavt, og at dette betyr mer i "sammendraget" for epler enn for poteter og grønnsaker.

Det vesentligste resultatet av Stadigs undersøkelse er imidlertid at den viser at forskjellene i energiforbruk til epleproduksjon i tre vidt forskjellige miljø ikke bare er små, men fullstendig underordnet i forhold til energiforbruket ved transport, som det framgår av fig. 3.

**Figur 3. Energiforbruket for 1 kg epler fordelt på produksjonsledd (1 MJ = 0,278 kWh)**



Vi velger derfor ikke å gå nærmere inn på energiforbruket til produksjon av epler, men i stedet regne med at denne, *inklusive produksjon av kapitalvarer*, utgjør 0,18 kWh/kg uavhengig av hvor de dyrkes. Ved en utslippsfaktor på 280 g CO<sub>2</sub>/kWh blir utslippet under produksjon dermed 50 g CO<sub>2</sub> per kilo epler. At tallet er vesentlig lavere enn for grønnsaker eller poteter (eller bær) forklares dels ved at det går mange år mellom hver planting og dels ved at det årlige gjødselforbruket er mye lavere.

### 5.3. Drivhusgrønnsaker

Også produksjonen av tomater og agurker har vært gjenstand for livsløpsanalyser i våre naboland - tomater i Sverige (Carlsson-Kanyama 1997) og begge produktene i Danmark (Forbrugerstyrelsen 1996) - mens vi savner tilsvarende studier fra Norge. Disse studiene inkluderer også sammenligninger med import fra Nederland og (når det gjelder tomater) fra Spania.

Carlsson-Kanyama finner at svensk tomatproduksjon krever 15,4 kWh per produsert kg til oppvarming av drivhus, pluss en mengde kunstgjødsel som etter de omregningsfaktorene vi

tidligere har brukt, vil kreve 0,12 kWh/kg produsert kg. Hun ser bort fra energi til produksjon av kapitalvarer og sprøytemiddel, men det er helt åpenbart at også disse postene er ubetydelige i forhold til den energien som brukes til oppvarming. Ved drivhusproduksjon brukes også lite energi til drift av maskiner.

For Nederland oppgir Carlsson-Kanyama energiforbruket til oppvarming av tomatdrivhus til 14,7 kWh per produsert kg tomater. Med tanke på at årsmiddeltemperaturen i Nederland er høyere enn i Skåne, der tyngden av den svenske tomatproduksjonen foregår, kunne en ha ventet en noe større forskjell i energiforbruk. En mulig forklaring er imidlertid at nederlenderne produserer gjennom nesten hele året, mens svenske produsenter, i likhet med norske, tar en lengre pause om vinteren (dvs. at drivhuset enten ikke varmes opp fra for eksempel medio oktober til medio januar, eller at det i dette tidsrommet brukes til produksjon av juleblomster).

For Spania oppgir Carlsson-Kanyama til et energiforbruk på 0,11 kWh som dieselolje til dyrking av ett kilo tomater, pluss en mengde kunstgjødsel som etter våre omregningsfaktorer tilsvarer 0,45 kWh/kg. Gjødselforbruket er betydelig høyere til frilandstomater bl.a. fordi gjødslinga i drivhus, der den skjer gjennom dryppvanning, er mer effektiv og fordi hver plant produserer flere tomater i forhold til blad og stengler. Likevel er det samlede energiforbruket ubetydelig i forhold til svensk drivhusproduksjon.

For Danmark oppgir Forbrugerstyrelsen energiforbruket til oppvarming av tomatdrivhus til 11,8 kWh per produsert kg. Dette gjelder når det satses på levering fra mars til november, dvs. at drivhuset må være varmet opp gjennom det meste av året, inkludert veksttida for det nye årets planter fram til de begynner å bære moden frukt en gang i mars. Avviket fra Carlsson-Kanyamas oppgaver kan vanskelig forklares med klima ettersom den helt overveiende delen av svensk tomatproduksjon skjer i Skåne, Halland og Blekinge, med noe nær samme klima som Danmark. Carlsson-Kanyama siterer for øvrig en annen dansk kilde som oppgir energiforbruket til oppvarming i Danmark til hele 20,5 kWh/kg. Et så høyt tall må formodentlig enten skyldes at det er tale om drift gjennom *hele* året eller at en har undersøkt drivhus som er mindre energieffektive enn gjennomsnittet.

For agurker oppgir Forbrugerstyrelsen energiforbruket i danske drivhus til 15 kWh/kg når det satses på levering f.o.m. 1. februar, eller 10,6 kWh/kg når det satses på levering fra 1. april (og fram til november). For nederlandske drivhus oppgir Forbrugerstyrelsen et langt større spenn, fra 6,7 kWh/kg og helt opp til 28 kWh/kg (når det satses på levering hele året).

For tomater og agurker fra Sør-Europa oppgir Forbrugerstyrelsen bare energitall som inkluderer transporten. De ligger i begge tilfeller på 2,5 kWh/kg. Siden en må regne med at transport fra Italia til Danmark krever minst halvparten av dette og fra Spania til Danmark over halvparten, må det formodes at Forbrugerstyrelsens kilder har anslått energiforbruket ved produksjon til høyst ca. 1 kWh/kg. Det er helt i samsvar med Carlsson-Kanyamas resultat når det gjelder tomater.

I Norge skjer den helt overveiende delen av tomatproduksjonen i Rogaland. Der er klimaet ikke særlig forskjellig fra det en har i Danmark og Skåne (normal årsmiddeltemperatur på Sola er 7,4 grader, mot 7,7 i gjennomsnitt for Danmark). Klima i seg selv tilsier derfor ikke at det skulle være vesentlig forskjell på energiforbruket til tomatproduksjon i Norge, Sverige og Danmark. Når det gjelder agurker er situasjonen litt annerledes idet nesten halve produksjonen skjer i nedre Buskerud (hovedsakelig Lier), der årsmiddeltemperaturen er ca. 2

grader lavere. Det andre hovedsenteret for agurkproduksjon er igjen Rogaland. Det at norske agurkdyrkere i gjennomsnitt kan ha en grad lavere utetemperatur å stri med enn danske kolleger, skulle likevel ikke tilsi noen stor forskjell i energiforbruket. Begge står overfor utfordringen å holde temperaturen i veksthuset på ca. 21 grader.

Flere andre forhold kan derimot virke inn på energiforbruket per kilo produkt. Ett er eventuelle forskjeller i drivhusenes energi effektivitet. Her har vi ingen opplysninger som kan muliggjøre en sammenligning. Et annet forhold som vi alt har vært inne på, og som har stor betydning, er derimot dyrkingsperioden. I Norge blir denne nokså nøye tilpasset tollbestemmelsene, som tillater fri eller nesten fri import av agurker fra 1.11-10.3 og av tomater fra 15.10-10.5. Først etter 10. mars blir det interessant for norske produsenter å levere agurker, og først etter 10. mai å levere tomater.

Den første datoen ligger innenfor det intervallet mht. start på agurkproduksjonen som Forbrugerstyrelsens beregninger for Danmark dekker. Interpolasjon tilsier at agurkproduksjon i Danmark med leveringsstart 10. mars krever ca. 12 kWh per kilo produkt. Gitt klimaforskjellen kan det være grunn til å anta at tallet ligger 1-2 kWh høyere i Norge.

Når det gjelder tomater, bygger imidlertid de danske beregningene på leveringsstart minst 1,5 måneder før det er aktuelt i Norge, mens dette er noe uklart når det gjelder de svenske beregningene. Forskjellen mellom å levere f.o.m. 25.3 og å levere f.o.m. 10.5. har stor betydning for energiforbruket, fordi det betyr at *planting* av tomatene kan utsettes fra for eksempel begynnelsen av januar til midten av februar - altså at en unngår å varme opp drivhuset nettopp i årets seks kaldeste uker. Det kan bety en forskjell i energiforbruk over hele året (dvs. fram til 15.10) på i størrelsesordenen 25-30 %.

På den andre sida vil seinere produksjonsstart også medføre noe lavere avling, slik at energiforbruket per kilo produkt fortsatt blir redusert, men ikke fullt så sterkt.

Omvendt vil energiforbruket per kilo avling også bli forskjellig dersom avlingsnivået per kvadratmeter drivhus areal varierer av *andre* grunner. I virkeligheten ser det også ut til at dette er tilfellet. Den gjennomsnittlige avlingen av tomater i norske drivhus var i 1995-9730 kg per kvadratmeter (Statistikk Sentralbyrå, jordbruksstatistikk 1995-97), mens både Forbrugerstyrelsen i Danmark og Carlsson-Kanyama i Sverige oppgir tall på 40 kWh/kg. Dette er i overkant av hva som kan tilskrives lengre leveringsperiode alene, dersom denne forskjellen bare er på 1,5 måneder. Om de norske tomatavlingene - uansett av hvilken kombinasjon av grunner - faktisk er 25-30 % lavere enn de danske og svenske, har vi fortsatt ikke grunn til å regne med noen vesentlig forskjell i energiforbruk per kilo produkt.

I det følgende vil vi regne med at produksjon av både tomater og agurker i norske veksthus krever 13,5 kWh per kg produkt. For tomater er dette en tilnærmet middelværdi mellom Carlsson-Kanyamas svenske og Forbrugerstyrelsens danske anslag: vi har altså ikke funnet overbevisende grunn til å anta at verdien i Norge vil være forskjellig fra den i Danmark eller Sverige. For agurker svarer den til Forbrugerstyrelsens anslag med et lite tillegg for kaldere klima (spesifikt i Lier).

Vi kan grovt kontrollere rimeligheten i disse tallene ved å sammenligne med overslag over det samlede energiforbruket i norske veksthus. De innebærer at energiforbruket til tomatproduksjon i gjennomsnitt ligger på 390 kWh per kvadratmeter veksthusareal, og til agurkproduksjon på 520 kWh per kvadratmeter (ved en agurkavling på 38,5 kg/m<sup>2</sup>, som var

gjennomsnittet for 1995-97). Veidd etter arealet som brukes hhv. til tomater og agurker (i 1996332 hhv 242 da.) skulle det gjennomsnittlige forbruket til disse to kulturene bli på 445 kWh/m<sup>2</sup>. En inventering fra Norges Gartnerforbund (NGF 1994) viste at det samlede energiforbruket i norsk veksthusnæring i 1991 lå på 827 G Wh. Fordelt på et totalt veksthusareal på 2045 da (tall fra 1989) utgjorde dette 404 kWh/m<sup>2</sup>. Da andre kulturer (både salat og potteplanter) har lavere temperaturkrav enn tomater og agurker, er det slett ikke urimelig at gjennomsnittet for hele veksthusbransjen ligger litt under det for tomater og agurker, selv om helårsproduksjon trekker i motsatt retning. Anslaget på 13,5 kWh/kg tomat eller agurk synes ikke urimelig på denne bakgrunnen.

For *nederlandsk* produksjon bør energiforbruket ligge noe lavere enn for norsk, når sammenligningen gjelder de samme periodene. Årsmiddeltemperaturen i De Bilt, sentralt i Nederland, ligger på 9,3 grader, dvs. nesten to grader over den på Sola. Carlsson-Kanyamas anslag på 14,7 kWh/kg til oppvarming ved nederlandsk tomatproduksjon gjelder rimeligvis helårsproduksjon, som er vanlig i Nederland. For produksjon med sikte på levering av tomater i perioden mai - oktober og agurker i perioden mars - oktober vil vi her anslå forbruket under nederlandske forhold til 10 kWh/kg. Dette er identisk med Forbrugerstyrelsens nedre anslag når det gjelder nederlandsk tomatproduksjon og litt høyere enn deres nedre anslag for nederlandsk agurkproduksjon.

For *spansk* produksjon vil vi anslå energiforbruket i begge fall til 1 kWh/kg. Det er trolig et øvre estimat når en tar hensyn til de faktorene som er utelatt i Carlsson-Kanyamas anslag for spansk tomatproduksjon - ikke medregnet produksjon av kapitalvarer, som heller ikke er med i andre anslag.

Forholdet mellom energiforbruk og CO<sub>2</sub>-utslipp er, når det gjelder Norge og Nederland, i alt vesentlig bestemt av hvilke energi bærere som brukes til oppvarming av drivhus (inkludert belysning, som også bidrar til oppvarmingen). Når det gjelder Nederland er bildet enklest idet gass er så godt som enerådende til oppvarming. Carlsson-Kanyama anslår dens bidrag til 99%. Dette er nok litt overdrevet idet vi også må regne med et visst forbruk av strøm til belysning og indirekte oppvarming. I mangel på data om det siste vil vi anslå fordelingen til 95 % gass og 5 % elektrisitet, som gir et CO<sub>2</sub>-utslipp på 255 g/kWh eller 2,55 kilo per produsert kilo agurk eller tomat.

I Norge brukes flere energibærere. Ifølge NGF (1994) var fordelingen av energiforbruket i veksthus i 1991 57 % elektrisitet, 39 % olje og 4 % andre, inkludert kull og bioenergi. Vi har dessverre ikke funnet nyere oppgaver, men det kan ha skjedd en viss økning i bruken av bioenergi (Gartneryrket nr. 5/98). Antar vi 55 % elektrisitet, 40 % olje og 5 % bioenergi, blir utslippsfaktoren 375 g CO<sub>2</sub> per kWh og utslippet per kg agurk eller tomat 5,065 kg.

For Spania, der produksjon av kunstgjødsel gir det viktigste bidraget til CO<sub>2</sub>-utslippene, er en utslippsfaktor på ca. 300 g CO<sub>2</sub>/kWh rimelig, og utslippet blir 300 g per kilo produkt.

