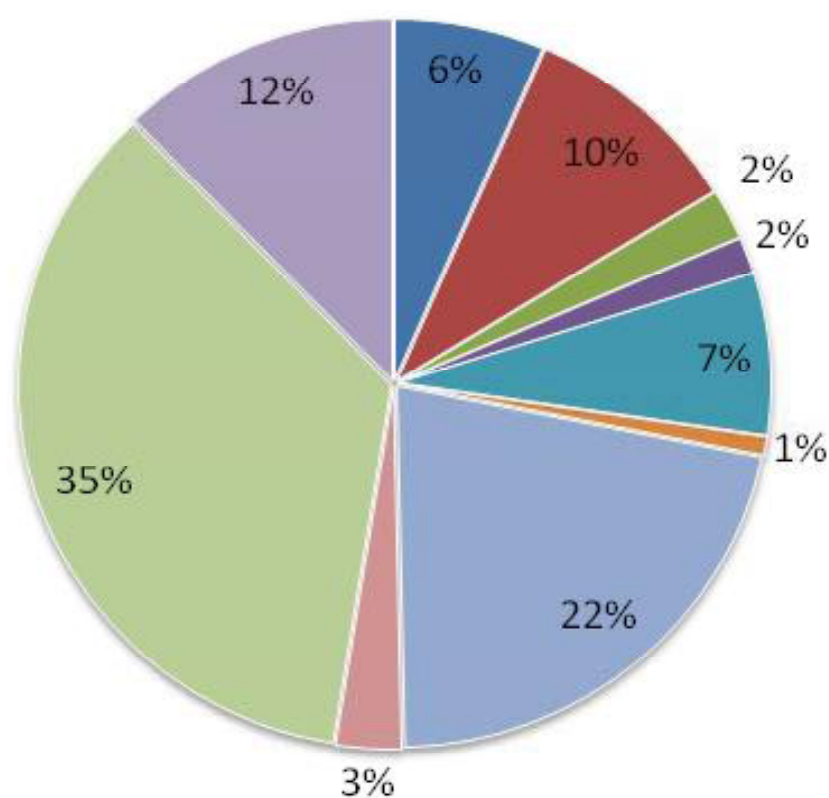


Klimatpåverkan i kylkedjan

– från livsmedelsindustri till konsument

av Katarina Nilsson, SIK och Ulla Lindberg, SP



Innehåll

Förord	2
Sammanfattning	3
Inledning	5
Läsanvisningar	5
Projektupplägg och genomförande	6
Beskrivning av de studerade produktsystemen	7
Typ-produkt 1: Fryst fisk	8
Typ-produkt 2: Frysta ärtor	10
Typ-produkt 3: Kyld Mellanmjölk	11
Industrikyl- och frysprocesser	12
Kyl- och frystransporter	23
Hemtransport	24
Resultat och diskussion	25
Resultat torskblock	26
Resultat torskfilé	27
Resultat ärtor	28
Resultat mjölk	29
Energianvändning	30
Transporter	30
Kyl- och fryshantering minskar spillet	31
Känslighetsanalyser	32
1 – Hur påverkas klimatbidraget av den el som används?	32
2 – Hur påverkas klimatbidraget av transportavstånd och transportsätt?	33
3 – Hur påverkas klimatbidraget av lagringstiden?	34
Slutsatser	35
Sammanfattning av klimatbidragen från alla steg i kedjan	36
Referenser	38
Bilaga 1	40
Bilaga 2	41

Förord

På uppdrag av Livsmedelsverket har Katarina Nilsson, SIK, och Ulla Lindberg, SP-Sveriges Tekniska Forskningsinstitut undersökt klimatpåverkan i kylkedjan från livsmedelsindustri till konsument. Rapporten utgör ett underlag för Livsmedelsverkets arbete med att informera om livsmedelskedjans miljöpåverkan. Projektet har finansierats med medel från Livsmedelsverket och genom Jordbruksverkets LISS-åtagande. Livsmedelsverket har inte tagit ställning till innehållet i rapporten. Författarna svarar ensamma för innehåll och slutsatser.

Sammanfattning

Detta projekt visar på kylkedjans klimatpåverkan i livscykeln från industri, distribution, lager, butik, till och med konsument, exemplifierat genom tre typ-produkter : Fryst torsk, frysta ärtor och kyld konsumentmjölk. Fokus ligger på just kyl- och fryshanteringens bidrag till klimatpåverkan och klimatbidraget från livsmedlet i sig redovisas endast som ett aggregerat värde, hämtade från tidigare studier, som tas med in i industriprocesserna. Eftersom klimatbidraget från kyl- och fryshantering är beroende av energianvändningen diskuteras även energiförbrukning för de olika stegen.

Det enskilt största klimatbidraget från produkternas hela livscykel kommer från primärproduktionen av livsmedlen dvs. från fisket och från odlingen. För fisken och mjölken utgör råvaran cirka 90 procent av produkternas totala klimatpåverkan och liknande resultat erhålls för de flesta animaliska produkter. För ärtorna, liksom för många andra vegetabilier, är råvarans relativa klimatbidrag något lägre än för de animaliska produkterna, här cirka 60 procent.

Kyl- och frysprocesserna i industrin utgör endast en liten del av klimatpåverkan från produkternas livscykel. Den allra största delen är i de flesta fall de tre, i livsmedelssammanhang vanliga infrysningsprocesser, som är studerade här; spiralfrys, kontaktfrys och fluidiserande bädd utgör alla mindre än fyra procent av produkternas totala klimatpåverkan. Klimatbidraget är beroende av den el som förbrukas och energioptimering bör alltid eftersträvas. Mängden energi som förbrukas varierar mellan olika utrustningstyper och kapacitet på anläggningen men fortfarande utgör infrysningen ett litet enskilt bidrag till klimatpåverkan.

Klimatbidraget från transporter är förstås beroende av avståndet för transporter; ju längre avstånd desto större klimatpåverkan räknat för ett och samma transportslag. Transportrutterna har för de olika typ-produkterna här antagits som representativa för respektive produkt och det är inte avståndet som främst ska vara i fokus. Kyltransporter kräver just kyla och det erhålls genom kylaggregat på skåp och containrar. Kylaggregaten drivs framförallt med diesel och ett kylaggregat som kyler en container för 20 tons last drar cirka 3 l diesel i timmen (Winther et al 2009). Till detta kommer ett klimatbidrag orsakat av kylmedialäckage. De mobila kylaggregaten har till skillnad från de stationära (på infrysningsutrusningar och för lager) andra mer klimatpåverkande kylmedier med ett större läckage av kylmedium. Läckaget är uppskattningsvis 5-10 procent av kylmediumvolymen (NTM, 2008). De stationära kylaggregaten har ofta ammoniak som kylmedium, vilket inte är klimatpåverkande, och med obefintligt läckage av detsamma. Klimatbidraget per kg som transporteras är också beroende av den mängd eller volym som varje transport kan ta. I vår rapport utgör de styckfrysta torskfiléerna en mer volymsskrymmande produkt jämfört med torskblocken (mer än dubbelt så

stor volym/kg) och det resulterar i ett högre klimatbidrag från transporten för filéerna. För kylda lastbilstransporter ger kylningen ett ungefärligt påslag på cirka 10 procent av transporten klimatpåverkan.

Hemtransporten som inte är kyld ger ändå ett relativt högt klimatbidrag. Det är ofta en kort stäcka men en väldigt ineffektiv transport. Om man tar bilen när man handlar bör man antingen köpa väldigt mycket eller handla på vägen till något annat (klimatbidraget fördelas då på fler aktiviteter) för att klimatbidraget från hemtransporten ska bli lägre per kg hemtransporterad vara.

Kyl- och fryslagring ger ett relativt lågt klimatbidrag per kg produkt. För våra typprodukter utgör det sammanlagda lagringsbidraget mellan 1-8 procent av produktens totala klimatbidrag. Generellt kan man säga att kylagringen är mindre effektiv ju närmre konsumenten lagringen sker dvs. bulklagringen ger ett lägre klimatbidrag per kg vara än vad konsumentlagringen gör.

I rapporten har vi räknat med att det är svensk el som används. Vi har räknat med svenskproducerad el inklusive den el som importeras. Svenskproducerad el ger upphov till låga halter klimatpåverkande emissioner per kWh, inkluderas vår importel blir klimatbidraget cirka dubbelt så högt, cirka 90 g CO₂-ekvivalenter per kWh. Dock är klimatbidraget långt under bidraget från europeisk medel. I en känslighetsanalys testades att använda europisk medel för ärtorna vilket resulterar i 43 procent högre totalt klimatbidrag från ärtorna. Den relativa andelen, som utgörs av bidraget från infrysning och fryslagring, av ärtornas totala klimatbidrag blir fyra gånger så högt med europeisk el jämfört med användning av den el vi konsumerar i Sverige.

Kanske viktigast av allt att framhålla är att kyl- och fryshantering förlänger hållbarheten av mat. Detta innebär att vi kan ta vara på maten bättre och minska svinnet längs med hela kedjan. För optimal hållbarhet krävs en obruten kylkedja genom hela livscykeln. Den klimatpåverkan som uppstår i och med att livsmedlet produceras, och som utgör det enskilt största klimatbidraget i hela produktens livscykel, blir helt onödig om maten senare slängs och inte konsumeras.

Så den ”klimatsmarte” konsumenten bör tänka på att handla på väg hem från jobbet, handla mycket varje gång dock inte mer än att det äts upp. Man ska heller inte lagra produkterna för länge i sin hemmafrys. Planera inköp, lagring och tillagning så att allt man köpt hem faktiskt äts upp.

Inledning

De flesta beräkningar av klimatpåverkan från livsmedel har traditionellt fokus på produktionen av produkten eller råvaran. Det är oftast just i primärproduktionen som det största enskilda bidraget till klimatpåverkan från ett livsmedel uppstår. Senare led i kedjan innan livsmedlet konsumeras bidrar dock även de till klimatpåverkan.

Ungefär hälften av våra livsmedel utgörs av kyllda eller frysta produkter. Kyl- och fryshanteringen påverkar klimatet beroende på tid och hantering vid kylhanteringen/lagring och vilket energislag som används exempelvis el eller olja. För att effektivt kunna arbeta med att minska klimatpåverkan i kyl- och frys-kedjan krävs en samlad kunskap kring hur olika led i hanteringen av livsmedelsprodukter påverkar klimatet från industri t.o.m. konsument. För att säkerställa god livsmedelskvalitet och livsmedelssäkerhet krävs en väl fungerande obruten kyl- och frys-kedja.

I detta projekt görs en översiktlig kartläggning av hur klimatpåverkan uppstår vid hantering av kyllda och frysta produkter efter tillverkningsledet till och med konsumentledet. Huvudsaklig fokus ligger på kyl- och fryshanteringen av tre utvalda typ-produkter som får representera kyl- och frysproduktsegmenten och som ger en bra bild av hur kyl- och fryshantering påverkar klimatet. Produkterna är fryst torsk, dels som block- och som styckfrost filé, frysta ärtor och kyld mellanmjölk.

Läsanvisningar

Rapporten inleds med en beskrivning av systemen för de tre produkterna i analysen. Vidare beskrivs de olika leden i kyl- respektive frys-kedjan, dels allmänt och dels med avseende på hanteringen av typ-produkterna.

För att underlätta läsningen har klimatpåverkan från varje steg i kedjan lyfts fram markerat med en röd ram.

Resultaten av den beräknade klimatpåverkan från typ-produkterna redovisas uppdelat på de olika stegen i kedjan från industri till och med konsument.

Klimatbidragen ska ge en uppfattning om i vilken storleksordning klimatbidragen från varje steg utgör och ska *inte* ses som ett exakt allennärådande värde för just den hanteringen eller processen. Variationer förekommer.

Projektupplägg och genomförande

I projektet utvärderas klimatpåverkan från kyl- och fryshantering från industri till konsument för tre utvalda produkter. Produkterna representerar typ-produkter inom segmentet kylda och frysta varor. Produkterna är även relevanta för det parallella SIK-projektet ”Klimatpåverkan av enhetsprocesser i livsmedelsindustrin” och har valts för att uppnå maximal utväxling mellan projekten. De valda produkterna är:

- Fryst fisk:
 - Blockfrost torskfilé, 400 g, förpackad i plastlaminerad kartong
 - Individuellt infrost torskfilé, 1 kg förpackad plastpåse
- Frysta ärtor, 1 kg förpackad plastpåse
- 1 liter kyld mellanmjölk, brickförpackning i plastlaminerad kartong.

Genom att följa dessa produkter från industri fram till konsument beräknas bidraget till klimatpåverkan för kyl- och fryskedjans olika delar och relateras till olika kyl- och frystekniker.

Kyl- och fryskabinett, konsumentkylar och konsumentfrysar, kyl/frystransporter och kyl/fryslager har inkluderats. Industriell infrysning i spiralfrys (gyrofrys), kontaktfrys och fluidiserande bädd inkluderas genom SIKs parallella projekt ”Klimatpåverkan av enhetsprocesser i livsmedelsindustrin”. I detta projekt tas en modell fram för beräkning av klimatpåverkan från olika industriella infrysningsprocesser. Rapport om enhetsprocesserna beräknas vara klar i september 2010.

Detta projekt genomförs i samverkan mellan SIK och SP- Sveriges tekniska Forskningsinstitut. SP besitter en stark expertkompetens inom området kylteknik och bidrar med inventeringsdata av kyl- och fryshantering i lager, i butik och hos konsument.

SIK har tagit fram LCA baserad information produktråvarorna och beräknat klimatpåverkan från kyl/fryskedjan. Förutom klimatpåverkan och energiåtgång av enhetsprocesserna från industri till konsumentled så diskuteras även hanteringen i kyl/fryskedjan i ett helhetsperspektiv baserat på de tre fallstudieprodukterna.

För livscykelanalyserna av typprodukterna har beräkningsprogrammet SimaPro7 (Pré, 2008) använts. De senaste viktningfaktorererna enligt IPCC 2007 har använts för klimatbedömning av olika emissioner. Viss bakgrundsdata så som elmixer i olika länder och förpackningsdata har tagits från databasen Ecoinvent v 2.0.

Beskrivning av de studerade produktsystemen

Systemgränserna för analysen av fallstudieprodukterna är från och med industri, till och med konsument med fokus på kyl- och fryshanteringens bidrag. Klimatbidraget uppströms i kedjan dvs. från primärproduktionen finns med som en aggregerad siffra och ingår som ett bakgrundssystem. Klimatbidraget av primärproduktionen från fallstudierna är hämtade från redan publicerade studier, se mer under respektive produkt, och beskrivs utförligt i referenserna.

Fallstudierna är sammansatta av data dels från tidigare inventerade produkter och dels från nya data för kyl- och fryshantering i kedjan. Produkterna representerar typprodukter inom sina produktkategorier. Resultaten bör inte kommuniceras som ett specifikt klimat- och energivärde allmängiltigt för dessa produkter. Resultatet ska främst visa på hur kyl- och fryshantering i de olika stegen mellan industri och konsument påverkar klimat- och energiavtrycket från produkterna. Varje kyl- och fryssteg diskuteras för produkterna och hur olika val av kyl- och frysparametrar påverkar resultatet. De karakteriserade miljöresultaten är beroende av faktorer så som transportavstånd och lagringstid i olika led i livscykeln; lager, butik och hemmet.

Vi har för samtliga fall antagit att butiken är av storlek större livsmedelsbutik med begränsat utbud av icke-livsmedel dvs. att butiken antas storleksmässigt vara under stormarknad i storlek. Vi har också antagit att den ligger i Stockholm och att hemtransporten från butik till konsument är den samma för alla produkterna. Temperaturen som angetts i respektive led i kedjan är den maximala lagringstemperaturen som inte bör överskridas. Temperaturen kan däremot variera med en temperaturspridning mellan varmaste och kallaste varan beroende på var i kyl- eller frysutrymmet varan är placerad. Vi förutsätter att varorna håller rätt temperatur när de går vidare i senare led i kedjan. En för produkten vanligt förekommande konsumentförpackning har valts för att ge ett mått på förpackningens relativa klimatbidrag i förhållande till övriga led i kedjan. Sekundärförpackning, så som transportemballage och kartonger för de konsumentförpackade produkterna, är inte inkluderat. Avfallshantering av förpackningsmaterialet är heller inte inkluderat.

Typ-produkt 1: Fryst fisk

Här har två produkter valts för att två olika industri-infrysningsprocesser ska inkluderas, figur 1; fryst block och individuellt frysta filéer. Efter infrysning (i antingen spiralfrys eller kontaktfrys) antas samma livscykel, med samma fryshantering, gälla för de två fiskprodukterna, dock med den skillnaden att de styckfrysta filéerna tar upp dubbelt så stor volym vid transport jämfört med blocken. Packning av produkterna görs för fiskblocket innan infrysning och för fiskfiléerna efter infrysning.

Som typprodukt har vi valt torskfilé som fiskats, processats och paketerats i Nordnorge. Resultatet hade blivit annorlunda om vi valt någon annan fiskart, fiskeplats eller land för processning men fokus är inte bidraget från produkten utan på kyl- och fryshanteringens påverkan på klimat och energiåtgång.