## 6. CO<sub>2</sub>-utslipp ved lagring

Lagring påvirker energiforbruket til frukt- og grønnsakproduksjon på to måter. For det første krever lagringen i seg selv som regel energi for å opprettholde riktig lagringstemperatur. For det andre vil det under lagring oppstå svinn, noe som betyr at mengden energi som har gått med til å dyrke produktene må utlignes på en mindre salgbar mengde. Både det direkte energiforbruket og svinnet blir større jo lenger produktene lagres.

Dette påvirker sammenligningen mellom norske og utenlandske produkt når vi må regne med at de norske har vært lagret i kortere eller lengre tid enn de utenlandske. Sammenligningen påvirkes også dersom vi har grunnlag for å anta at det er forskjeller mellom Norge og andre land når det gjelder energiforbruket eller svinnprosenten ved lagring i en gitt periode.

### 6.1. Lagringstid

Tomater og agurker lar seg overhodet ikke lagre over lengre tid. Både norske og utenlandske produkt forutsettes derfor å komme direkte fra åkeren eller drivhuset, og vi trenger ikke å oppholde oss ved lagringsleddet.

Når det gjelder potet, øvrige grønnsaker og epler, er situasjonen også relativt ukomplisert om høsten (15. oktober). Dette er valgt nettopp som et tidspunkt da hele spekteret av produkt som inngår i "kurven" kan leveres av norske produsenter, direkte fra åkeren eller etter svært kortvarig lagring. Det samme gjelder for produktene fra alle de landa som er identifisert som aktuelle konkurrenter om høsten, med ett enkelt unntak. Epler fra den sørlige halvkulen må på dette tidspunktet ha blitt lagret i ca. 6 måneder.

Når det gjelder vårkurven (15. mai), vil de norske varene som inngår ha vært høstet i september/oktober. Vi velger å regne med en lagringstid på 7 måneder, unntatt for løk som høstes seinest i september og der vi derfor må regne med 8 måneder.

Når det gjelder importvarer i vårkurven, vil lagring sti da variere. Noen av disse kommer også fra høstavlinger på den nordlige halvkulen og har en lagringstid omtrent lik den for norske produkt. Andre kommer fra tidligproduksjon i Middelhavsland eller fra den sørlige halvkulen, og har kort eller ingen lagringstid. Antatt lagringstid for produkt i vårkurven er vist i tab. 10.

**Tab. 14. Lagringstid for produkt i vårkurven. Måneder**

	Norge	Importland
Potet	7	0
Eple	7	Frankrike 7 Italia 7 Sørlige halvkule 1
Hvitkål	7	0
Blomkål	ikke aktuelt	0
Kinakål	ikke aktuelt	0
Kålrot	7	7 eller 0
Gulrot	7	0

Løk	8	Australia 2 Spania 8
Purre	ikke aktuelt	0
Issalat	ikke aktuelt fra friland	0

Kilde: Se teksten

## 6.2. Energiforbruk ved lagring

Spørsmålet er så hvilket energiforbruk og hvilket svinn disse lagringsperiodene medfører.

Ideell lagringstemperatur er for samtlige grønnsakslag som er vist i tabellen 0 pluss/minus vell grad. For poteter ligger den noe høyere (ca. 4 plussgrader). I Norge, der gjennomsnittstemperaturen mellom 15.10 og 15.5 i store deler av landet ikke ligger langt unna 0, kunne en tro at dette medførte vekselvis behov for avkjøling og oppvarming av grønnsaklageret. Biologisk aktivitet i grønnsakene fører imidlertid hele tida til avgivelse av varme, slik at det i praksis bare blir behov for kjøling. Dette betyr (1) et engangsbehov for å kjøle varene ned til nær 0 grader etter høsting og (2) et behov for å vedlikeholde denne temperaturen. Beregninger for hvitkål i Norge viser at energiforbruket til innlagring ligger på ca. 0,08 kWh/kg og videre for å opprettholde temperaturen på ca. 0,035 kWh/kg (Willy Jeksrud, Norges landbrukshøgskole, pers. komm.).

Behovet vil naturligvis øke ut over våren når utetemperaturen stiger, og trolig ligge noe høyere i gjennomsnitt for hele lagringsperioden når denne strekkes ut til 15.5. Antar vi et energiforbruk på 0,08 kWh til innlagring og 0,04 kWh per måned i 7 måneder til vedlikehold, blir det i alt 0,36 kWh per kilo innlagret vare. Energien til kjøling er uten unntak i form av elektrisitet, hvilket betyr at lagringen gir opphav til CO<sub>2</sub>-utslipp på  $0,36 \times 450 = 162$  gram.

Carlsson-Kanyama (1997) oppgir derimot vesentlig lavere tall for lagring av gulrøtter i Sverige fra oktober til mai, nemlig 0,09 kWh/kg, som skulle gi en fjerdedel så høye CO<sub>2</sub>-utslipp (40 g/kg innlagret vare). Hun vedgår samtidig at verdien bygger på en enkelt kilde, med kjennskap til den beste teknologien, og at det i andre fall vil kunne være 2-3 ganger høyere. Det er også uklart om Carlsson-Kanyamas oppgaver omfatter engangsforbruket til innlagring.

I det følgende vil vi som utgangspunkt regne med at CO<sub>2</sub>-utslippet fra direkte energiforbruk til lagring av grønnsaker i Norge utgjør 120 g per kg høstet og innlagret produkt, når produktene lagres i sju måneder. Et par unntak følger nedenfor.

For poteter er energibehovet vesentlig mindre enn for grønnsaker. Årsaka er dels at den ideelle lagringstemperaturen ligger høyere (ca. 4 grader), dels at den biologiske aktiviteten er mindre enn for de fleste grønnsaker, selv ved fire grader høyere temperatur. Derfor lagres potet ofte i rom uten kjøleanlegg overhodet. I stedet dekkes behovet for kjøling - når det er til stede - ved å ventilere med uteluft, noe som medfører et beskjedent strømforbruk til vifter. Her antar vi at lagring av poteter i 7 måneder gir 1/6 så store utslipp som for grønnsaker, eller 20 g/kg.

For løk gjelder spesielle forhold ved innlagringen. Den skal først tørkes, ved å blåse varmluft ved en temperatur på ca. 40 grader gjennom lageret i 2-3 uker. Dette krever en varmeeffekt på ca. 750 W per tonn (NLH 1993?), noe som tilsvarer 0,32 kWh per kilo dersom varmen står på

i 18 døgn. Deretter skal løken, som andre grønnsaker, kjøles ned til ca. 0 grader, men altså fra et utgangspunkt der temperaturen er betydelig høyere. Løken skal også lagres en måned lengre enn det vi kalkulerer med for øvrige grønnsaker. På den andre sida lagres mye løk, i likhet med potet, i ventilerte lagre der kjølinga skjer ved hjelp av uteluft. En stor del av den norske løkproduksjonen skjer på det indre Østlandet der produsentene har bedre hjelp fra utelufta enn ved kysten. Her vil vi regne med at løklagringa krever 0,5 kWh/kg i alt, som gir CO<sub>2</sub>-utslipp på 225 g.

Også kålrot blir delvis lagret i ventilerte lager. Vi vil her regne med halvparten så stort energiforbruk til lagring av kålrot som for andre grønnsaker, eller 60 g/kWh.

Når det gjelder importvarer er det bare for løk og kålrot at vi trenger gjøre anslag for energiforbruk ved lagring. I begge tilfeller har vi å gjøre med pluss- og minus faktorer relativt til situasjonen for norsk vare. Innlagring av løk i Spania eller Australia vil trolig kreve noe mindre energi enn i Norge, fordi temperaturløftet som kreves til tørkinga er mindre (utelufta er varmere). Derimot vil den fortsatte lagringa, av samme grunn, kreve mer energi. Her må vi regne med at importert løk, uansett eksportørland, krever samme energiforbruk til lagring som norsk.

Når det gjelder kålrot, vil konvensjonell lagring kreve mer energi i Storbritannia enn i Norge, igjen fordi utelufta i vinterhalvåret er varmere. Men av samme grunn kan britiske produsenter "lagre" kålrota langt ut over vinteren rett og slett ved å la den stå i jorda, og høste etter hvert som den selges. Noe annet er at det i mai kan være tale om leveranser både av kålrot fra forrige høst og tidlig kålrot av året. Vi vil derfor regne med at den britiske kålrota om våren i gjennomsnitt krever halvparten så mye energi til lagring som den norske, og gir utslipp på 30 g/kWh.

Når det gjelder epler, har Stadig (1997) beregnet energiforbruket til lagring gjennom 3,5 måneder i Sverige til 0,5 kWh/kg. Energibehovet til innlagring utgjør en beskjeden del av dette, slik at forbruket ved lagring i 7 måneder reint aritmetisk skulle bli nær 0,1 kWh/kg.

For Frankrike beregner Stadig (1997) energiforbruket til lagring - i inntil 10 måneder - til 0,008 kWh per måned, dvs. 0,056 kWh per 7 måneder. Årsaka til at det er mulig å komme så langt ned i energiforbruket, og samtidig at det er mulig å lagre i så mye som 10 måneder, er at eplene lagres i såkalt kontrollert atmosfære (med redusert oksygeninnhold), som forsinker nedbrytingsprosessene. Skulle det komme på tale å markedsføre norske epler om våren, ville slik lagring også bli aktuell her. Vi velger derfor å regne med samme CO<sub>2</sub>-utslipp fra lagring av epler uansett opphavsland, nemlig 4 g ved lagring i 1 måned og 25 g ved lagring i 7 måneder.

### 6.3. Svinn

Svinnet under langtidslagring av grønnsaker kan variere sterkt etter høstings- og lagringsforhold og hvor (u)heldig en er med angrep av råtesopper.

For hodekål oppgir Balvoll (1985) at den under optimale forhold kan lagres fram til utgangen av mai med svinn på bare 20 %. Resultat fra tre serier med lagringsforsøk som er sammenstilt av H. Hoftun ved Norges landbrukshøgskole viser tap på mellom 19 % og 46 % etter 6-7 måneder (Hoftun, pers. komm.). Et forsøk fra 1993 med lagring av 10 ulike kål sorter fra 1.10 til 22.4 viste tap på mellom 15 % og 30 %.

For gulrot viser tre enkeltforsøk og to forsøks serier tap på mellom 8 % og 80 % etter lagring fra 5-7 måneder (Hoftun, pers. komm.) De dårligste resultatene gjelder maskinhøsta gulrot. For handhøsta gulrot viser ingen av forsøkene mer enn 36 % tap selv etter 7 måneder.

For løk viser to forsøks serier ved NLH midlere tap på 24 % og 34 % etter 8 måneders lagring. Et forsøk med lagring av ni ulike løksorter i 1995 viste tap på fra 4% til 19 % etter 6 måneders lagring (Årsmelding for Toten forsøksring, 1996). Et forsøk med lagring i 9 måneder i 1993 viste derimot svinn på fra 38 % til 65 % (Årsmelding for Hedmark forsøksring, 1994).

I det følgende vil vi regne med følgende svinnprosjenter for produkt som er lagret i 7-8 måneder:

Gulrot, kålrot: 40 %

Løk, hodekål: 30 %

Potet, eple i kontrollert atmosfære: 20 %

For epler lagret i 6 måneder setter vi svinnet til 15 %.

For korttidslagrede produkt (1-2 måneder) regner vi ikke med noe svinn.

For *høstkurvens* del betyr dette at eplene fra den sørlige halvkulen skal belastes med et CO<sub>2</sub>-utslipp per kg på 50 g (for produksjon) pluss 22 g (for lagring) delt på 0,85 (andelen friske epler etter svinn), altså  $72/0,85 = 85$  gram. Dette er det eneste produktet i høstkurven der lagring spiller noen rolle, ved siden av løk - der vi må regne med energiforbruket til tørking, også om høsten. Løktørkinga gir utslipp på 144 g CO<sub>2</sub> under norske forhold; vi tillater oss å regne med det samme for importvare. For øvrig er summen av utslipp fra produksjon og lagring for alle andre produkt identisk med de tallene en finner i tab. 13, siste kolonne (hva gjelder potet og frilandsgrønnsaker) og i avsnitt 5.3 når det gjelder veksthusgrønnsaker. Tab. 15 gjengir disse resultatene, med det tillegget at vi her også har tatt med det gjennomsnittlige utslippet for importerte produkt, der de kommer fra flere land. Med "gjennomsnittlig" mener vi at utslippene for de enkelte landa er veidd sammen etter hvor store andeler landa forutsettes å ha av importen, jfr. kap. 4.

For produktene i *vårkurven* har våre anslag når det gjelder lagring og svinn de konsekvensene som er vist i tab. 16.