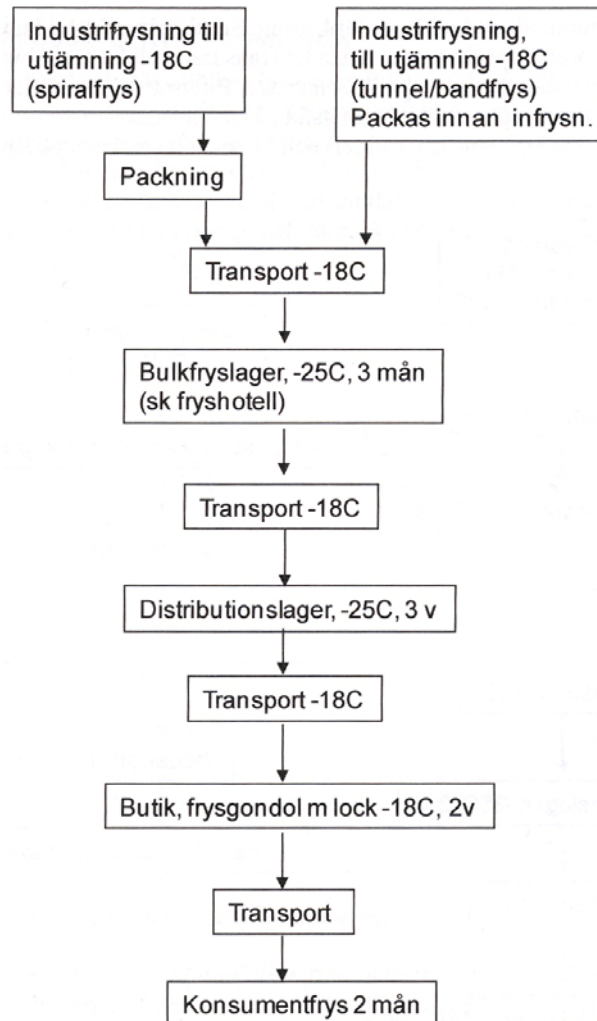
Industri-infrysningsprocessen för torskblocket är kontaktfrys och paketeringen sker innan infrysning. Produktvikt är 400 g (volym 0,55 liter) och förpackningen är plastlaminerad kartong (så kallad vätskekartong) 20 g.

Industriefrysningsprocessen för de individuellt infrysta filéerna är spiralfrys och paketeringen sker efter infrysning. Produktvikt är 1 000 g (volym 3,0 liter) och förpackningen är plastpåse (LDPE), 10 g.

Fryst mager vitfisk har en hållbarhet på mellan 12-18 månader. I flödesschemat, figur 1, är en sammanlagd lagringstid angivet på cirka sex månader, vilket motsvarar en vanlig snittlagringstid för fiskprodukterna.

Individuella filéer, 1 kg,
volym 3 liter

Block 400 g, volym = 0,55 liter



Figur 1. Flödesschema för de två frysta fiskprodukterna; 1kg individuellt infryssta filéer och 400 g fryst filé i block.

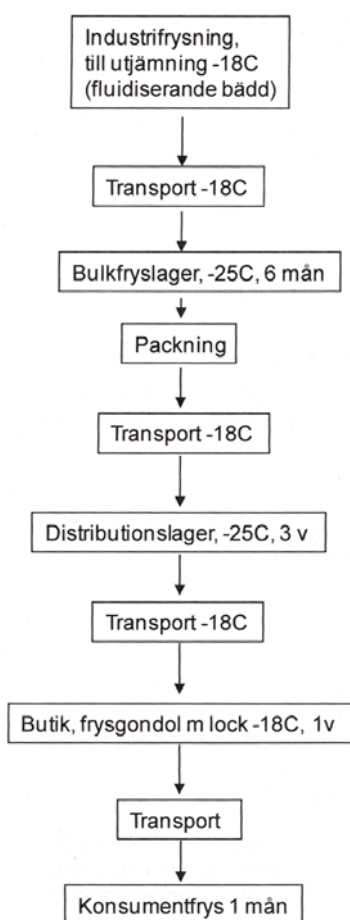
Antagen transportrutt för fiskprodukterna från industri tom butik: Fisken antas bli processad och infrysad i Narvik i Norge. Därifrån transporteras den med lastbil till Göteborg till ett fryshotell. Vidare till ett distributionslager cirka fyra mil utanför Stockholm för att till slut säljas i butik i Stockholm. För transportavstånd se bilaga 1.

Klimatbidraget från torskfilé är till stor del beroende av dieselförbrukningen och kylmediumläckaget i fisket och är här baserat på medelförbrukning av norskt bottentrålfiske av torsk.

Klimatbidraget från fiskråvaran, torskfilé, fram till infrysning är **3,6 kg CO₂-ekvivalenter/kg torskfilé** (Winter et al, 2009).

Typ-produkt 2: Frysta ärtor

Flödet för frysta ärtor beskrivs i figur 2. Industri-infrysningen av ärtorna görs med fluidiserande bädd (se sid 15), vilket ger individuellt snabbinfrysta ärtor. Efter infrysning transporteras ärtorna till ett bulklager för lagring. Snittlagringstiden i bulklagret är sex månader och ärtorna förpackas strax innan leverans från bulklager till butik. Frysta grönsaker har en hållbarhet på upp till 24 månader förutsatt att fryskejlan inte bryts. I flödesschemat nedan anges en snittlagringstid på cirka åtta månader. Produktvikt är 1 000 g (volymen 1,85 liter) och förpackningen är en plastpåse (LDPE), vikt 10 g.



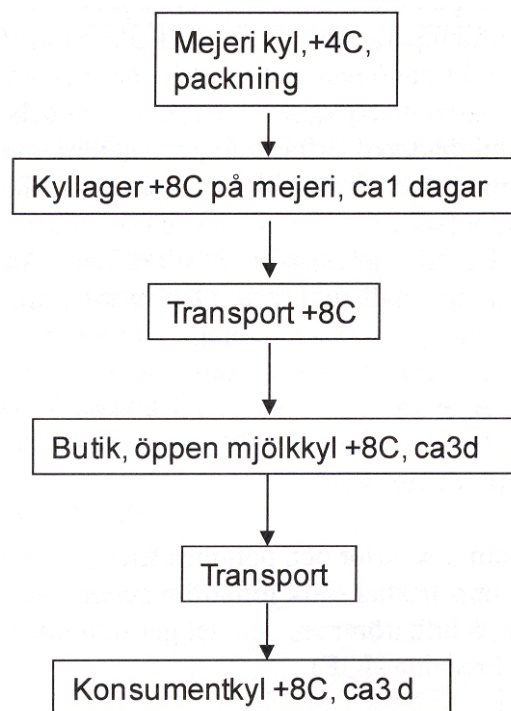
Figur 2. Flödesschema för 1 kg frysta ärtor.

Antagen transportrutt för ärtorna från industri tom butik: Ärtorna antas bli processade och infrysta i en ort strax utanför Helsingborg. Därifrån transporteras de till Helsingborg till ett bulkfryslager. Vidare till ett distributionslager cirka fyra mil utanför Stockholm och för att till slut säljas i butik i Stockholm. För transportavstånd se bilaga 1.

Klimatbidraget från ärtråvaran fram till infrysning är **330 g CO₂-ekvivalenter/kg ärtor** (SIK rapport 767).

Typ-produkt 3: Kyld Mellanmjölk

Flödet för den kylda mjölken beskrivs i figur 3. Mjölken kyls efter processning och förpackning i mejeriet till +4°C. I transport från mejeriet och i butikskylen har antagits en kyltemperatur på +8°C. Mellanmjölk har en rekommenderad bäst före datum åtta dagar efter packdag, men är sannolikt hållbar ytterligare en vecka till, vid obruten kylkedja. I flödesschemat nedan har antagits en snittlagringstid på sju dagar. Produktvikt är 1 liter (1 000 g) och förpackningen är en brickförpackning av vätskekartong, vikt 25 g.



Figur 3. Flödesschema för 1 liter konsumentmjölk.

Antagen transportrutt för mjölken från industri tom butik: Mejeriet antas ligga tio mil från butik och mjölken distribueras direkt från mejeri till i butik.

Det allra största bidraget till mjölkens klimatpåverkan uppstår i primärproduktionen. I siffran nedan ingår en första nedkylning som görs direkt på gården.

Klimatbidraget från mjölkråvaran som går in i mejeriet är **1 kg CO₂-ekvivalenter/kg mjölk** (SIK-rapport nr 793).

Industrikyl- och frysprocesser

Det finns en rad olika utrustningar som används till industriell nedkylning och infrysning vilka kan delas in med avseende på vilket sätt värmeöverföringen sker (Kalla Fakta, 2010). Det finns vattenbad, lufttunnlar, kontaktfrysare och kryogena frysare (extremt låga temperaturer). Enligt livsmedelslagstiftningen får endast fyra kylmedier komma i direktkontakt med oförpackade livsmedel vid kylning och frysning; **luft, vatten/is, kväve och koldioxid**.

Luft

Det vanligaste nedkylnings- och infrysningssättet är att använda luft för värmeöverföringen (bortledd värme ger kyla) och det används i ett stort antal konstruktioner för ett stort antal produkter. Luften kyls ned med hjälp av kylelement, vilka i sin tur kyls genom direkt förångning av ett köldmedium eller genom avkylning med en kall vätska. Ofta används låga lufttemperaturer, -30°C och kallare i luftfrysare och lufthastigheten är relativt hög. Den enklaste typen av lyftkylare är kyl- och frystunnlar. Dessa är utformade som ett isolerat utrymme med kylelement och fläktar för luftströmmar över eller igenom produktbädden. Utformningen kan variera med alltifrån stationära plåtar eller band för produkterna (batchfrysare) till band eller bälten som rör sig genom kyl- eller frysutrymmet (kontinuerliga frysare). För att minska golvytan av frysutrustningen används i dag ofta självstaplande bälten i s.k. spiral- eller stackfrysare. Detta ger en tillräckligt lång uppehållstid i frysen för att infrysning av produkten ska ske utan att ta upp så stor yta i processanläggningen. Produkten läggs då på bandet utanför frysen och ligger kvar på samma plats på bandet under hela frysprocessen. Detta är idealisk för produkter känsliga för mekanisk hantering så som t.ex. fiskfiléer. Hastigheten på bandet, lufttemperatur och lufthastighet kan ställas in så att optimal infrysning av olika typer av produkter sker.

För produkter som ska styckfrysas, så som t.ex. ärtor och pommes frites, finns en fluidiserande zon i bandet. Där finns en uppåtriktad stark luftström genom bandet som omger produkterna. Produkterna svävar på luftströmmen och det ger individuellt snabbt infrysning av produkter (sk Individual Quick Freezing -IQF).

Vatten/is

Vattenkylning är det äldsta sättet att kyla produkter på. Vatten har ett relativt högt värmeledningstal, det vill säga det leder bort värme bra, men vattenkylning har ändå klara begränsningar om produkten som ska kylas inte har vattentät förpackning. Det kräver god omsättning på vattnet och god mikrobiologisk kvalitet på vattnet. Direktkylning eller immersionskylning används ofta på frukt och grönsaker som t.ex. äpplen och morötter. Även ombord på större fisketrålare kyls fisken hjälp av kylt havsvatten.

Kväve och koldioxid

Kryogen kyl- och frysutrustning skiljer sig från övrig kylutrustning eftersom de inte behöver anslutas till någon kylanläggning. Värmeöverföringen sker med hjälp av expanderande gaser, koldioxid (främst vid kylning) eller kväve (främst vid frysning), som nedkylda till vätskor (koldioxid, -78°C och kväve, -196°C) transporteras till kylanläggningarna. Flytande kväve sprutas över produkten och infrysning sker då kvävet förångas runt produkterna. Kvävefrysning används främst för tunna produkter som hamburgare och fiskfiléer och ger en mycket snabb infrysning.

Klimatbidraget från kyl- och frysprocessen

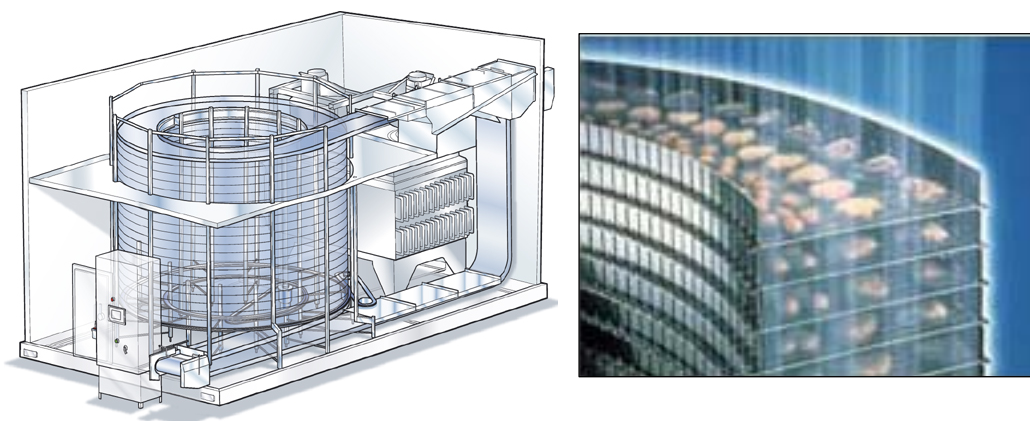
Klimatbidraget från stationära kyl- och frysprocessutrustningar i industrin är beroende av den mängd och den typ av energi som används. I Sverige är det främst el som används. Användandet av Svensk el (med import inkluderat) ger ett klimatbidrag på cirka 90 g CO₂-ekvivalenter/kWh. Energiåtgången för infrysningsarbetet är beroende av egenskaper på produkten som ska frysas in, kapacitet på frysen, den energi som krävs för uppstart av utrustningen och om produkten är förpackad.

Man kan därför inte ge en enda generell siffra på energiåtgång från infrysningen, men det troliga är att den ligger någonstans i intervallet 0,1-0,25 kWh/kg livsmedel. Det motsvarar då ett klimatbidrag för infrysning på **cirka 10 och 20 g CO₂-ekvivalenter/kg produkt.**

I en tidigare studie (Magnusson och Nordtvedt, 2006) uppges energin för kontaktfrysning respektive bandfrysning av fisk uppgå till 106 och 160 kWh/ton fisk. Detta motsvarar ett klimatbidrag på 10 och 15 g CO₂-ekvivalenter/kg fisk. I förhållande till klimatbidraget från primärproduktionen av det livsmedel som fryses in utgör klimatbidraget från infrysningen endast en mindre andel.

Nedan är specificerat energianvändning för kyl- och frysprocesserna för de tre typprodukterna.

Spiralfrys



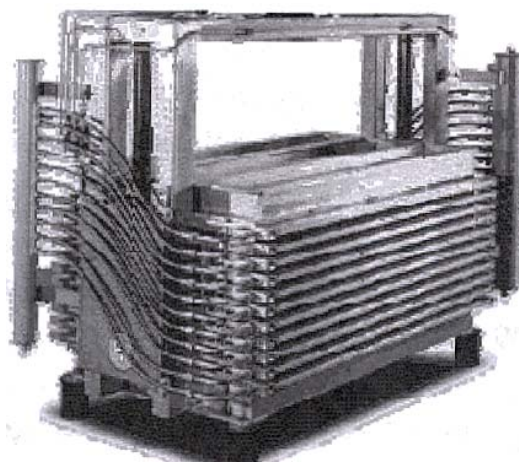
Figur 4. Bild på spiralfrys. (Hämtat från tidigare material från Frigoscandia Equipment, numera JBT Food Tech). Till höger syns schematisk luftström vertikalt genom bandet.

Spiralfrysen är en självstaplande bandfrys för kontinuerlig infrysning med ett vertikalt luftflöde genom banden med produktlast på, figur 4. Frysarna kan utformas och dimensioneras beroende på produkt och önskad kapacitet. Luftflöde, bandhastighet och kammartemperatur kan varieras så att optimal infrysning av produkten kan genomföras. Energiförbrukning för infrysningen av de individuella fiskfiléerna har tagits fram i modellen för energiförbrukning vid infrysning, framtagen SIKs parallellt pågående projekt.

I exemplet med de individuellt infrysade torskfiléerna har antagits filéer med en snitttjocklek för det tjockaste stället av filén på 2 cm. Ingående produkttemperatur är $+4^{\circ}\text{C}$ och utgående produkttemperatur är -18°C . Vi har antagit en uppstartsenergi för utrustningen på 5 000 kW och att en produktionscykel är 24 timmar. Produktkapaciteten är satt till 3 ton i timmen. Filén är inte förpackad vid infrysning. Produktpill är inte inräknat.

Klimatbidraget från infrysning med ovan nämnda parametrar är 17 g CO₂-ekvivalenter/kg produkt.

Kontaktfrys/plattfrys



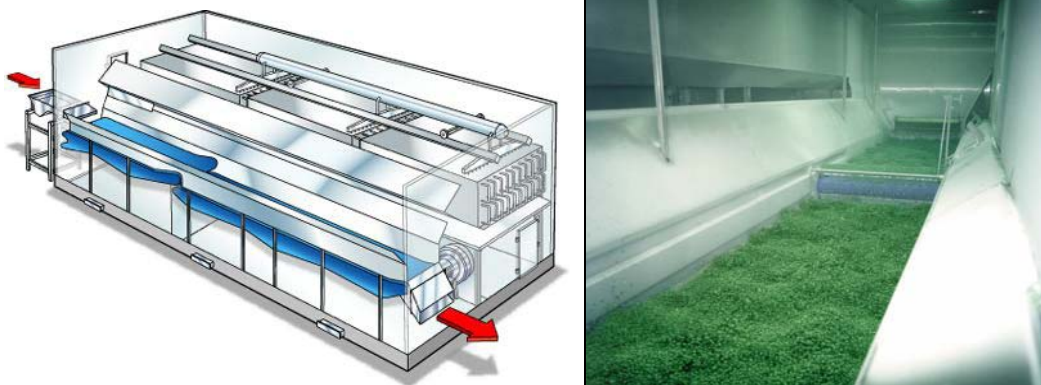
Figur 5. Bild på kontaktfrys (från Teknotherms hemsida).

I kontaktfrysare placeras produkten direkt på en kall yta vilken kylts på samma sätt som kylelementen i en luftfrysare. Vanligast är batch-frysar med olika frys-kapacitet, figur 5. Värmeöverföringen sker huvudsakligen genom ledning. Vanligaste kontaktfrysen är den så kallade plattfrysaren. Den används främst till regelbundet formade produkter eller förpackningar t.ex. fiskblock. Produkten placeras och pressas samman mellan två plattor eller band som innehåller ett cirkulerande köldmedia, vanligen ammoniak. Detta ger god kontakt och relativt snabb infrysning.