**Tab. 15. CO<sub>2</sub>-utslipp per kg salgsvare i "høstkurven", etter eventuell lagring, samt for drivhusgrønnsaker. Gram**

	Land	CO <sub>2</sub> -utslipp fra produksjon	CO <sub>2</sub> -utslipp fra lagring	Sum per kg avling	Prosent salgbart	Sum per kg salgbart
Poteter	Norge	157	0	157	100	157
	Storbritannia	94	0	94	100	94
Epler	Norge	50	0	50	100	50
	Frankr./Italia	50	0	50	100	50
	S.halvkule	50	22	72	85	85
	Importsnitt	50	56	56	96	58
Hodekål	Norge	79	0	79	100	79
	0- Europa	66	0	66	100	66
Blomkål	Norge	138	0	138	100	138
	Spania	110	0	110	100	110
	Storbrit.	150	0	150	100	150
	Importsnitt	130	0	130	100	130
Kinakål	Norge	77	0	77	100	77
	Import	70	0	70	100	70
Kålrot	Norge	66	0	66	100	66
	Import	49	0	49	100	49
Gulrot	Norge	71	0	71	100	71
	Import	54	0	54	100	54
Løk	Norge	81	144	225	100	225
	Nederland	64	144	208	100	208
	Spania	71	144	205	100	205
	Importsnitt	68	144	212	100	212
Purre	Norge	118	0	118	100	118
	Import	101	0	101	100	101
Issalat	Norge	89	0	89	100	89
	Import	65	0	65	100	65
Tomat	Norge	5065	0	4890	100	4890
	Nederland	2550	0	2550	100	2550
	Spania	300	0	300	100	300
	Importsnitt	975	0	975	100	975
Agurk	Norge	5065	0	4890	100	4890
	Nederland	2550	0	2550	100	2550
	Spania	300	0	300	100	300
	Importsnitt	975	0	975	100	975

Kilde: Tab. 13 og teksten

**Tab. 16. CO<sub>2</sub>-utslipp per kg salgsvare i "vårkurven", etter eventuell lagring. Gram**

	Land	CO <sub>2</sub> -utslipp fra produksjon	CO <sub>2</sub> -utslipp fra lagring	Sum per kg avling	Prosent salgbart	Sum per kg salgbart
Potet	Norge	157	20	177	80	221
	Kypros	126	0	126	100	126
Eple	Norge	50	25	75	80	94
	Frankr./Italia	50	25	75	80	94
	S. halvkule	50	4	54	100	54
	Importsnitt	50	10	60	95	64
Hodekål	Norge	79	120	199		249
	S-Europa	93	0	93	70	93
					100	
Blomkål	Norge	X				
	Spania	110	0	110	100	110
Kinakål	Norge	X				
	Import	70	0	70	100	70
Kålrot	Norge	66	60	126	60	210
	Import	49	30	79	80*	99
Gulrot	Norge	71	120	191	60	318
	Import	54	0	54	100	54
Løk	Norge	81	225	306	70	437
	Australia	69	225	294	100	294
	Spania	71	225	296	70	423
	Importsnitt	70	225	295	88	260
Purre	Norge	X				
	Import	101	0	101	100	101
Issalat	Norge	X				
	Import	65	0	65	100	65

Kilde: Tab. 13 og teksten

\* Lavere svinnprosent for importert kålrot fordi vi antar at 50 % er av årets avling.

Mens det er beskjedne forskjeller i utslipp for frilandsgrønnsaker og epler om høsten, fører lagringsfaktoren altså til at CO<sub>2</sub>-utslippene for norske grønnsaker i vårkurven blir til dels betydelig større enn for importvarer.

## 7. CO<sub>2</sub>-utslipp fra transport

Det gjenstår nå å anslå utslippene fra transporten av norske og importerte poteter, epler og grønnsaker fram til forbrukere i Oslo, Trondheim og Tromsø.

Disse utslippene beror på tre forhold:

1. hvilken avstand varene tilbakelegger på vegen
2. hvilke transportmiddel som velges
3. hvilke CO<sub>2</sub>-utslipp disse transportmidlene har per kilometer og kilogram

Det første spørsmålet er bare delvis besvart, når det gjelder importvarer, ved at vi har bestemt hvilke land de kommer fra. Strengt talt trenger vi også, både når det gjelder importerte og norske varer, å vite hvor i landet de kommer fra. Når det gjelder importvarer vil vi likevel, som hovedregel, gå ut fra et sentralt punkt i landet - unntatt der landet er stort og vi kan si med stor sikkerhet hvor i landet et gitt produkt hovedsakelig produseres. Når det gjelder norske produkt vil vi derimot se nøyere på hvor i landet varene som leveres i Oslo, Trondheim og Tromsø mest trolig kommer fra.

Vi skulle helst også ha gjort enn analyse av hvilke *omveger* varene tar mellom produksjonsstedet og forbruksstedet, særlig til og fra grossister. Det har ikke vært mulig innenfor rammen av denne rapporten, ut over at vi, for de importerte varenes del, skal se hvor de krysser den norske grensa. Vi kommer ellers til å gjøre skjematiske antakelser om at omvegene er korte.

Spørsmål nr. 1 og 2 henger delvis sammen, fordi transportavstanden avhenger av transportmidlet. Avstanden med lastebil fra Nederland til Trondheim er for eksempel lenger enn avstanden med båt, mens avstanden med lastebil fra Nord-Italia til Oslo tvert imot er atskillig kortere enn avstanden med båt. Vi kommer derfor til å drøfte disse spørsmålene under ett, først for norske produkt og dernest for importerte.

### 7.1. Transportavstander og transportmåte for norske produkt

Produksjonen av poteter, frukt og grønnsaker er ikke jamnt fordelt over Norge. Det er heller ikke samsvar mellom fordelingen av produksjonen på den ene sida og forbruket, eller befolkningen, på den andre. Ikke dersom vi ser på "grøntproduksjonen" generelt, og enn mindre om vi ser på de enkelte produktene. For eksempel produseres tomatene overveiende i Rogaland, det meste av løken ved Mjøsa, og eplene enten i indre fjordbygder på Vestlandet eller vest for Oslofjorden. Dette betyr at produktene ikke bare reiser fra "landet" til nærmeste by, men tilbakelegger store avstander mellom regionene i Norge.

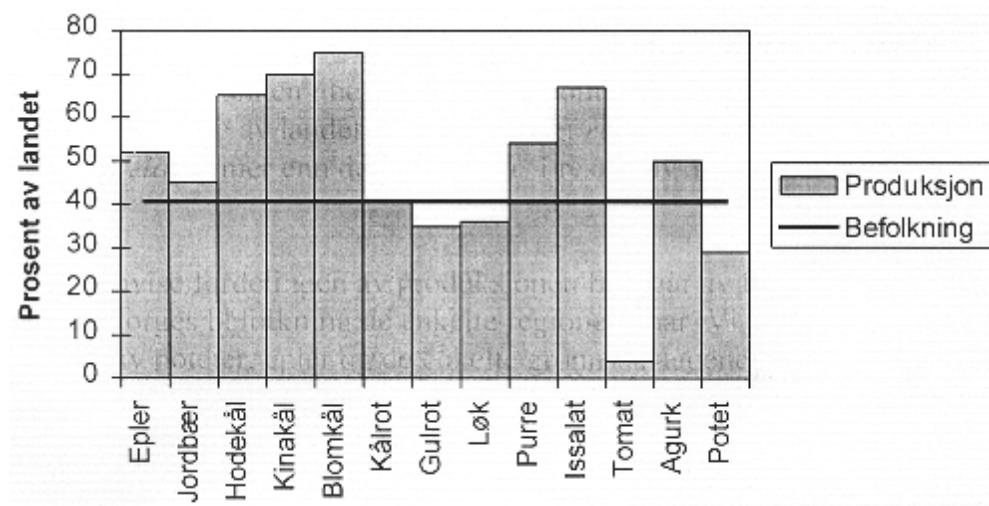
For hvert enkelt produkt vil vi finne overskuddsregioner, som har en større andel i produksjonen enn i forbruket, og underskuddsregioner der det er omvendt. Siden Norge som helhet er en underskuddsregion for frukt og grønnsaker, kunne en tenke seg at også noen av områdene i Norge som produserte mer per capita enn det norske gjennomsnittet, spiste opp alt de produserte. Med andre ord at folk i disse områdene spiste mest av norske varer, mens folk i underskuddsområder måtte dekke sine behov ved import. I praksis virker det ikke slik. Det at tollsatsene for grøntprodukter er sterkt differensiert etter årstid, fører i stedet til at norske

produkt er helt eller nesten enerådende i hele Norge gjennom en viss del av året, mens importvarer rår grunnen i hele Norge gjennom resten av året. I de "norske" periodene sendes varer fra de delene av landet som produserer *relativt* mer enn de forbruker, til dem som forbruker *relativt* mer enn de produserer. I resten av året fordeles importvarer ut over hele landet.

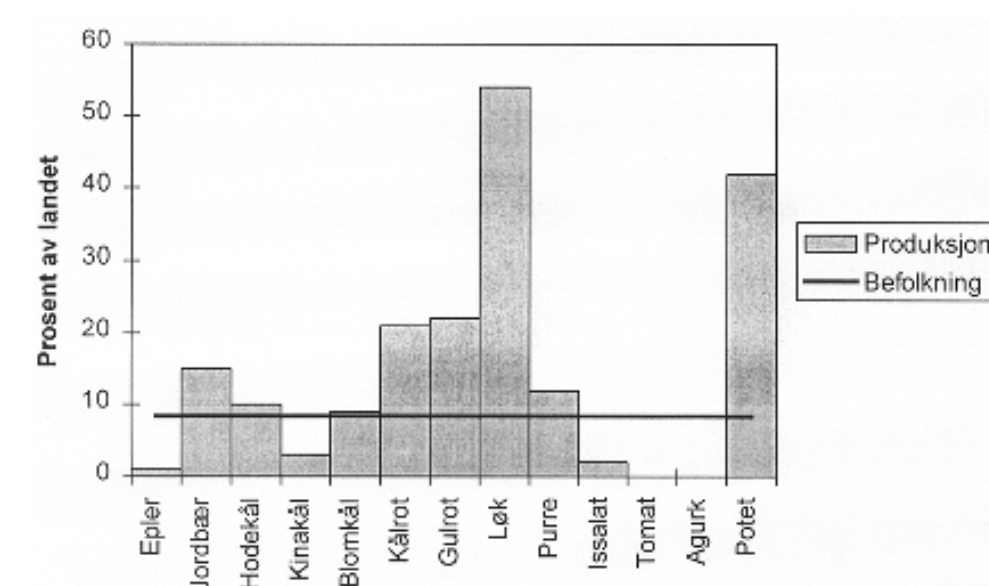
Den regionvise fordelingen av produksjonen framgår av fig. 4 a-f, som også viser hvilken andel av Norges befolkning de enkelte regionene har. Vi kan regne med at deres andeler i forbruket av poteter, epler og de enkelte grønnsakslagene *omtrent* svarer til befolkningsandelene (det finnes nok regionale variasjoner i per capita-forbruket, men vi antar altså at de er beskjedne).

**Fig. 4. Landsdelenes andel i Norges befolkning og i produksjonen av poteter og hagebruksprodukt (1997).**

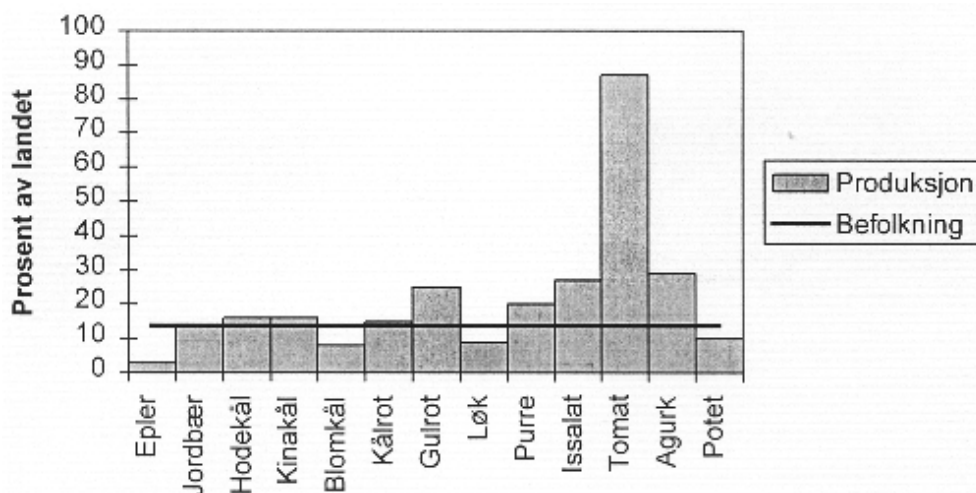
#### 4a Sør-Østlandet



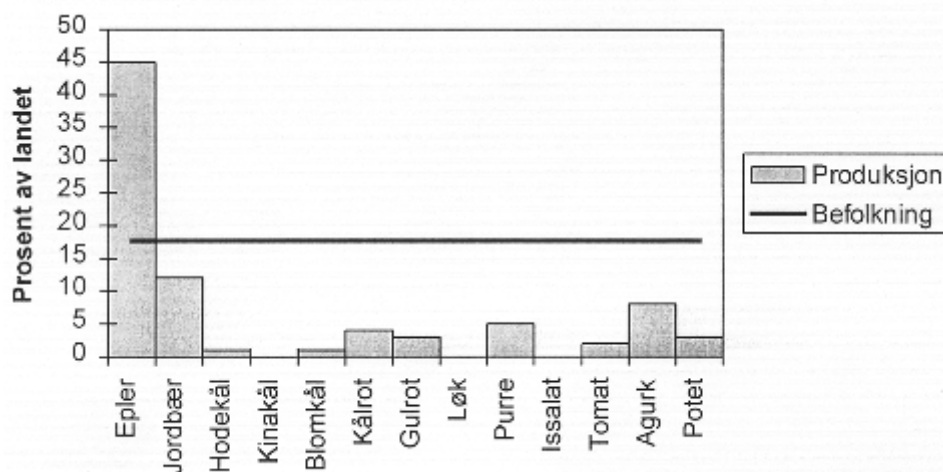
#### 4b. Indre Østland



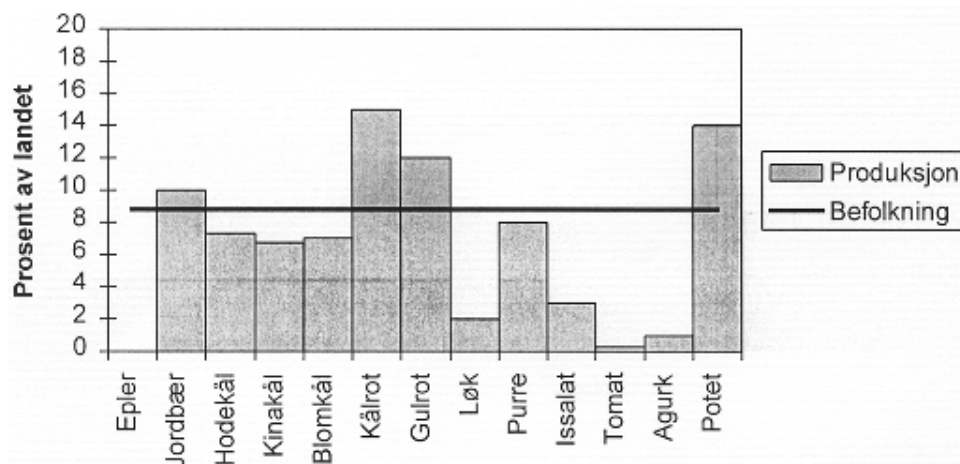
#### 4c. Agder/Rogaland



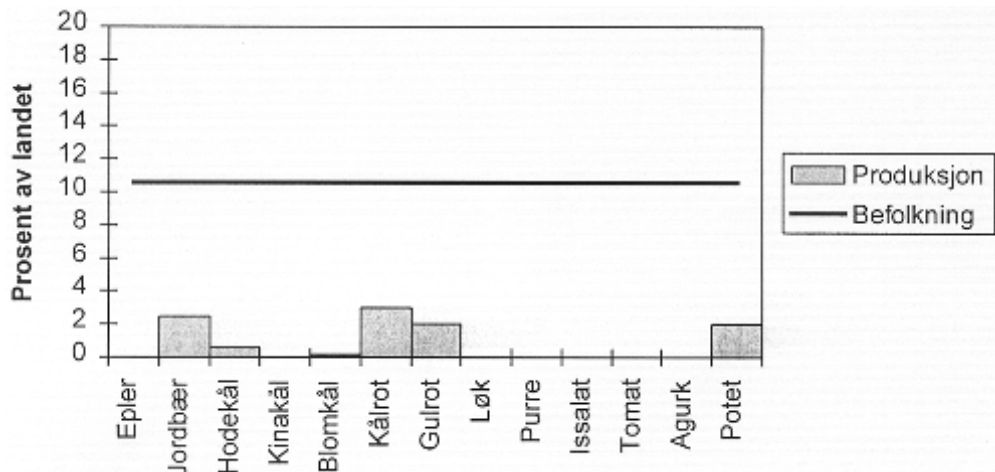
#### 4d. Vestlandet



#### 4e. Trøndelag



#### 4f. Nord-Norge



Kilder til fig. 4: Statistisk Sentralbyrå, Kongsvinger (oppgaver over fylkesvise avlinger av hagebruksvekster i 1997) og Statistisk Årbok 1998 (befolkning).

Med utgangspunkt i den regionale fordelingen av produksjonen - og det vi vet om dens fordeling *innenfor* regionene - vil vi nå anslå hvilke avstander norske produkt i gjennomsnitt må tilbakelegge for å nå fram til Oslo, Trondheim og Tromsø.

Lastebil er i dag helt dominerende som transportmiddel for frukt og grønnsaker innenlands. Vi går i det følgende ut fra at all transport skjer på denne måten, hvilket innebærer at det er avstander langs veg som ligger til grunn for anslagene.

#### Transportavstander til Oslo

Vi ser av fig. 4a at Sør-Østlandet (Oslofjordfylkene pluss Telemark) er overskuddsområde for alle produkt unntatt gulrot, løk og potet - der underskuddet er beskjedent - samt tomat, der produksjonen er liten. Det er altså rimelig å tenke seg at Oslo kan få en stor del av forsyningene fra dette området. Innenfor dette området er Lier i Buskerud (avstand fra Oslo 40 km) det dominerende tyngdepunktet for produksjon av agurk og kinakål. Nedre Buskerud er dessuten det viktigste produksjonsområdet for kål, blomkål, issalat og epler, men her spiller også søndre Vestfold (avstand fra Oslo ca. 120 km) betydelig rolle. For kål gjelder det samme om Østfold og for epler om Telemark. Vestfold er det viktigste området for potet, løk og gulrot. Produksjonen av purre og kålrot er mer jamnt fordelt blant Oslofjordfylkene.

Det indre Østlandsområdet, i første rekke Toten og Hedemarksbygdene (avstand fra Oslo 90-140 km) er et utpreget overskuddsområdene for både løk, gulrot og potet. Bortsett fra tomater, som kommer overveiende fra Rogaland, kan vi regne med at Oslo får nesten alle sine norskproduserte poteter og grønnsaker fra ett av disse to områdene. Reint aritmetisk kunne også konsumet av norske epler dekkes av den nærmeste regionen, men i dette tilfellet veit vi at en del leveranser krysser Langfjella bl.a. fra Hardanger (avstand ca. 400 km).

Tomatene fra Rogaland må tilbakelegge ca. 600 km på veg til Oslo.

I det følgende går vi ut fra de *gjennomsnittlige* transportavstandene for norske produkt til Oslo som er vist i tab. 17.

**Tab. 17. Transportavstander for norske poteter, epler og grønnsaker til Oslo.**

	<b>Avstand, km</b>
Potet	120
Eple	150
Hodekål	70
Blomkål	40
Kinakål	40
Kålrot	100
Gulrot	120
Løk	120
Purre	100
Issalat	70
Tomat	550
Agurk	40

Kilde: Se teksten.

### **Transportavstander til Trondheim**

Trøndelag er overskuddsområde for potet, kålrot og gulrot. Produksjonen av hodekål, blomkål, kinakål og purre skulle aritmetisk også være tilstrekkelig til å dekke det meste av forbruket i periodene da det ikke dekkes av import. Produksjonen av løk og issalat dekker godt under halvparten av behovet. Produksjonen av epler, tomater og agurker er liten. Tyngdepunktet både for matpotet- og grønnsakproduksjonen ligger i bygdene øst for Trondheimsfjorden - Stjørdal, Levanger og framfor alt Frosta (avstand fra Trondheim 80 km).

Vi kan ikke uten videre gå ut fra at hele den trønderske produksjonen av grønnsaker går til forbruk i Trøndelag, selv om regionen har et underskudd. Noe kan bli levert herfra til Nord-Norge, hvilket i så fall må kompenseres med en større supplerings"import" til Trøndelag fra Østlandet.

Når det gjelder tilførsler fra andre regioner forutsetter vi at hodekål, blomkål og kinakål kommer fra Oslofjordområdet (avstand 600 km); løk fra Mjøsbygdene (450 km); agurk og issalat med 50 % hver fra Rogaland (900 km) og Oslofjordområdet (600 km); tomater fra Rogaland og epler dels fra Sør-Østlandet og dels fra Indre Sogn/Indre Hardanger, i begge tilfeller med en midlere avstand på ca. 650 km. Anslagene for gjennomsnittlig transportavstand er gjort med utgangspunkt i en gjetning om at 20 % av den trønderske produksjonen av kål, blomkål, kinakål og purre selges til Nord-Norge og kompenseres ved økte leveranser fra Østlandet til Trøndelag.

**Tab. 18. Transportavstander for norske produkt til Trondheim.**

	<b>Avstand, km</b>
Potet	80
Eple	650
Hodekål	250
Blomkål	260
Kinakål	280
Kålrot	80
Gulrot	80
Løk	370
Purre	220
Issalat	520
Tomat	870
Agurk	670

### **Transportavstander til Tromsø**

Nord-Norge er underskuddsområde for samtlige produkt. All eple, kinakål, løk, purre, issalat, tomat og agurk til salg kommer utenfra. Egenproduksjonen av blomkål og hodekål er svært liten, mens den er noe større for kålrot og gulrot. For matpotet er nok selvforsyningen noe større enn andelen av landets totale potetavling kan gi inntrykk av. Dette skyldes at hele produksjonen i Nord-Norge går til mat (eller i mindre utstrekning til for), mens en betydelig del av produksjonen på Østlandet og i Trøndelag går til industrien.

Leveranser av nord-norske produkt til Tromsø kommer fortrinnsvis fra Troms eller Nordre Nordland. Når det gjelder kål og blomkål er de så små at vi vil se bort fra dem ved beregningen av gjennomsnittlig transportavstand. Når det gjelder gulrot, kålrot og potet forutsetter vi at de nord-norske leveransene dekker hhv. 20 %, 30 % og 40 % av markedet for norskproduserte varer, og at disse har en gjennomsnittlig transportavstand på 250 km. Resterende behov for matpotet og kålrot vil langt på veg kunne dekkes fra Trøndelag (avstand 1150 km). Når det gjelder gulrot forutsetter vi at halvparten av resten dekkes fra Trøndelag og halvparten fra Mjøsbygdene (avstand 1650 km). Når det gjelder kål, blomkål, kinakål og purre forutsetter vi at 15 % dekkes fra Trøndelag (jfr. kommentaren om leveranser til Trondheim) mens de resterende 85 % dekkes fra Oslofjordområdet (avstand 1800 km). Når det gjelder eple, issalat, tomat og agurk gjør vi de samme forutsetningene som gjaldt for leveranser sørfra til Trondheim, med et tillegg i transportavstanden på 1200 km.

**Tab. 19. Transportavstander for norske produkt til Tromsø.**

	<b>Avstand, km</b>
Potet	790
Eple	1850
Hodekål	1700
Blomkål	1700
Kinakål	1700
Kålrot	880
Gulrot	1250
Løk	1650
Purre	1700
Issalat	1950
Tomat	2100
Agurk	1950

## 7.2. Transportavstander og transportmåter for utenlandske produkt

Når det gjelder importvarer kan transportavstanden som nevnt være sterkt avhengig av transportmidlet. Vi begynner derfor med å spørre hvordan varene kommer til Norge.

Ifølge Statistisk Sentralbyrå fordelte importen av poteter, frukt og grønnsaker i 1997 seg som vist i tab. 20:

**Tab. 20. Import av poteter, frukt og grønnsaker etter transportmiddel. 1997.**

	<b>Import, tonn</b>	<b>Prosentfordeling</b>
Skip	134472	32,0
Bil		
- på veg	135679	32,3
- på ferje*	124093	29,5
Jernbane	25110	6,0
Fly	1334	0,3
Sum**	420686	100,1

Kilde: Oppgave fra SSB, Kundetjenesten Utenrikshandel

\* Inkl. 278 tonn i bil på jernbane.

\*\* Ekskl. 4 tonn med "andre" transportmiddel.

Lastebil er i dag den klart viktigste transportmåten. For transport innen Europa er den helt dominerende. En granskning av BAMAs import fra bl.a. Spania og Italia i 1994 viste at praktisk talt alt kom med lastebil (Dusan og Nyberget 1996). Det samme fant Carlsson-Kanyama (1997) i sin granskning av tomat- og gulrotimport til Sverige fra Spania, Italia, Storbritannia og Nederland. Eneste unntak var, av naturlige grunner, tomatimport fra Kanariøyene, der det forekom både en kombinasjon av skipstransport til Rotterdam og lastebil videre, og fly transport. Også fra det østlige Middelhavet (Kypros/Israel) må vi regne med at transporten foregår med skip.

Det framgår av tab. 20 at det også forekommer transport med jernbane, men denne er i dag av helt underordnet betydning.

Når skip fortsatt står for så mye som en tredjedel av importen av frukt og grønnsaker, skyldes det i all hovedsak import fra andre verdensdeler. Dette inkluderer den importen av epler fra den sørlige halvkulen som inngår i våre "kurver", men også import av bananer, appelsiner m. fl. sydfrukt som ikke drøftes i denne rapporten men utgjør en stor andel av den samlede fruktimporten.

Når det gjelder den størsteparten av importen som kommer med lastebil (eller tog) er det videre åpenbart at den overveiende andel enten krysser grensa i Østfold eller kommer med ferje til Oslo (sjeldnere til en annen havn ved Oslofjorden, til Kristiansand eller til Stavanger). I praksis betyr dette at nesten all slik transport passerer Oslo. Det innebærer at transportavstanden fra utlandet til Trondheim eller Tromsø kan beregnes som avstanden til Oslo pluss vegavstanden Oslo-Trondheim eller Oslo-Tromsø.

For import med skip er dette ikke like åpenbart. Den kunne gå direkte til Trondheim eller Tromsø havn, med andre følger for CO<sub>2</sub>-utslippene. I praksis skjer dette sjelden. Av de 134.000 tonn frukt og grønnsaker som ble importert med skip i 1997, ble 83 % fortollet i havner ved Oslofjorden. Bare 1,4 % ble fortollet i Trøndelag og 0,07 % i Nord-Norge. (Statistisk Sentralbyrå, samme kilde som tab. 19). Også når det gjelder import med skip, kan vi tillate oss å forutsette at den går via Oslo og at den videre transporten til Trondheim/Tromsø utgjør et reint tillegg per lastebil.

Vi går i det følgende ut fra at all transport fra Nederland, Frankrike, Storbritannia, Italia, Portugal og Øst-Europa går med lastebil. Det samme gjelder all import fra Spania unntatt 11 % av tomatimporten, den andelen som i 1997 kom fra Kanariøyene. Denne antar vi deler seg likt mellom flytransport og skip til Rotterdam + lastebil videre. Vi ser altså bort fra den vesle andelen jernbanetransport, noe som imidlertid har små konsekvenser for CO<sub>2</sub>-utslippene.

Som tab. 20 viser går en betydelig del av lastebiltransportene på ferje den siste strekningen fram til Norge. Dette gir oftest en litt kortere transportstrekning enn en ville få ved bare å bruke ferje over Øre sund (betydelig kortere ved transport fra England). Dette vil vi ta hensyn til ved beregning av gjennomsnittlige transportavstander. Derimot vil vi ikke forsøke å beregne CO<sub>2</sub>-utslipp særskilt for veg- og for ferjestrekninger, men regne som om hele strekningen ble tilbakelagt på veg. Normalt gir skipstransport lavere CO<sub>2</sub>-utslipp enn vegtransport. Når det gjelder ferjetrafikken mellom Norge og Danmark/Tyskland/England er dette ikke bare usikkert, men i praksis umulig å avgjøre. Det er klart at transporten er mindre energieffektiv enn den ville være i rene fraktestredet, fordi skipene ikke bare skal transportere lasten men også bilene, og dette på en måte som gir svært dårlig plassutnyttelse. Men i tillegg transporterer de passasjerer, og det vidåpne spørsmålet blir derfor hvordan energiforbruket bør deles mellom gods (i biler) og passasjerer.