I exemplet med de blockfrysta torskfiléerna har antagits att blocken har en tjocklek på 3 cm. Produkten är förpackad vid infrysning. Ingående produkttemperatur är $+4^{\circ}\text{C}$ och utgående produkttemperatur är -18°C . Vi har antagit en uppstartsenergi för utrustningen på 5 000 kW och att en produktionscykel är 24 timmar. Produktkapaciteten är satt till tre ton i timmen. Produktpill är inte inräknat.

Klimatbidraget från infrysning med ovan nämnda parametrar är 16 g CO₂-ekvivalenter/kg produkt.

Fluidiserande bädd



Figur 6. Bild på fluidiserande bäddfrys Till höger syns infrysning av ärtor. (Hämtat från tidigare material från Frigoscandia Equipment, numera JBT Food Tech).

Den fluidiserande bäddfrysaren används då små produkter som bär, pommes frites eller grönsaker ska styckfrysas snabbt (Individual Quick Freezing, IQF), figur 6. Frysprocessen är kontinuerlig och utrustningen kan dimensioneras efter önskad fryskapacitet. Produkterna transporteras genom frysutrustningen på ett djupt band med en stark uppåtgående luftström vilken gör att produkterna "svävar" på den kalla luftströmmen och blir individuellt infrysade. Produktexemplet ärtor baseras på inventerad industriellinfrysning och ger en frystid på fem minuter. Produktspill inte medräknat.

Klimatbidrag från denna infrysning av ärtor (IQF) är
14 g CO₂-ekvivalenter/kg produkt.

Mejeriet

Mjölken, så kallad helmjölk, levereras kyld i tankbilar till mejeriet och kyls där ytterligare till mellan +2°C och +4°C. Inne i mejeriet sker först en lågpastörisering av den inkommande mjölken för att avdöda eventuella sjukdomsalstrande bakterier som kan komma med mjölken från gården. Detta är ett lagkrav (LIVSFS 2005:20) och gäller konsumtionsmjölk och grädde. Lågpastörisering innebär att mjölken hettas upp till minst +72°C i 15 sekunder och det sker ofta i en plattvärmeväxlare. Efter pastöriseringen sker en separering av fett från helmjölken så att man får skummjölk (fetthalt 0,5 %) och grädde (fetthalt 40 %). Sedan blandas skummjölken med rätt mängd grädde till de olika konsumtionsmjölkprodukterna, ex. mellanmjölk 1,5 procent fett. Efter att rätt fettsammansättning erhållits homogeniseras mjölken (fettet finfördelas till små likstora droppar vilket ger en jämnare konsistens och fylligare smak). Därefter kyls mjölken igen till mellan +2°C och

+4°C, förpackas och sätts in i kylskåp innan den distribueras ut till butik. Efter mejeriet upprätthålls kylan så att produkttemperaturen inte överstiger +8°C, ingen ytterligare kylning av mjölken sker.

Den energiåtgång vi räknar med här gäller för hela processen i mejeriet och är 0,12 kWh/liter mjölk (energimix: 52 % el 48 % olja) (LCA livsmedel, 2001). Det motsvarar ett klimatbidrag på cirka 20 g CO₂-ekvivalenter/liter mjölk.

För att visa på betydelsen av den energi som används i mejeriet har vi testat med att byta ut andelen fossil olja mot förnyelsebar träflis. Detta ger då istället ett klimatbidrag från mejeriprocessningen på cirka sju g CO₂-ekvivalenter/liter mjölk.

Kyl och fryslager

Energianvändningen för kyl- och fryslager påverkas av storleken på lagerutrymmet, omsättning av gods och antalet öppningar eller passage vid portar. Generellt kan sägas att lagringseffektiviteten avtar ju längre ut i kedjan dvs. ju närmre konsument man kommer.

Industrifryslager

I större lager (50-100 000 m³) finns väl utarbetade logistiklösningar och andra optimerade lösningar för olika typer av produkter som kräver temperaturkontroll. Stora volymer bulklagring eller enstaka pallar kan förvaras på dessa lager. I industrilager är lagringstiden längre (upp till 12 månader) innan vidare transport till nästa steg i kylkedjan.

I och urlastning av varor sker på en lastbrygga med luftsluss. Därefter sker transporten till/från lagret via ett förrum så kallat "ante room" som vanligtvis för fryslager håller temperaturen +10°C. I kommersiella fryslager hålls en temperatur på -26°C ± 2°C. En höjning av lagringstemperaturen med 1 grad i intervallet mellan -20°C och -30°C ger en energibesparing på cirka två procent (pers. kom Göran Löndahl). För logistiken krävs tillräckligt med utrymme för att kunna transportera pallarna mellan lager och lastbrygga för transport. För plan av fryslager se bilaga 2.

Vi har här räknat med ett större fryslager (66 000 m³) med en varutemperatur på -25°C. Omsättningen antas vara 250 ton varor per dygn i dessa beräkningar. Energianvändningen fördelas på den pallvolym som lagras. Fördelningen utslaget på hela lagerytan ger 10 m³/pall. Transmissionsförlusterna, dvs. förluster genom väggar och byggnadskal, utgör den största andelen av energianvändningen, cirka 40 procent, och därefter infiltrationsandelen, förluster via luftutbyte vid öppningar, som är cirka 12 procent.

Distributionsfryslager

Här förvaras varorna en kortare tid (oftast 2-6 veckor) innan de transporteras vidare till butiken vilket innebär en högre omsättning av varorna i distributionslagret jämfört med bulklagret. Omsättningen antas här till 1 000 ton varor per dygn. Samma lagringsvolym per pall som för industrilagret har antagits här. Andelen transmissionsförluster minskar till cirka 22 procent jämfört med ett större lager, infiltrationsandelen ökar istället till 25 procent på grund av fler öppningar görs i ett distributionslager.

Kyllager

Mejerivaror, däribland mjölk, har en kortare förvaringstid i lager och omsättningen av mejerivaror är därmed mycket hög. Innan butik sker kylagring enbart i mejeriet. I större kylager förekommer olika temperaturzoner och varorna förvaras i temperaturintervall mellan 0-8°C. Kylkompressorerna som försörjer lagerutrymmena med kyla är effektivare (har högre COP) än kylkompressorerna för fryslagring. Detta innebär en lägre el-energianvändning för förvaringen av kylda varor på lager jämfört med fryslagrade produkter.

I industrins stationära kyl- och frysutrustningarna används mest R717 (ammoniak) och läckaget från dem är så gott som obefintligt. Ammoniak i sig har heller ingen negativ inverkan på klimatet.

Klimatbidraget för att förvara 1 liter varor i 1 dag är:

För industrilager, Frys: **0,06 g CO₂-ekvivalenter**

För industrilager, Kyl: **0,03 g CO₂-ekvivalenter**

För distributionslager, Frys: **0,1 g CO₂-ekvivalenter**

För distributionslager, Kyl: **0,06 g CO₂-ekvivalenter**

Butikslager

Livsmedelsbutikerna är stora användare av energi. I Sverige finns det livsmedelsbutiker med varierande storlekar från ”kvartersbutiker” med en försäljningsyta på 100 m² upp till stora köpcentra med motsvarande yta på 8 000 m². En stor del av butikens energianvändning går åt till att kyla matvaror. Cirka 40-50 procent av el-användandet i en butik åtgår till förvaringen av kylda och frysta livsmedel. Av den installerade kyleffekten i en butik är det vanligt att 60-70 procent används för förvaring av kylda varor samt 30-40 procent för frysta matvaror.

Energianvändningen för förvaringen av kylda och frysta livsmedel påverkas av

- Omgivningsklimatet i butiken
- Temperaturkraven i matvarorna
- Utformningen av kylsystem i butiken
- Kyl- och frysdiskarnas och de klimatiserade rummens prestanda

Omgivningsklimatet i butiken är beroende av utomhusklimatet men också av utformning av värme-, ventilation och eventuella system för komfortkyla i butiken. Möjligheterna av att kunna styra inomhusklimatet kan påverkas av

lokalens geografiska placering, om det är en enskild byggnad och av lokalens byggnadsstomme.

Butikskyla

Butikskyla innefattar de kylsystem som används för att förvara kyllda och frysta livsmedel i en butik. Kyllda och frysta livsmedel mellanlagras i vissa fall i butiken. Men vanligtvis är det leverantören som ansvarar för att lasta in varorna direkt i kyl- och frysdiskarna. Ibland förekommer även exponering och försäljning i klimatiserade rum. Exempel på sådana kyllda rum är mejerirum samt frukt- och grönsaksrum. De klimatiserade rummen såväl som kyl- och frysdiskar försörjs med kyla från kylmaskiner.