Import fra andre land enn dem som ble nevnt ovenfor, antas å skje med skip som losses i Oslo. Til skipstransporten må legges transport fram til havn i eksportlandet. Denne antas å skje med lastebil.

Vi kan nå gå over til å bestemme avstanden - med skip og/eller bil- til produksjonsstedene for de importerte varene.

**Poteter**

Når det gjelder britiske poteter vil vi gå ut fra at transporten skjer fra et sted i Midt-England. Transportavstanden fram til Oslo (inkl. ferje over Nordsjøen) er 1600 km. For kypriotiske poteter regner vi med en transportavstand på 50 km med lastebil + 7000 km med skip.

**Epler**

Franske epler produseres for eksport i flere distrikt fra nesten lengst nord til lengst sør, italienske særlig i Sør-Tirol, dvs. aller lengst nord i landet. Vi regner med en gjennomsnittlig transportavstand til Oslo på 2200 km for europeiske epler. Epler fra den sørlige halvkulen kom i 1997 med 74 % fra Argentina (13.000 km sjøvegen fra Oslo), 8 % fra Chile (14.500 km), 8 % fra Sør-Afrika (12500 km) og 9 % fra New Zealand (22.000 km). Den gjennomsnittlige avstanden blir 14.000 km. Til dette legger vi 300 km lastebiltransport fram til havn.

**Hodekål**

Vårleveranser av sommerkål antas å komme med 50 % hver fra Sør-Italia (avstand til Oslo 3000 km) og Sør-Spania (Murcia/Almeria) (3600 km). Snittet blir 3300 km. Om høsten antas kålen å komme med 50 % fra sentralt i Polen (1700 km) og 50 % fra Ungarn (2300 km), i snitt 2000 km.

**Blomkål**

For britisk blomkål antas samme transportavstand som for poteter, 1500 km. For spansk antas om våren samme avstand som for kål, 3600 km, om høsten 3300 km. Dvs. at gjennomsnittlig transportavstand om høsten (50 % britisk og 50 % spansk) blir 2400 km til Oslo.

**Kinakål**

For kinakål fra Spania og Portugal under ett antas en gjennomsnittlig transportavstand på 3800 km til Oslo. For kinakål fra Israel antas en avstand på 7200 km med skip + 100 km med lastebil.

**Kålrot**

For britisk kålrot antas samme transportavstand som for poteter, 1500 km.

**Gulrot**

For gulrot fra Spania og Italia om våren antas samme transportavstand under ett som for kål, 3300 km. Om høsten er det mer trolig at leveransene, særlig fra Italia, vil komme fra områder lenger nord i landet. Her antas en gjennomsnittlig transportavstand på 2800 km til Oslo.

**Løk**

For leveranser fra Spania antas en transportavstand på 3300 km til Oslo og fra Nederland 1400 km. Fra (Sør-øst) Australia antas en transportavstand på 20.000 km med skip + 300 km med lastebil.

**Purre**

Fra Nederland antas en transportavstand på 1400 km til Oslo, fra Frankrike 2200 km.

**Issalat**

Leveransene kommer fra Spania og transportavstanden antas å være 3600 km til Oslo.

### Tomat

Fra Nederland antas transportavstanden å være 1400 km og fra det spanske fastlandet 3600 km. For leveranser fra Kanariøyene er avstanden til Oslo enten 3300 km med skip til Rotterdam + 1500 km med lastebil eller 4000 km med fly + 50 km med lastebil.

### Agurk

Avstandene fra Nederland og fra Spania (fastlandet) antas å være de samme som for tomat.

Dette gir de transportavstandene til Oslo, Trondheim og Tromsø som er vist i tab.21.

**Tab. 21. Gjennomsnittlige transportavstander for importerte produkt. Km**

	Oslo	Trondheim	Tromsø
Potet, høst 100 % britisk	Bil 1500	Bil 2050	Bil 3250
Potet, vår 100 % kypriotisk	Skip 7000 Bil 50	Skip 7000 Bil 600	Skip 7000 Bil 8800
Eple, høst 25 % sørlig halvkule 75 % fransk/italiensk	Skip 3500 Bil 1725	Skip 3500 Bil 2275	Skip 3500 Bil 3475
Eple, vår 75 % sørlig halvkule 25 % fransk/italiensk	Skip 10500 Bil 775	Skip 10500 Bil 1325	Skip 10500 Bil 2525
Hodekål, høst	Bil 2000	Bil 2550	Bil 3750
Hodekål, vår	Bil 3300	Bil 3850	Bil 5050
Blomkål, høst	Bil 2400	Bil 2950	Bil 4150
Blomkål, vår	Bil 3600	Bil 4150	Bil 5350
Kinakål	Skip 2160 Bil 2690	Skip 2160 Bil 3240	Skip 2160 Bil 3240
Kålrot	Bil 1500	Bil 2050	Bil 3250
Gulrot, høst	Bil 2800	Bil 3350	Bil 4550
Gulrot, vår	Bil 3300	Bil 3850	Bil 5050
Løk, høst	Bil 2350	Bil 2900	Bil 4100
Løk, vår	Skip 12000 Bil 1500	Skip 12000 Bil 2050	Skip 12000 Bil 3250
Purre	Bil 1800	Bil 2350	Bil 3550
Issalat	Bil 3600	Bil 4150	Bil 5350
Tomat	Fly 155 Skip 125 Bil 2720	Fly 155 Skip 125 Bil 3270	Fly 155 Skip 125 Bil 4470
Agurk	Bil 2940	Bil 3490	Bil 4690

Kilde: Se teksten

### 7.3. CO<sub>2</sub>-utslipp per tonnkilometer

Vi har nå funnet hvor langt de norske og de importerte produktene må transporteres og hvilke transportmiddel som brukes. Det som gjenstår for å kunne gjøre opp CO<sub>2</sub>-regnskapene, er å finne ut hvor mye de ulike transportmidlene slipper ut per kilometer og kilogram som transporteres.

Statistisk Sentralbyrå har beregnet det gjennomsnittlige energiforbruket per tonnkilometer ved innenlands lastebil- og skipstransport i Norge. Noen av resultatene er vist i tab. 22, der vi også har beregnet de tilsvarende CO<sub>2</sub>-utslippene på livsløpsbasis, jfr. tab. 2. Samme faktor er lagt til grunn for marine oljer, selv om de kan avvike marginalt avhengig av hvilken type som velges.

**Tab. 22. Gjennomsnittlig energiforbruk og CO<sub>2</sub>-utslipp ved godstransport i Norge. Per tonnkilometer.**

	<b>Energiforbruk, kWh</b>	<b>CO<sub>2</sub>-utslipp, gram</b>
Lastebiler 3-5 tonn nyttelast	1,58	461
Lastebiler 5-8 tonn nyttelast	1,19	347
Lastbiler 8-11 tonn nyttelast	0,88	257
Lastebiler > 11 tonn nyttelast	0,42-0,44	123-128
Semitrailere	0,34	99
Tørrlastskip < 500 brt.	0,49	143
Tørrlastskip 500-3000 brt.	0,28	82
Tørrlastskip > 3000 brt.	0,05	15

Kilde: Statistisk Sentralbyrå 1997 (kolonne 1). Kolonne 2: se teksten.

Tab. 22 viser at utslippene er sterkt avhengige ikke bare av hvilket transportmiddel som brukes, men også av størrelsen. Utslippene per tonn eller kg og kilometer påvirkes dessuten av en rekke andre forhold, deriblant

- kapasitetsutnyttelse: kjører bilene og seiler skipene fullastet eller halvtomme?
- returlast: har bilene og fartøyene som transporterer frukt og grønnsaker last også på tilbaketuren, eller må energiforbruket på tilbaketuren belastes transporten av frukt og grønnsaker?
- lastens vekt/volumforhold. Er lasten "lett og luftig", slik at transportmidlet blir fullt før den vektmessige kapasitetsgrensa er nådd, så vil transporten kreve mer energi *per kg* enn for kompakte varer. Transport av issalat er trolig mer energikrevende enn transport av rotvekster.
- kjølebehov: når lasten må kjøles, krever dette energi og gir større utslipp enn når det ikke er tilfellet.

#### **Nærmere om lastebiltransport**

Statistisk Sentralbyrås undersøkelse "Lastebiltransport 1994-96" viser at 16 % av all lastebiltransport i Norge der frukt eller grønnsaker utgjorde hoveddelen av lasten, skjedde med semitrailere; 53 % med lastebiler på 11 tonn eller mer; 12 % gikk i biler på 8-11 tonn, og 7 % i biler på 5-8 tonn. De siste 12 %, gikk enten med "spesialbiler" eller med mindre

lastebiler. Disse sto nok overveiende for lokal distribusjon (fra torg og grossistlager til detaljist mm.) som vi har holdt utenfor beregningene i denne rapporten.

Tar vi utgangspunkt i prosentfordelingen ovenfor, blir det veide gjennomsnittet av utslipp per tonnkilometer (eksklusive lokal distribusjon og spesialbiler) 156 gram CO<sub>2</sub>. Dette før eventuelle korreksjoner for kapasitetsutnyttelse, lastens art m.v.

Prosentfordelingen i SSBs lastebil undersøkelse gjelder imidlertid all transport innen Norge, dvs. både transport av norske produkt og den delen av transporter fra utlandet som skjer etter at den norske grensa er passert. Mht. de internasjonale transportene må vi regne med at de skjer helt overveiende med semitrailere eller lastebiler av den tyngste klassen. Vi vil derfor (før videre korreksjoner) sette utslippsfaktoren for biltransport fra utlandet fram til Oslo til 110 g CO<sub>2</sub> per tonnkilometer: Også når det gjelder transport Oslo-Trondheim eller Oslo - Tromsø må vi regne med at de tyngre bilene dominerer, enten de kommer direkte fra utlandet eller transporten skjer etter omlasting i Oslo. For disse leddene vil foreløpig sette utslippet til 130 g/tkm. Dette betyr til gjengjeld at de mindre bilene veier litt tyngre i de reint innenlandske transportene. Det gjelder rimeligvis særlig ved de korte transportene, som spiller større rolle ved leveranser til Oslo og Trondheim enn til Tromsø. P or transport av norske produkt setter vi utslippsfaktoren foreløpig til 140 g/tkm (Tromsø) og 180 g/tkm (Oslo/Trondheim).

Den gjennomsnittlige *kapasitetsutnyttelsen* ved lastebiltransport av poteter, frukt og grønnsaker i Norge er ifølge SSB nesten identisk med gjennomsnittet for all lastebiltransport (62,8 % mot 61,7 %). Denne faktoren gir altså ingen grunn til å anta at energiforbruket per tonnkilometer for poteter, frukt og grønnsaker innen Norge avviker fra det som gjelder godstransport generelt.

Ved internasjonal transport må vi regne med at kapasitetsutnyttelsen er høy. Transportvolumene fra de viktige eksportlandene i Europa er så store at de store importørene kan bestille mange billass per uke. Dusan og Nyberget (1996) fant at BAMA-gruppen i 1994-95 hadde gjennomsnittlig 14 transporter pr. uke fra Spania og 9 hver fra Italia og Nederland. Det gir mulighet for å disponere slik at bilene går noe nær fulle. Her vil vi regne med at kapasitetsutnyttelsen ved import i snitt er 80 %. Utslippsfaktoren ved biltransport fram til Oslo reduseres derfor med en faktor  $(1 - 62,8/80)$ , til 86 g/tkm.

Norsk fiskeeksport gir en mulighet for at biler med kjøleutstyr i internasjonal transport kan oppnå returlast. Vi har ikke grunnlag for å anslå i hvilken grad dette gjelder biler som brukes til transport av frukt og grønnsaker innen Norge, selv om det ofte kan være tilfellet. Vi vil derfor ikke gjøre forsøk på å korrigere SSBs tall for avvikende andel tom returlast.

Vekt/volumforholdet for poteter, epler og de fleste slag grønnsaker er såpass høyt at det ikke er grunn til å regne med at volumet sprenger transportmidlets kapasitet lenge før vekta. Salat kan være et unntak, men dette vil kunne kompenseres ved at flere typer grønnsaker transporteres med samme bil. Vi vil derfor ikke gjøre regning med forskjeller i energiforbruk til transport mellom de enkelte produktene.

Når det gjelder kjøling, oppgir Carlsson-Kanyama (1997) at dette krever ca. 0,045 kWh per tonnkm ved transport i store lastebiler/trailere når kapasitetsutnyttelsen er 50 %. Ved høyere kapasitetsutnyttelse bør tallet bli lavere, ca 0,036 kWh ved 62,8 % og 0,027 kWh ved 80 %. Det første tallet innebærer et påslag på 8 % på det energiforbruket til lastebiler over 11 tonn som er vist i tab. 21. Naturvårdsverket (1997) regner skjematisk med et større påslag for

kjøling under transport, nemlig 15 %. Vi velger her å gjøre et påslag på 10 % for kjøling av frukt og grønnsaker. Ved transport av poteter over de avstandene vi betrakter er kjøling ikke nødvendig, derfor gjøres det ikke noe påslag for poteter. Ved kortere transport innenlands kan også kjøling av andre produkt være overflødig. For transport av norsk frukt og grønnsaker fram til Oslo og Trondheim gjør vi derfor et påslag på 5 %.

For lastebiltransport av importvarer fram til utenlandsk havn for videre skipstransport til Norge regner vi med samme utslippsfaktorer som for transport av norske varer til Trondheim/Tromsø.

CO<sub>2</sub>-utslippene ved lastebiltransport blir da som vist i tab. 23.

### Skipstransport

Skipstransportene vi betrakter kan deles i to: dem fra Middelhavet og Kanariøyene på den ene sida, og dem fra fjernere verdensdeler. I de første tilfellene kan det være tale om skip både over og under 3000 tonn. Carlsson- Kanyama (1997) oppgir 2700 brt. som en typisk størrelse for båtene som seiler mellom Kanariøyene og Rotterdam. For skip omkring 3000 t kan CO<sub>2</sub>-utslippet ved midlere kapasitetsutnyttelse ligge på 20-30 g/tkm. Energibehovet til kjøling utgjør ifølge Carlsson-Kanyama 0,0087 kWh/tkm i et slikt skip, som vil gi CO<sub>2</sub>-utslipp på 2,6 g/tkm. Vi setter her det samlede utslippet ved skipstransport fra Middelhavsland og Kanariøyene til 25 g/tkm.

Ved transport fra den sørlige halvkulen må vi regne med vesentlig større skip (størrelsesorden 10.000 brt) og lavere spesifikke utslipp. Stadig (1997) regner i sitt hovedscenario for epletransport fra New Zealand med at kjølefartøy i denne farten bruker 0,056 kWh/tkm, som gir et samlet CO<sub>2</sub>-utslipp på 16 g/tkm. Vi kommer til å bruke denne faktoren for skipstransport fra den sørlige halvkulen.

### Flytransport

For flytransport fra Kanariøyene oppgir Carlsson-Kanyama (1997) energiforbruket til 3,1 kWh/tkm, som gir et utslipp på 892 g/tkm.

Tab. 23 oppsummerer våre anslag for de spesifikke CO<sub>2</sub>-utslippene for ulike transportmiddel og strekninger. Merk at tallene her er oppgitt i gram per kilogramkilometer (kgkm), dvs. at tidligere nevnte tall er delt på 1000.

**Tab. 23. CO<sub>2</sub>-utslipp ved transport av poteter, epler og grønnsaker. Gram per kilogramkilometer.**

	Poteter	Epler og grønnsaker
<b>Bil:</b>		
Transport fra utlandet til Oslo	0,086	0,095
Transport av importvarer Oslo- Trondheim og Tromsø	0,130	0,143
Transport av norske varer til Tromsø	0,140	0,154
Transport av norske varer til Oslo og Trondheim	0,180	0,189
Transport av importvarer fram		

til havn for skipstransport	0,180	0,189
<b>Skip:</b>		
Fra Middelhavet/Kanariøyene	0,025	0,025
Fra sørlige halvkule	0,016	0,016
<b>Fly</b>	-	0,892

#### 7.4. Beregning av CO<sub>2</sub>-utslippene fra transport av norske og utenlandske produkt

Ved hjelp av tab. 17-19, 21 og 23 kan vi nå regne ut CO<sub>2</sub>-utslippene ved transport av norske og importerte varer fram til Oslo, Trondheim og Tromsø.

Resultatene for Oslo er vist i tab. 24:

**Tab. 24. CO<sub>2</sub>-utslipp ved transport av poteter, epler og grønnsaker til Oslo. Gram CO<sub>2</sub> per transportert kg.**

	<b>Norsk</b>	<b>Import</b>
Potet, høst	22	129
Potet, vår	22	184
Eple, høst	28	220
Eple, vår	28	242
Hodekål, høst	13	190
Hodekål, vår	13	314
Blomkål, høst	8	228
Blomkål, vår	-	342
Kinakål	8	310
Kålrot	19	143
Gulrot, høst	23	266
Gulrot, vår	23	314
Løk, høst	23	223
Løk, vår	23	335
Purre	19	171
Issalat	13	342
Tomat	104	400
Agurk	8	279

Kilde: Tab. 17,21 og 23.

For Trondheim framkommer resultatene mht. importvarer ved å addere  $550 \times 0,143 = 79$  gram til tallene for Oslo (unntatt for poteter der tillegget er  $550 \times 0,13 = 72$  gram). For de norske varene finner vi utslippene med utgangspunkt i tab. 18 og 23.

**Tab. 25. CO<sub>2</sub>-utslipp ved transport av poteter, epler og grønnsaker til Trondheim. Gram CO<sub>2</sub> per transportert kg.**

	Norsk	Import
Potet, høst	14	201
Potet, vår	14	256
Eple, høst	123	299
Eple, vår	123	321
Hodekål, høst	47	269
Hodekål, vår	47	393
Blomkål, høst	49	307
Blomkål, vår	-	421
Kinakål	53	389
Kålrot	14	222
Gulrot, høst	14	345
Gulrot, vår	14	393
Løk, høst	70	302
Løk, vår	70	414
Purre	42	250
Issalat	98	421
Tomat	164	479
Agurk	127	358

Kilde: Tab. 18, 23 og teksten.

For Tromsø framkommer resultatene mht. importvarer ved å addere  $1750 \times 0,143 = 250$  gram til verdiene i tab. 24, unntatt for potet der tillegget er  $1750 \times 0,13 = 228$  gram. For norske varer framgår resultatene av tab. 19 og 23.

**Tab. 26. CO<sub>2</sub>-utslipp ved transport av poteter, epler og grønnsaker til Tromsø. Gram CO<sub>2</sub> per transportert kg.**

	<b>Norsk</b>	<b>Import</b>
Potet, høst	111	357
Potet, vår	111	412
Eple, høst	285	470
Eple, vår	285	492
Hodekål, høst	262	440
Hodekål, vår	262	564
Blomkål, høst	262	478
Blomkål, vår	-	592
Kinakål	262	560
Kålrot	136	393
Gulrot, høst	193	516
Gulrot, vår	193	564
Løk, høst	254	473
Løk, vår	254	585
Purre	262	421
Issalat	300	592
Tomat	323	650
Agurk	300	529

## 8. Summering av CO<sub>2</sub>-utslipp for norske og importerte produkt

Ved å legge sammen resultatene fra kap. 5 og 6 - om produksjon og lagring - som er vist i tab. 15 og 16, med dem fra kap. 7 om transport, som er vist i tab. 24-26, kan vi nå sammenligne de totale CO<sub>2</sub>-utslippene for norske hhv. importerte produkt.

Vi ser først på drivhusproduktene, dernest på "høstkurven" og til sist på "vårkurven", og sammenligner i hvert tilfelle resultatene for Oslo, Trondheim og Tromsø.

### 8.1. Drivhusprodukt

Tab. 27 viser CO<sub>2</sub>-utslippene fra produksjon av norske og importerte tomater eller agurker og utslippene ved transport til Oslo, Trondheim og Tromsø.

**Tab. 27. CO<sub>2</sub>-utslipp fra norske og importerte tomater og agurker. Gram/kg produkt**

	Tomater		Agurker	
	Norske	Import	Norske	Import
<b>Utslipp fra produksjon</b>	5065	975	5065	975
<b>Oslo:</b>				
Utslipp fra transport	104	400	8	279
Sum utslipp	5169	1375	5073	1254
<b>Trondheim:</b>				
Utslipp fra transport	164	479	127	358
Sum utslipp	5229	1454	5192	1333
<b>Tromsø:</b>				
Utslipp fra transport	323	650	300	529
Sum utslipp	5388	1625	5365	1504

Kilde: Tab. 15 og tab. 24-26

Til tross for at transporten av importvarer i alle tilfellene krever mer energi enn av de norske, ser vi at dette har helt underordnet betydning i forhold til det faktum at den norske tomat- og agurkproduksjonen er mer energikrevende enn konkurrentenes. Selv om vi reindyrker det mest energikrevende transportalternativet for tomater, nemlig fly transport fra Kanariøyene, viser det seg ellers at dette blir mindre energikrevende enn norsk produksjon. Transport til Oslo gir i dette tilfellet CO<sub>2</sub>-utslipp på 3577 g, mens produksjonen gir 300 g, dvs. totalt 3877 g mot 5169 g for norske tomater levert Oslo.

Vår første hypotese er dermed styrket: Norsk produksjon av tomater og agurker fører til større CO<sub>2</sub>-utslipp enn import.

## 8.2. Høstkurven

Tab. 28 viser CO<sub>2</sub>-utslippene fra produksjon/lagring av norske og importerte grønnsaker i "høstkurven", samt utslippene fra transport ved levering til Oslo. Sumtallene for høstkurven viser utslippene summert for de mengdene av de enkelte produktene som inngår i kurven, jfr. tab. 1, siste kolonne. Til forskjell fra de øvrige tallene gjelder dette altså ikke utslipp per kg, men de samlede utslippene for de i alt 33,3 kg poteter, epler og grønnsaker som utgjør kurven.

Tab. 29 og 30 viser på samme måte utslippene for kurver innkjøpt i Trondheim og Tromsø.

**Tab. 28. CO<sub>2</sub>-utslipp for produkt i høstkurven. Oslo. Gram CO<sub>2</sub> per kg produkt.**

	<b>Produksjon/lagring</b>	<b>Transport</b>	<b>Sum</b>
<b>Norske varer</b>			
Potet	157	22	179
Eple	50	28	78
Hodekål	79	13	92
Blomkål	138	8	146
Kinakål	77	8	85
Kålrot	66	19	85
Gulrot	71	23	94
Løk	225	23	248
Purre	118	19	137
Issalat	89	13	102
<b>Sum høstkurven</b>	<b>3892</b>	<b>704</b>	<b>4596</b>
<b>Importvarer</b>			
Potet	94	129	223
Eple	58	220	278
Hodekål	66	190	256
Blomkål	130	228	358
Kinakål	70	310	380
Kålrot	49	143	192
Gulrot	54	266	320
Løk	212	223	435
Purre	101	171	272
Issalat	65	342	407
<b>Sum høstkurven</b>	<b>2823</b>	<b>6148</b>	<b>8971</b>

Kilde: Tab. 15 og tab. 17.

**Tab. 29. CO<sub>2</sub>-utslipp for produkt i høstkurven. Trondheim. Gram CO<sub>2</sub> per kg produkt.**

	<b>Produksjon/lagring</b>	<b>Transport</b>	<b>Sum</b>
<b>Norske varer</b>			
Potet	157	14	171
Eple	50	123	173
Hodekål	79	47	126
Blomkål	138	49	187
Kinakål	77	53	130
Kålrot	66	14	80
Gulrot	71	14	85
Løk	225	70	295
Purre	118	42	160
Issalat	89	98	187
<b>Sum høstkurven</b>	<b>3892</b>	<b>1445</b>	<b>5337</b>
<b>Importvarer</b>			
Potet	94	201	295
Eple	58	299	357
Hodekål	66	269	335
Blomkål	130	307	437
Kinakål	70	389	459
Kålrot	49	222	271
Gulrot	54	345	399
Løk	212	302	514
Purre	101	250	351
Issalat	65	421	486
<b>Sum høstkurven</b>	<b>2823</b>	<b>8673</b>	<b>11496</b>

Kilde: Tab. 15 og tab. 18.

**Tab. 30. CO<sub>2</sub>-utslipp for produkt i høstkurven. Tromsø. Gram CO<sub>2</sub> per kg produkt.**

	<b>Produksjon/lagring</b>	<b>Transport</b>	<b>Sum</b>
<b>Norske varer</b>			
Potet	157	111	268
Eple	50	285	335
Hodekål	79	262	341
Blomkål	138	262	400
Kinakål	77	262	339
Kålrot	66	136	202
Gulrot	71	193	264
Løk	225	254	479
Purre	118	262	380
Issalat	89	300	389
<b>Sum høstkurven</b>	<b>3892</b>	<b>6215</b>	<b>10107</b>
<b>Importvarer</b>			
Potet	94	357	451
Eple	58	470	528
Hodekål	66	440	506
Blomkål	130	478	608
Kinakål	70	560	630
Kålrot	49	393	442
Gulrot	54	516	570
Løk	212	473	685
Purre	101	421	522
Issalat	65	592	657
<b>Sum høstkurven</b>	<b>2823</b>	<b>14143</b>	<b>16966</b>

Kilde: Tab. 15 og tab. 18.

Resultatene mht høstkurven er klare både for Oslo, Trondheim og Tromsø. Utslippene blir størst for importerte varer - nesten dobbelt så store i Oslo, mer enn dobbelt så store i Trondheim, og 70 % større i Tromsø, der den absolutte forskjellen likevel er størst. Differansen i CO<sub>2</sub>-utslipp fra kurven er på 4,4 kg i Oslo, 6,2 kg i Trondheim og 6,9 kg i Tromsø. Så langt er vår hypotese om at importerte poteter, frukt og frilandsgrovnnsaker ikke fører til vesentlig høyere utslipp enn norske, svekket.

### 8.3. Vårkurven

Vi skal nå se om de resultatene vi fant for høstkurven, også er gyldige for en kurv som kjøpes om våren. Vi minner om at sammensetningen av den norske kurven nå blir noe forskjellig fra den utenlandske, fordi det ikke er realistisk å forutsette at hele spekteret av grønnsaker kan gjøres tilgjengelig fra norsk frilandsproduksjon når vi har kommet ut i mai. Den norske kurven inneholder derfor økte mengder kål, kålrot, gulrot og løk, jfr. kap. 2.

**Tab. 31. CO<sub>2</sub>-utslipp for produkt i vårkurven. Oslo. Gram CO<sub>2</sub> per kg produkt.**

	<b>Produksjon/lagring</b>	<b>Transport</b>	<b>Sum</b>
<b>Norske varer</b>			
Potet	221	22	243
Eple	94	28	122
Hodekål	249	13	262
Blomkål	-	-	-
Kinakål	-	-	-
Kålrot	210	19	229
Gulrot	318	23	341
Løk	437	23	460
Purre	-	-	-
Issalat	-	-	-
<b>Sum vårkurven</b>	<b>7561</b>	<b>737</b>	<b>8298</b>
<b>Importvarer</b>			
Potet	126	184	310
Eple	64	242	306
Hodekål	93	314	407
Blomkål	110	342	452
Kinakål	70	310	380
Kålrot	99	143	325
Gulrot	54	314	368
Løk	260	335	595
Purre	101	171	282
Issalat	65	342	407
<b>Sum vårkurven</b>	<b>3513</b>	<b>7888</b>	<b>11401</b>

Kilde: Tab. 16 og tab. 17.