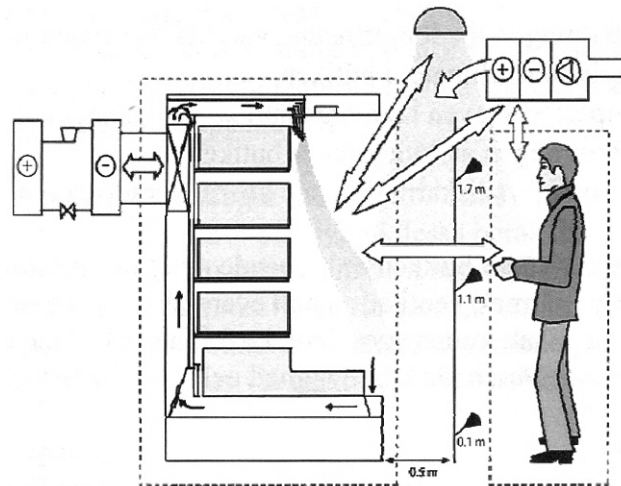
Kylsystemen kan delas in i två huvudtyper, direkta och indirekta kylda system. Många gånger är det en blandning av dessa två. I ett fullständigt indirekt system sker det ett extra värmewäxlingssteg både på kondensor- och på förångarsidan. Vätskan som växlas på kalla sidan kallas köldbärare. På varma sidan, kondensor-sidan, används ett kylmedel. Kylmedel kan användas för värmeåtervinning eller kylas bort, vanligtvis på taket, via kylmedelskylare. I svenska butiker är det vanligt att kyldiskar är anslutna till ett fullständigt indirekt system och att frysdiskarna är anslutna till ett direktexpansionssystem eller delvis indirekt system.

Exponeringen av varor för att öka försäljningen prioriteras högt i en butik och kyl- och frysdiskarna konstrueras därför med allt större öppna ytor. Större exponeringsyta innebär dock även större infiltration, att kall luft rinner ut på golvet framför kylmöblerna.

Kyldiskar

Merparten av de kylda produkterna förvaras i öppna vertikala kyldiskar som även bidrar till en stor andel av energiåtgången i en butik. I en vertikal kyldisk är det vanligast att matvarorna kyls med kall luft. Luften kyls i ett kylbatteri och fördelas sedan som en luftridå i framkanten samt genom en perforerad plåt i kyldiskens ryggparti. Luftridån fungerar som en barriär mellan den varmare omgivningen och den kallare luften i kyldisken där varorna förvaras.

I figur 7 illustreras hur utbytet sker mellan det kalla klimatet inne i kyldisken och det omgivande varmare, fuktigare klimatet som omger kyldisken. Det sker hela tiden en växelverkan mellan kyldisken, kunder, personal och klimatstyrande installationer i butiken såsom värme, ventilation och belysning. När den kallare luften i kyldisken faller ut framför kyldisken bidrar detta till ett ökat behov av kyleffekt för att kyla matvarorna i kyldisken, samtidigt skapas också ett kallare omgivande klimat. Ett kallare omgivande klimat ökar på motsvarande sätt värmebehovet i butiken. Nattetid är det vanligt att de öppna vertikala kyldiskarna täcks med en gardin, som täcker hela den öppna fronten.



Figur 7. Framför en kyldisk sker en växelverkan mellan kyldiskens kallare temperatur, varmare omgivande inneklimat och kunder och personal samt klimatstyrande installationer och belysning.

I vissa fall lastas vertikala kyldiskar bakifrån. Då är vanligtvis disken i direkt ansluten till ett klimatiserat rum i ett kylrum. Mjölksprodukter lastas vanligtvis på detta sätt. I detta fall finns det en luftridå i framkanten på kyldisken och/eller en dörr.

Kylda varor förvaras vanligtvis inom temperaturintervallet 0 till +8°C.

Frysdiskar

Frysta varor förvaras vanligtvis i horisontella frys-gondoler, de flesta är försedda med lock. En horisontell gondol har en horisontell luftridå. Luften kyls i ett batteri och en horisontell luftridå i toppen på gondolen fungerar som en barriär mellan den varma omgivningsluften och luften i gondolen. I och med densitetsskillnader kommer den kalla luften att sträva efter att falla ned i gondolen. Matvaror kyls av förbiströmmade luftridå och genom ledning och strålning från gondolen omgivande väggar.

I en gondol, som är horisontell, är infiltrationsutbytet mindre relaterat till en vertikal kylvanhet.

Med dörrar och lock på kyl- och frys håller man kylan inne i kylvanheten. Detta innebär en minskad energianvändning för kyleffekt för förvaringen då infiltrationsutbytet minskar. Livsmedelstemperaturerna blir dessutom jämnare vilket förbättrar kvalitén på matvaran.

Nyckeltal till förvaring av kylda varor

Energianvändningen i butikerna är varierande och det redovisas nyckeltal mellan 200 kWh/m² och år, upp till 1 500 kWh/m² och år, (Lindström, 1999). Ett mer rättvisande tal kan vara att jämföra nyttig volym luft som kyls till förvaring av varor, detta för att jämföra energieffektiviteten hos kylsystemen som används för att lagra och exponera kylda och frysta livsmedel i butiken. Dessa nyckeltal innebär då att den årliga elenergin som tillförs systemen för att lagra och exponera kylda och frysta livsmedel relateras till den kylda ”nyttiga” luftvolymen (Axell, 2002). Fördelen med denna metod är att butiker av olika storleksordning kan jämföras och att inverkan av andra energikrävande installationer i butiken exkluderas i analysen. I en sådan beräkning innefattas även rum där kylda varor förvaras. Resultat visar att det kan skilja så mycket som en faktor 5 mellan den mest energieffektiva och det minst energieffektiva systemet för förvaring och exponering av kylda livsmedel. Motsvarande siffra för frysta livsmedel uppgår till en faktor 3 (Axell and Lindberg, 2005). Det varierande nyckeltalet visar att det finns en stor potential att minska energianvändningen i butiken.

Köldmediumläckaget i butiker är ungefär 10-15 procent av kylmediumvolymen i kylaggregaten. Kylmediumvolymen varierar beroende på kylkapaciteten liksom vilken typ av kylmedium som används. Indirekta kylsystem, som är vanligast i svenska butikskylanläggningar har en lägre kylmediumvolym jämfört med direkta system som är vanligare i Europa. Jämför man siffror från Sverige med andra länder uppgår butiker i Sverige ha cirka 10 ggr lägre fyllnadsmängder av köldmedium. Vi har här inte räknat med klimatbidraget från kylmediumläckaget från butik eftersom variationen är så stor och det troliga klimatbidraget så litet.

Klimatbidraget för att förvara 1 liter produkt i 1 dag är: För frysta varor i butik: 0,3 g CO₂-ekvivalenter För kylda varor i butik: 0,1 g CO₂-ekvivalenter

Konsument kyl och frys

Kyl och frys för hushållsbruk förekommer som separata enheter eller i kombination, så kallad kombifrys. I denna rapport har vi studerat inverkan från separata enheter.

Drifttiden för kyl/frys är lång (oftast dygnet runt), vilket innebär att ett energieffektivare val minskar på elanvändandet och spar pengar. Livslängden är 10-15 år. En kyl/frys med bästa prestanda i dag drar en tredjedel av den mängd elenergi som en 15 år gammal kyl/frys gör. Hemtransporten innebär många gånger att matvarans temperatur stiger. För att snabbt kunna sänka temperaturen i hushållskyl/frys finns därför oftast en super coolfunktion för att snabbt kyla ner produkten igen. Men den ur kvalitetssynpunkt bästa hanteringen av frysvaror är att korta ner transporten så mycket som möjligt för att undvika att lasta in för varma varor.

Temperaturen i en frys ska inte överstiga -18°C . Kyllda varor förvaras vid högst $+8^{\circ}\text{C}$. En kallare temperatur än nödvändigt ökar elförbrukningen. En väl fungerande avfrostning är viktig, många gånger sker avfrostningen i dagens moderna enheter automatiskt. Underhåll och rengöring är även det viktigt för att enheten ska fungera väl. Kondensorn bör rengöras regelbundet för att skåpet ska fungera väl, den brukar vara placerad bakom skåpet och syns inte.

Hushållskyl och -frys är byggda med hermetiska kompressorer vilket innebär ett näst intill obefintligt läckage av köldmedium. Oftast används isobutan i kylslingan (R 600). Det påverkar inte ozonlager eller växthuseffekt.

Konsumentfrys

Vi har använt oss av olika leverantörers uppgifter om bruttovolym respektive energiåtgång för konsumentfrysar. Den medelkonsumentfrys vi använt i vår analys antas ha en bruttovolym på 265 liter med en energiåtgång på 259 kWh/år. Fördelningen av energianvändningen, och således även klimatbidrag, för respektive produkt görs med avseende på produktens volym och lagringstid.

Konsumentkyl

Vi har på samma sätt här använt oss av olika leverantörers uppgifter om bruttovolym respektive energiåtgång för konsumentkylar. Den medelkonsumentkyl vi använt i vår analys antas ha en bruttovolym på 280 liter med en energiåtgång på 158 kWh/år. Fördelningen av energianvändningen för respektive produkt görs med avseende på produktens volym och lagringstid.