**Tab. 32. CO<sub>2</sub>-utslipp for produkt i vårkurven. Trondheim. Gram CO<sub>2</sub> per kg produkt.**

	<b>Produksjon/lagring</b>	<b>Transport</b>	<b>Sum</b>
<b>Norske varer</b>			
Potet	221	14	235
Eple	94	123	217
Hodekål	249	47	296
Blomkål	-	-	
Kinakål	-	-	
Kålrot	210	14	224
Gulrot	318	14	332
Løk	437	70	507
Purre	-	-	
Issalat	-	-	
<b>Sum vårkurven</b>	<b>7561</b>	<b>1353</b>	<b>8914</b>
<b>Importvarer</b>			
Potet	126	256	382
Eple	64	321	385
Hodekål	93	393	486
Blomkål	110	421	531
Kinakål	70	389	459
Kålrot	182	222	404
Gulrot	54	393	447
Løk	260	414	670
Purre	101	250	351
Issalat	65	421	486
<b>Sum vårkurven</b>	<b>3513</b>	<b>10414</b>	<b>13927</b>

Kilde: Tab. 16 og tab. 18.

**Tab. 33. CO<sub>2</sub>-utslipp for produkt i vårkurven. Tromsø. Gram CO<sub>2</sub> per kg produkt.**

	Produksjon/lagring	Transport	Sum
Norske varer			
Potet	221	111	332
Eple	94	285	379
Hodekål	249	262	511
Blomkål	-	-	-
Kinakål	-	-	-
Kålrot	210	136	346
Gulrot	318	193	511
Løk	437	254	691
Purre	-	-	
Issalat	-	-	
Sum vårkurven	7561	5993	13554
Importvarer			
Potet	126	412	538
Eple	64	492	556
Hodekål	93	564	657
Blomkål	110	592	702
Kinakål	70	560	630
Kålrot	182	393	575
Gulrot	54	564	618
Løk	260	585	845
Purre	101	421	522
Issalat	65	592	657
Sum vårkurven	3513	15849	19362

Kilde: Tab. 16 og tab. 19.

Også om våren er resultatet det samme for alle tre steder: CO<sub>2</sub>-utslippene er større for de importerte produktene. Forskjellene er litt mindre enn om høsten: 3,1 kg i Oslo, 4,0 kg i Trondheim og 5,8 kg i Tromsø. Dette skyldes at energiforbruket og svinnet ved lagring av norske produkt fram til mai mer enn oppveier den økte transportavstanden for importvarene, som om våren delvis forutsettes å komme fra sørligere strøk enn importvarene om høsten.

For andre tidspunkt i vinterhalvåret - dvs. mellom 15.10 og 15.5 - må vi regne med at forskjellene i CO<sub>2</sub>-utslipp ligger et sted imellom dem vi fant for høst- og for vårkurvene. Forskjellene er såpass klare at vi må regne vår hypotese nr. 2 for sterkt svekket.

## 9. Usikkerhet i beregningene - og virkning av noen alternative forutsetninger

I denne rapporten har det vært nødvendig å gjøre bruk av mange grove, skjønnsmessige og/eller skjematiske anslag. Det forekommer også metodiske forutsetninger som kan være kontroversielle. Til gjengjeld er samtlige forutsetninger og anslag som resultatene hviler på, synliggjort direkte i løpende tekst og tabeller, selv om rapporten dermed har blitt noe mindre lettlest enn den ellers kunne ha vært. De som mener at noen av tallene - på hvilket som helst stadium i beregningen - er for høye eller for lave, har dermed muligheten til å bytte disse ut og regne igjennom for å finne ut hvordan dette påvirker sluttresultatet.

Når det i så stor grad har vært nødvendig å bruke skjønn, skyldes dette delvis den svært begrensede tida som har stått til disposisjon for utarbeidelsen av rapporten. Men det er også en faktisk knapphet på publiserte data om mange av de forholdene som påvirker resultatet, så vel for Norge som - så vidt forfatteren har kunnet finne det ut - for de fleste av våre aktuelle eller potensielle konkurrentland i grøntmarkedet. Rapporten kan derfor gjerne leses som en oppfordring til videre forskning.

Nedenfor vil vi kort kommentere de punktene der alternative forutsetninger eller bedre data kunne tenkes å ha gitt mer enn ubetydelige utslag i sluttresultatene.

### **CO<sub>2</sub>-utslipp ved strømproduksjon**

I rapporten har vi forutsatt at CO<sub>2</sub>-utslippene ved strømproduksjon svarer til det vest- og mellomeuropeiske gjennomsnittet. Hadde vi i stedet gått ut fra at elektrisitetsmarkedene er nasjonale og at norsk strøm dermed er tilnærmet CO<sub>2</sub>-fri, ville dette ha redusert CO<sub>2</sub>-utslippene fra norsk tomat- og agurkproduksjon med 2/3. De samlede utslippene fra produksjon og transport av norske agurker og tomater til Oslo hadde blitt på 1,6-1,7 snarere enn 5,1-5,2 kg, men like fullt større enn for importerte produkter. For norske produkt i "vårkurven" hadde utslippene blitt til dels betydelig redusert (mest i tilfellet gulrot, der reduksjonen hadde blitt på 203 g/kg eller 64 %). De 3 g skyldes strøm til vanning. Resten skyldes strømforbruket til lagring, som for de fleste grønnsaker ble anslått til 120 g per kg innlagret vare, et tall som så øker i takt med svinnsprosenten. For høstkurvene hadde en slik alternativ forutsetning om utslipp ved strømproduksjon betydd lite, da direkte strømforbruk står for en svært liten del av de samlede utslippene til produktene i disse kurvene.

En slik alternativ forutsetning ville altså ha *minsket* forskjellen mellom norske og importerte varer fra drivhus og *økt* forskjellen for produkt fra friland, men ikke endret fortegnet i noen av tilfellene.

### **Energiforbruk til kapitalvarer**

Energiforbruket til produksjon av kapitalvarer i jordbruket er et forsømt forskningsfelt. Så vidt vi kjenner til er det ikke forsøkt studert i Norge etter arbeidet til Breirem o.fl. (1980). Samtlige av de nyere, utenlandske studiene av energiforbruk og/eller miljøbelastninger ved matproduksjon som vi har kommet over, utelater dette leddet, delvis med henvisning til at det antas å ha underordnet betydning (eller, i en landsammenlignende analyse som Stadigs (1997) av epleproduksjon, at det neppe varierer særlig mellom land). Resultatene til Breirem o.fl. taler sterkt for at det første er uriktig. Det vi vet om forskjeller i for eksempel traktorholdet mellom Norge og andre land indikerer også at Stadigs antakelse, uansett om den er riktig mht.

fransk, svensk og newzealandsk epleproduksjon, ikke har generell gyldighet for jordbruket i rike land.

Det kan ikke være tvil om at kapitalvarebeholdningen i norsk jordbruk er stor i forhold til produksjonen. Vi har skjematisk anslått at den er dobbelt så stor som i våre konkurrentland, noe som selvfølgelig ikke kan gjelde hvert enkelt av disse landa, men er ment som en antakelse om hva den gjennomsnittlige avstanden kan være. Dersom vi i stedet forutsatte at CO<sub>2</sub>-utslippene fra kapitalvareproduksjon var like store hos samtlige konkurrenter som i Norge (73 g CO<sub>2</sub>/kg potet og 33 g/kg grønnsaker), ville dette ha økt energiforbruket for den importerte høstkurven med 809 g. Dette tilsvarer en økning på ca. 9 % for Oslo-kurven, relativt mindre for Trondheim og Tromsø. Følgen vil altså være at avstanden mellom norske og importerte produkter økte. Om vi forutsatte at utslippene knyttet til kapitalvareproduksjon for importerte produkt var 1/4 av dem for norske produkt, ville avstanden mellom norske og importerte produkt bli redusert med 405 g.

### **Lagring**

Energiforbruket og svinnet ved lagring er de største usikkerhetsfaktorene som knytter seg til vårkurvene. Det har først og fremst betydning for den norske vårkurven. Hadde vi for eksempel fulgt Carlsson-Kanyama (1997) og satt utslippene fra lagring av gulrøtter til en tredjedel av verdien som er brukt i denne rapporten, hadde de samlede utslippene fra produksjon og lagring av norske gulrøtter i vårkurven blitt redusert med 42 %. Dette er ekstremtilfellet. Hadde vi på den andre sida økt svinnet med ti prosentpoeng for samtlige produkt i den norske kurven (til 30 % for potet og eple, 40 % for kål og løk, 50 % for kålrot og gulrot) hadde dette ført til at utslippene fra hele kurven hadde økt med 1,13 kg ennå langt fra nok til å endre resultatets fortegn.

### **Transport**

Når det gjelder transportleddet er det i første rekke anslagene mht. utslippene fra lastebiltransport som gjør utslag. Vi har forutsatt at transporten av importvarer fram til Oslo gir knapt halvparten så store utslipp per kilogramkilometer som transport av norske varer fram til Oslo eller Trondheim. Det er lite trolig at utslippene kan ligge vesentlig lavere enn det vi har forutsatt for den internasjonale trafikken. Skulle utslippene ved innenlandske leveranser til Oslo og Trondheim være tre ganger større enn for den internasjonale trafikken, ville dette øke de samlede CO<sub>2</sub>-utslippene for de norske kurvene til disse byene med ca. 0,35 hhv. 0,7 kg.

For Tromsø har vi gjort særskilte forutsetninger om at transporten av norske varer - som her overveiende dreier seg om langtransport, gir mindre utslipp per km i gjennomsnitt enn leveransene til Trondheim og Oslo. Antok vi samme utslipp per kgkm for leveranser av norske produkt til Tromsø som til Trondheim og Oslo, ville dette øke utslippene fra leveranser av norske varer til Tromsø med 1,4 kg. Antok vi samtidig at transporten av utenlandske produkt fra Oslo til Tromsø skjedde like energieffektivt som den internasjonale transporten fram til Oslo, ville dette redusere utslippene fra kurvene med utenlandske produkt levert Tromsø med 2,8 kg. Gjorde vi begge disse endringene på en gang, ville det minske avstanden mellom de norske og utenlandske kurvene i Tromsø med 4,2 kg CO<sub>2</sub>-utslipp - fortsatt ikke nok til å snu fortegnet.

### **Sammensetning av kurvene**

"Kurvene" med norske og utenlandske produkt er satt sammen slik mengdene av de enkelte produktene svarer til deres andeler i det norske forbruket. Derimot er en rekke grønnsaker, frukter og bær som omsettes i mindre mengder ikke tatt med. De som er med, står for nær 80

% av det norske forbruket av poteter, grønnsaker og frukt - når bær, frukter som det er uaktuelt å produsere i Norge og drivhus grønnsaker holdes utenfor totalen. Vi hadde neppe kommet til vesentlig andre resultat ved å inkludere de "mindre" grønnsakene og fruktsalgene - og avgjort ikke til sikrere resultat, ettersom vi i stor grad måtte ha basert beregningen av energiforbruket til disse andre slagene på slutninger fra noen av dem som allerede er med i studien.

Den norske "vårkurven" er annerledes sammensatt enn den importerte. Her hadde noen andre forutsetninger vært mulige. Vi kunne for eksempel ha latt norsk issalat inngå i kurven. Ettersom denne måtte ha blitt produsert i drivhus, ville dette ha ført til en økning i utslippene (likevel ikke så stor som tallene for drivhusprodusert agurk eller tomat kan gi inntrykk av, da salat ikke krever like høy temperatur). På den andre sida kunne vi ha antatt at den importerte purren også kom fra (nederlandske) drivhus, og vi kunne ha lagt til grunn lavere avlingsnivå for en del av de utenlandske (tidlig-)produktene, med derav følgende høyere energiforbruk i dyrkingsleddet. Vi kunne også ha tenkt oss at alternativet til import av blomkål, purre, kinakål og salat i mai ikke var økt forbruk av lagringssterke grønnsaker, men å øke forbruket av de ville, grønne matvekstene som har høysesong i Norge nettopp da. Siden disse ikke gir CO<sub>2</sub>-utslipp overhodet, ville dette redusere det samlede utslippet for den norske vårkurven med 1,25 kg.

Poteter og epler veier tungt i kurvene - med hhv. 15 og 6 av de totalt 33,3 kiloene. Det betyr at eventuelle feil ved beregningen av energiforbruket til disse produktene slår sterkest ut. Vi har beregnet at CO<sub>2</sub>-utslippet fra produksjon av en kilo britiske poteter er ca. 40 % lavere enn for en kilo norske, mens de kypriotiske kommer midt imellom. Er utslippene for alle like store som for de norske, betyr det at forskjellen mellom en norsk og en importert høstkurv *øker* med nær 1 kg CO<sub>2</sub>. Gir en kg britiske poteter bare en tredjedel så store utslipp som de norske, *minsker* avstanden med vel 0,6 kg.

Vi har anslått at produksjon av norske epler gir like store CO<sub>2</sub>-utslipp som av importerte. Gir de norske dobbelt så store utslipp, *minsker* avstanden mellom de norske og importerte høstkurvene med 0,3 kg CO<sub>2</sub>, og for vårkurvene med 0,375 kg.

## 10. Konklusjon og drøfting: Hva forteller resultatene om miljøvennlig kosthold, jordbruk og politikk?

Denne rapporten har tatt for seg en av miljøeffektene (effekten på CO<sub>2</sub>-utslipp) av en type valg (mellom norske og importerte produkt) innenfor en del av vår matseddel (poteter, frukt og grønnsaker). Konklusjonen er todelt:

1. Vi *øker* CO<sub>2</sub>-utslippene ved å velge norske tomater og agurker, eller mer presist ved å la våre politikere bestemme at (nesten) bare norske tomater og agurker skal være tilgjengelige i sommerhalvåret.
2. Vi *minsker* CO<sub>2</sub>-utslippene ved å velge norske poteter, epler eller frilandsgrønnsaker, så vel om høsten som om våren. Eller: vi minsker dem ved å la politikerne bestemme at bare norske produkt skal være tilgjengelige i deler av året, og vi ville minske dem ytterligere om denne delen av året ble utvidet for en del produkt.

Begge konklusjonene gjelder uavhengig av om vi bor i Oslo, Trondheim eller Tromsø, og med stor sannsynlighet også for andre steder i landet.

Det er naturlig å spørre både hvor viktige disse resultatene er - i hvilken grad de bør styre våre forbruksvalg og politikervalg. Dersom vi av andre grunner ønsker å spise mer norske drivhusgrønnsaker og/eller mer importerte produkt fra friland, er det også naturlig å spørre om vi kan endre noen av forholdene som fører til konklusjon nr. 1 og/eller nr. 2

CO<sub>2</sub>-utslippene som knytter seg til forbruk av poteter, frukt og grønnsaker er ingen ruvende post i vårt samlede CO<sub>2</sub>-regnskap. Våre to "kurver" av 33,3 kg importerte produkt (høst og vår) ga et gjennomsnittlig utslipp på 10,2 kg i Oslo og 18,2 kg i Tromsø, eller hhv. 0,3 og 0,55 kg CO<sub>2</sub> per kg mat. Antar vi at tallene kan overføres på poteter, frukt og grønnsaker under ett, så ville dette gi hhv. 51 og 94 kg CO<sub>2</sub> dersom hele forbruket av poteter, frukt og grønnsaker - eksklusive tomater og agurker - skulle importeres (dvs. 170 kg).

Forbruket av tomater og agurker utgjør til sammen 9 kg årlig per nordmann. Utslippene av CO<sub>2</sub> fra norskproduserte tomater og agurker er beregnet til litt over 5 kg CO<sub>2</sub> per kg. Dersom vi holder oss til norske produkt gjennom halve året - som i dag - blir CO<sub>2</sub>-utslippene på ca. 23 kg per person.

I verste fall kan altså utslippene komme opp i rundt regnet 100 kg CO<sub>2</sub> per person på årsbasis - for en person med dagens norske gjennomsnittskosthold. Det er beskjedent sammenlignet med for eksempel de 1300 kg per person som skyldes privat bilkjøring, men likevel nok til at vi kan snakke om en av de mange bekkene som gjør en å.

Potet-, frukt- og grønnsakkonsumet er heller ikke den mest miljøbelastende delen av kostholdet vårt; snarere tvert imot. Regnet i forhold til matvarenes eget innhold av næringsenergi, fant Breirem o.fl. (1980) for eksempel ut at produksjon av storfekjøtt krevde 17 ganger større energiinnsats enn potetproduksjon og fem ganger mer enn produksjon av grønnsaker. Det mest miljøvennlige vi kan gjøre med menyen, er ubetinget å spise mer planteprodukt og mindre animalske matvarer. Men dersom vi øker det totale forbruket av poteter, grønnsaker

og frukt, øker nettopp betydningen av at dem vi spiser, medfører så små miljøbelastninger som mulig.

Fortsatt med hensyn til den ene typen miljøbelastning som har vært tema for denne rapporten - altså CO<sub>2</sub>-utslipp - kan dette tenkes oppnådd på flere måter. Vi kan endre måten potetene, frukten og grønnsakene blir produsert på (det vil si at dersom vi er bønder, kan vi gjøre dette direkte; og dersom vi ikke er det - og ikke engang har egen grønnsakhage - kan vi i noen grad påvirke bøndene ved å stille krav til varene vi kjøper). Vi kan for eksempel velge økologiske produkt. Dette fører til en viss reduksjon i CO<sub>2</sub>-utslipp fordi produksjonen av kunstgjødsel, som står for mellom 25 og 50 % av utslippene ved selve produksjonen (eksklusive lagring) av de fleste produktene fra friland, da faller bort. Fordi økologiske bønder oppnår litt mindre avlinger enn konvensjonelle - og bruker mer mekanisk ugrasbekjempelse - blir det litt mer traktorkjøring per produsert kilo, men ikke så mye mer at det oppveier kunstgjødsla.

Kanskje overraskende for mange er at produksjonen av kapitalvarer bidrar om lag like mye - i noen fall mer - til de samlede CO<sub>2</sub>-utslippene enn bruken av kunstgjødsel, og at energiforbruk til lagring kan bety langt mer enn noen av disse faktorene. Dette er forhold som ikke trenger være bedre for økologiske enn for konvensjonelle produkt. Vil vi gjøre *norsk* jordbruksproduksjon mer miljøvennlig, er både enøkttiltak i lagrene og en reduksjon av den ekstremt høye kapitalintensiteten oppgaver som bør prioriteres.

Til tross for dette, viser det seg at transporten er den langt viktigste forklaringen på forskjellene i CO<sub>2</sub>-utslipp mellom våre ulike "kurver". Vil vi nettopp redusere disse utslippene, er det å velge norske produkt generelt et langt viktigere tiltak enn for eksempel å velge økologisk (eller å velge produkt fra en bonde som garanterer at han holder seg med høyst en traktor).

Det har da også stor betydning hvor langt innen vårt langstrakte land produktene har reist. Utslippene for norske produkt blir over dobbelt så høye i Tromsø som i Oslo, fordi langt storparten kommer fra Sør-Norge. Dette til tross for at samtlige av produktene i kurvene våre, unntatt epler og kanskje kepaløk, faktisk lar seg dyrke i Troms. Her ville økt *lokal* produksjon ha stor innvirkning på CO<sub>2</sub>-regnskapet - større enn alle mulige endringer i dyrkingsmåte.

Når det gjelder *drivhusproduktene*, er altså bildet et helt annet. Transporten betyr langt mindre enn forskjellene i energiforbruk til produksjon. Spørsmålet blir derfor om det er mulig å redusere og/eller legge om energibruken i norske drivhus så sterkt at de kan konkurrere med utlandet når det gjelder CO<sub>2</sub>-utslipp.

Svaret er høyst trolig både ja og nei. Det vi si ja - det er nok teknisk mulig å bringe utslippene per kg tomat eller agurk ned på et nivå som ligger lavere enn gjennomsnittet for importerte varer (inkludert nederlandske drivhusprodukt og flybårne Kanari-tomater) i dag. Men nei - det er mer usikkert om det overhodet er mulig å konkurrere med spanske tomater som leveres pr. lastebil.

Nordvest jysk Folkecenter for Vedvarende Energi har utviklet et drivhuskonsept som de mener kan bringe energiforbruket til oppvarming enda lenger ned. Det bygger bl.a. på at drivhustaket isoleres om natta - isolasjonen kan fjernes automatisk om dagen - og at en varmpumpe brukes til å avfukte lufta slik at en slipper å åpne taklukene i vinterhalvåret (Y de 1998). Men alle disse tiltakene virker bare overfor oppvarming: den delen av energiforbruket som gjelder belysning, må fortsatt dekkes av elektrisitet. Som Folkecenterets

egne beregninger viser, skal det et forholdsvis lite lysforbruk til før tomater selv fra deres lavenergidrivhus krever mer energi enn produksjon og transport av spanske (til Danmark).

Som nevnt er CO<sub>2</sub>-utslipp bare en av mange miljøbelastninger produksjonen av poteter, frukt og grønnsaker fører til. Når det gjelder drivhusproduksjon er dette og andre belastninger som knytter seg til energibruk, trolig viktigst. Når det derimot gjelder produksjon av poteter, frukt og grønnsaker på friland kan andre forhold, inkludert påvirkning av det biologiske mangfoldet, pesticidbruk, vann- og jordressursproblematikk være minst like viktige. Også på disse områdene er det til dels markerte forskjeller mellom Norge og aktuelle eller potensielle kilder for importvarer. I den kommende diskusjonen om norsk jordbruks- og handelspolitikk bør CO<sub>2</sub>-problematikken inngå i en samlet vurdering av hvilke valg som gagnar miljøet.

# Litteratur

- Balvoll, Gunnar 1985: Lager og Lagring - Grønnsaker og poteter. Landbruksforlaget, Oslo.
- Balvoll, Gunnar 1995: Grønnsakdyrking på friland. 5. utg., Landbruksforlaget, Oslo.
- Bidstrup, Claus o.fl. 1993: The Technology Catalogue. Senter for utvikling og miljø, Universitetet i Oslo.
- Bok, N.E. van der 1998: Stikstofbemesting in consumptieaarappelen.  
<http://www.transparantcom/eijkpunktdlv.html>
- Breirem, Knut o.fl. 1980: Energibruk ved produksjon av matvarer i norsk jordbruk. Utredning nr. 111 fra Norges landbruksvitenskapelige forskningsråd, Oslo.
- Breirem, Knut o.fl. 1983: Energibruk ved ulike driftsformer i jordbruket, og muligheter for å redusere energibruken. Utredning nr. 125 fra Norges landbruksvitenskapelige forskningsråd, Oslo.
- Börjesson, P., L. Gustavsson, B. Johannsson og P. Svenningsson: Reducing CO<sub>2</sub> emissions by substituting biomass for fossil fuels. Energy, b. 20, nr. 11 s. 1097-1113.
- Carlsson-Kanyama, Annika 1997: Food and the Environment - Implications of Swedish Consumption Patterns. Lisensiatavhandling ved Lunds Universitet, utgitt av Naturvårdsverket, Stockholm.
- Dusan, Igor-Arne og Thorbjørn Nyberget 1996: En analyse av transporten gjennom Europa for Bama-gruppen A/S. Diplomoppgave ved Handelshøyskolen BI.
- European Environment Agency 1995: Europe's Environment - Statistical Compendium for the Dobris Assessment EEA, København.
- Eurostat: Crop Production, 1998:2. Eurostat, Bryssel.
- FAO: Production Yearbook 1997. FAO, Roma.
- Forbrugerstyrelsen 1996: Miljøbelastningen ved familiens aktiviteter. Rapport nr. 1996/1 fra Forbrugerstyrelsen, utarbeidet av I/S ØkoAnalyse.
- Gartneryrket nr. 5/98: Temanummer om alternativ energi.
- Hille, John 1991a: GATTastrote? Om de økologiske konsekvensene av redusert norsk matproduksjon. Rapport nr. 6/91 fra Framtiden i våre hender, Oslo.
- Hille, John 1991 b: Bil og energi. Om energibruk og CO<sub>2</sub>-utslipp ved forsert utskifting av den norske bilparken. Rapport nr. 5/91 fra Framtiden i våre hender, Oslo.
- Hille, John 1995a: Bil og miljø. Om hvorfor billigere nye biler gir et dårligere miljø. Framtiden i våre hender, Oslo.
- Hille, John 1995 b: Sustainable Norway. Prosjekt Alternativ Framtid/ForUM for utvikling og miljø, Oslo.
- Hedmark forsøksring: Årsmelding 1994

Hofsvang, Trond (red.) 1993: Plantevern og norsk mat - konkurransefortrinn og svakheter. Resultat fra Godt norsk-strategien. Landbruksdepartementet, Oslo.

Holtskog, S. og K. Rypdal: Energibruk og utslipp til luft fra transport i Norge. Rapport nr. 97/7 fra Statistisk Sentralbyrå, Oslo.

International Fertilizer Association 1998 (?): The Fertilizer Industry's Manufacturing Processes and Environmental Issues. <http://www.fertilizer.org/PUBLISH/PUBENV/part15.htm>

Naturvårdsverket 1997: Äta för en bättre miljö. Rapport nr. 4830 fra Naturvårdsverket, Stockholm.

Norges Landbrukshøgskole 1993 (?) Enøk i landbrukets bygninger. Utgitt i samarbeid med NLVF-Energiforskningen og Statens fagtjeneste for landbruket.

Norsk Gartnerforbund 1994: Kort gjennomgang av norsk gartneri og hagebruk. (Stensil).

OECD 1997a: Energy Balances of OECD Countries 1994-95. OECD/IEA, Paris.

OECD 1997b: OECD Environmental Data 1997. OECD, Paris.

Patyk, Andreas 1996: Balance of Energy Consumption and Emissions of Fertilizer Production and Supply. I Pre-prints from the International Conference on Application of Life-Cycle Assessments in Agriculture, Food and Non-food Agro-Industry and Forestry. Bryssel, 4-5.4.1996.

Stadig, Magnus: Livscykelanalys av äppelproduktion - fallstudier från Sverige, Nya Zeeland och Frankrike. Rapport nr. 630/1997 fra SIK, Institutet för livsmedel och bioteknik, Göteborg.

Statens Ernæringsråd: Utviklingen i norsk kosthold. Rapport nr. 6/97 fra Statens Ernæringsråd, Oslo.

Statistisk Sentralbyrå: Byggearealstatistikk 1995, 1996, 1997 ([http://www.ssb.no/www-open/statistikk\\_etter\\_emne/10naeringer/byggeareal](http://www.ssb.no/www-open/statistikk_etter_emne/10naeringer/byggeareal)).

Statistisk Sentralbyrå: Jordbruksstatistikk 1995, 1996, 1997.

Statistisk Sentralbyrå 1998: Lastebilundersøkelse 1994-96. SSB, Oslo.

Statistisk Sentralbyrå: Utenrikshandel 1997.

Toten forsøksring: Årsmelding 1996.

Yde, Lars: New Low-Energy Greenhouse Concept. Sustainable Energy News, februar 1998, s. 17.