Energimärkning

Marknaden är stor för konsumentkylar och frysar och det finns många modeller att välja mellan. Ett hjälpmedel och verktyg vid valet är energiklassningen eller energimärkningen. Den är obligatorisk och i skala A-G-skalan, där A är det energieffektivaste valet. Dessa produkter var de första att bli energimärkta när märkningen infördes 1995. Klassningen möjliggör för konsumenter att göra ett energieffektivt val vid inköp av kyl och frys.

Klimatbidraget för att förvara 1 liter produkt i 1 dag är:

För hushållsfrys: **0,3 g CO₂-ekvivalenter**

För hushållskylskåp: **0,2 g CO₂-ekvivalenter**

Kyl- och frystransporter

Klimatbidraget från transporten, som ska räknas in i produktens totala klimatbidrag är beroende av vilken lastbil som använts, hur effektivt lastbilen är packad, hur lång transporten är och hur lång tid transporten tar. Ju mer last som klimatbidraget kan fördelas på desto mindre blir transportbidraget per kg transporterat gods.

För kyl- och frystransporterna för de längre transporterna har en lastbil (EURO 5) med maxlastkapacitet på 24 ton eller 33 euro-pallar antagits. För distributionstransporter från lager ut till butik har en medelstor lastbil, max last 14 ton eller 18 europallar använts. Den mindre lastbilen antas ha samma dieselförbrukning (3,5 liter diesel/mil) som den större lastbilen (enligt NTM-calc) men den kan lasta mindre, dvs. transporten blir mindre effektiv. Vidare har olika palldensiteter för de olika produkterna använts baserat på data från NTM (Underlagsrapport till klimatmärkningen, 2010:1). För detaljer om transporterna, se bilaga 1.

Klimatbidraget för att transportera 1 kg 1 km är
För lastbil med maxlast 33 pallar á 400 kg: **0,1 g CO₂-ekvivalenter**
För lastbil med maxlast 18 pallar á 400 kg: **0,16 g CO₂-ekvivalenter**

Klimatbidraget för att kyla transporten

Kyltemperaturen på lastbilarna erhålls med hjälp av separata kylaggregat vilka oftast drivs med diesel (undantagsfall med el). Dieselförbrukningen för kylaggregaten varierar, men en medelförbrukning på cirka 3 l diesel/timme har i enlighet med tidigare studier (Winther et al, 2009) använts här. Dieselförbrukningen för att driva kylaggregaten för att erhålla kyl- eller frystemperatur i bilarna är likvärdig. Kylaggregaten måste köras så länge kyl- eller fryst last finns i lasten. Detta innebär att logistiken för kylda och frysta varor har en indirekt påverkan på klimatet dvs. om lasten inte lastas av direkt vid avlastningsdestinationen blir påverkan på klimatet större. Vi har för de olika typprodukterna antagit en representativ transportrut och med representativa hastigheter för de olika sträckorna. Detta ger ett klimatbidrag som påverkas båda av avståndet men, även av hur länge kylaggregaten körs.

Klimatbidraget från kylaggregatet är cirka 8 kg CO₂-ekvivalenter/timme kylaggregatet är igång. Transporttiden är beräknad från transportavståndet och hastigheten med vilken lastbilen körs. Vi har inte räknat med någon ställtid för kylaggregaten.

Klimatbidrag från kylaggregatet i en lastbil med 20 tons last är
0,4 g CO₂-ekvivalenter/transporterat kg och timme kylaggregatet är igång.

Köldmedia

I de mobila kylaggregaten på lastbilarna är den totala volymen köldmedia cirka 6,5 kg (Winther et al, 2009). De vanligast använda köldmedierna i mobila kylaggregat på bilar är R134a och R404a vilka båda har en hög klimatpåverkans potential på 1 430, respektive 3 920 kg CO₂-ekvivalenter/kg köldmedia (IPCC, 2007). Eftersom fördelningen av användandet mellan de båda inte är känt har ett medelvärde för klimatpåverkans potential på 2 676 kg CO₂-ekvivalenter/kg köldmedia antagits. Läckaget av köldmedia har antagits till 5-10 procent av köldmedia volymen (NTM 2008). Klimatbidraget från läckaget har fördelats genom att dela det årliga läckaget med 2 500 arbetstimmar (antagit 250 arbetsdagar á 10 tim). Detta ger ett klimatbidrag från köldmedieläckaget från lastbilens (last 20 ton) kylaggregat på cirka 0,5 kg CO₂-ekvivalenter/h kylaggregatet är i drift.

Klimatbidraget från läckage av köldmedia från kylaggregatet i lastbil med 20 tons last:

0,025 g CO₂-ekvivalenter/transporterat kg och timme kylaggregatet är igång.

Hemtransport

Ofta utgör hemtransporten den transport av alla transporter i kedjan som bidrar mest till klimatpåverkan per transporterat kg eftersom denna transport är den minst effektiva. Denna transport är ju ingen kyltransport men inkluderad här för att synliggöra detta led i kedjan. Det finns olika tillvägagångssätt att beräkna bidraget från hemtransporten, vi har här antagit den transport som finns beskriven i Orremo et al. 1999. För transport av produkterna från butik till konsument har en passagerarbil miljöklass 1 använts, och sträckan antas vara 7,81 km. Enligt samma källa åker 59 procent av konsumenterna bil till och från affären och 41 procent går eller utnyttjar kollektivtrafik. Tio kg varor har antagits köpas hem vid ett köptillfälle. Vi har räknat med att de respektive produkterna utgör tio procent (1 kg) vardera av det som inhandlas vid inköpstillfället dvs. en förpackning av styckfrysta torskfiléer, ärtor respektive mjölk och 2,5 paket torskblock.

Klimatbidraget från hemtransport av 1 kg varor (enligt ovan) är cirka 80 g CO₂-ekvivalenter.

Resultat och diskussion

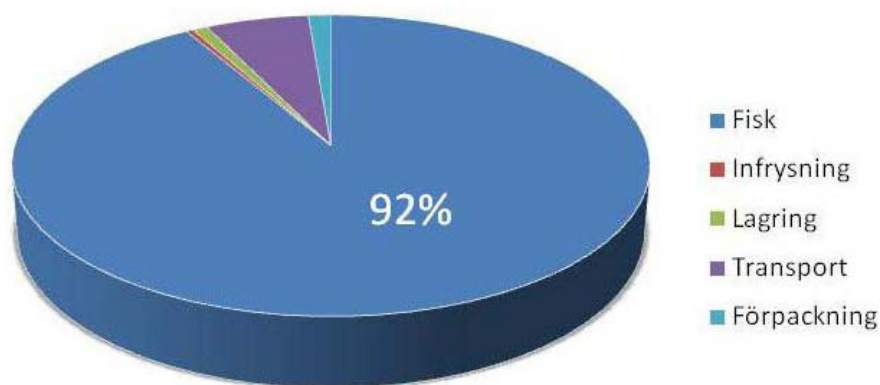
Generellt för produkterna i dessa fallstudier, och troligen för de flesta livsmedelsprodukter, gäller att det största klimatbidraget kommer från primärproduktionen av livsmedlen. För vegetabilier är det relativa klimatbidraget från primärproduktionen något mindre jämfört med primärproduktionen från animaliska produkter. I vår studie står primärproduktionen för 61 procent av ärtornas klimatbidrag och cirka 90 procent klimatbidraget från torsken. Efterföljande kyl- eller fryshantering utgör en mindre andel av den totala klimatpåverkan.

Resultaten nedan gäller i samtliga fall för 1 kg produkt.

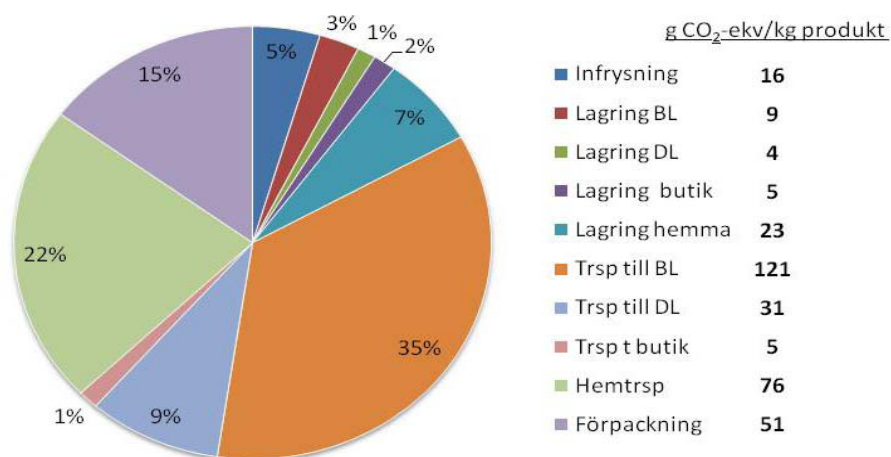
Resultat torskblock

Klimatbidraget för 1 kg fryst torsk i block (2,5 konsumentförpackningar á 400 g) är 3,9 kg CO₂-ekvivalenter. Av detta utgör fiskråvaran 92 procent av klimatbidraget och sammantaget alla senare led i kedjan är åtta procent, figur 8.

Av de resterande åtta procent eller 341 g CO₂-ekvivalenter av total klimatpåverkan utgör lastbilstransporten från Norge till bulklager det största klimatbidraget, figur 9. Dock utgör denna transport endast tre procent av den totala klimatpåverkan från produkten. Det faktum att transporten är kyld medför ett klimatbidrag, från kylning och läckage av kylmedia, till transporten på tio procent eller cirka tio gram CO₂-ekvivalenter. Klimatbidraget från fryslagringen är litet, men ökar ju längre ut i kedjan man kommer. Två månaders konsumentfryslagring ger ett högre klimatbidrag än tre månaders bulkfryslagring. Förpackningen utgör endast 15 procent av de resterande åtta procent av total klimatpåverkan och bidrar mindre än vad t.ex. hemtransporten gör.



Figur 8. Fördelning av klimatpåverkan från de olika stegen i livscykeln av fryst torskblock.

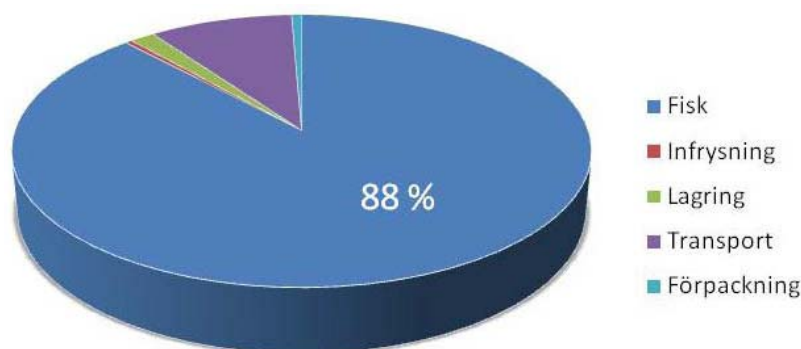


Figur 9. Fördelning av klimatpåverkan från alla efterföljande steg i kedjan, samt dess klimatbidrag i CO₂-ekvivalenter/kg produkt. Bidraget från fiskråvaran är INTE med. BL= Bulklager, DL= Distributionslager.

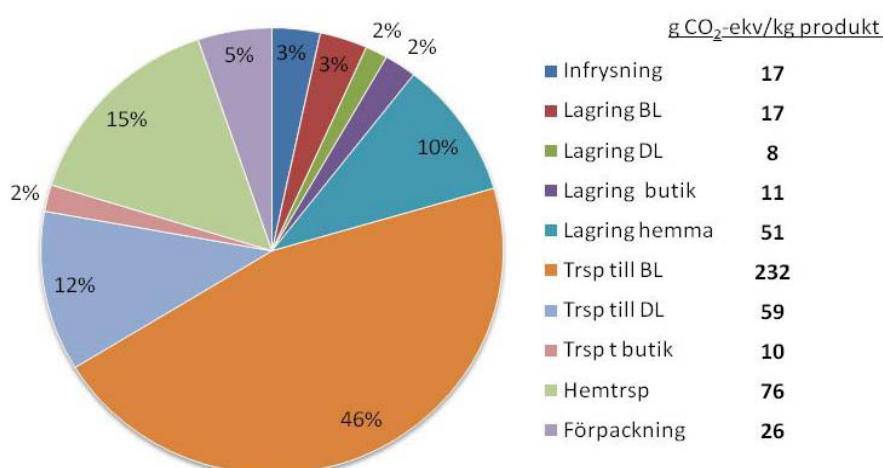
Resultat torskfilé

Klimatbidraget för 1 kg styckfrysta torskfiléer är 4,1 kg CO₂-ekvivalenter. Av detta utgör fiskråvaran 88 procent av klimatbidraget och sammantaget alla senare led i kedjan är 12 procent, figur 10. Jämfört med torskblocket är förpackningen av styckfrysta torskfiléer mer skrymmande och därför blir transporterna inte lika effektivt lastade, därav ett något större transportbidrag från filéerna jämfört med blocken.

De resterande 12 procenten av total klimatpåverkan motsvarar 507 g CO₂-ekvivalenter. För klimatbidraget från leden efter fiskråvaran är det även här transporten från Norge som ger störst klimatbidrag, figur 11. Torskfiléerna tar upp större volym än torskblocken vilket också bidrar till att transporten av filéerna från Norge får ett relativt större bidrag, sex procent av den totala klimatpåverkan. Den skrymmande volymen gör även att fryslagringen i alla lagringsstegen står för en lite större andel än vad den gör för torskblocken. Klimatbidraget från förpackningen utgör endast en liten andel av klimatpåverkan från stegen efter fiskråvaran.



Figur 10. Fördelning av klimatpåverkan från de olika stegen i livscykeln av styckfrysta torskfiléer.

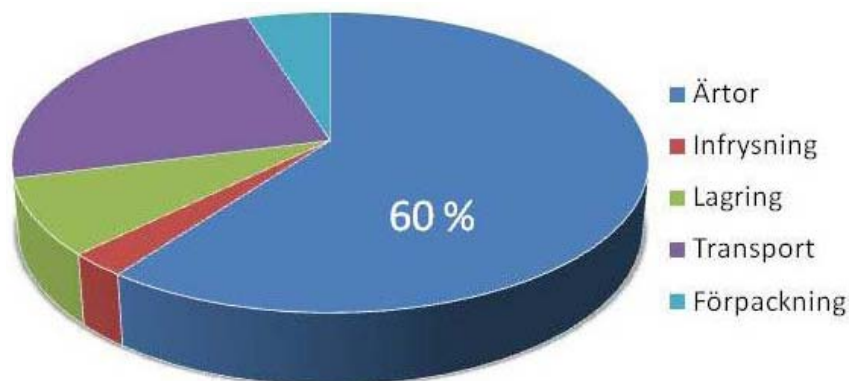


Figur 11. Fördelning av klimatpåverkan från alla efterföljande steg i kedjan, samt dess klimatbidrag i CO₂-ekvivalenter/kg produkt. Bidraget från fiskråvaran är INTE med. BL= Bulklager, DL= Distributionslager.

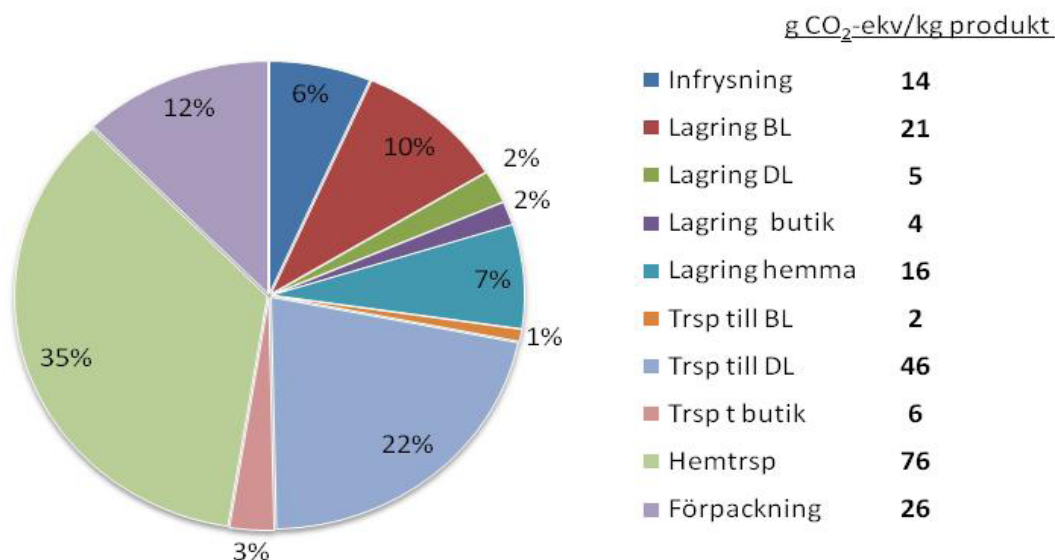
Resultat ärtor

Klimatbidraget för 1 kg frysta ärtor är 0,53 kg CO₂-ekvivalenter. Av detta utgör ärtorna 60 procent av klimatbidraget och sammantaget alla senare led i kedjan är 40 procent, figur 12. Ärtorna utgör en mindre andel av den totala klimatpåverkan än vad fiskråvaran gör, ett samband som ofta gäller för vegetabilier. Transportbidraget är större än bidraget från infrysning och frys-lagring.

Av klimatbidraget från stegen efter ärtproduktionen, 216 g CO₂-ekvivalenter, är det hemtransporten som har störst betydelse för klimatpåverkan, figur 13. Frys-lagringen i hemmet, här en månad, har marginellt högre klimatbidrag än det från bulklagret, sex månader, vilket visar på att storskalig frys-lagring är effektivare än konsumentfrys-lagring. Förpackningen utgör cirka fem procent av det totala klimatbidraget från produkten och är den största relativa andelen för förpackningen av de produkter som studerats här.



Figur 12. Fördelning av klimatpåverkan från de olika stegen i livscykelns av frysta ärtor.

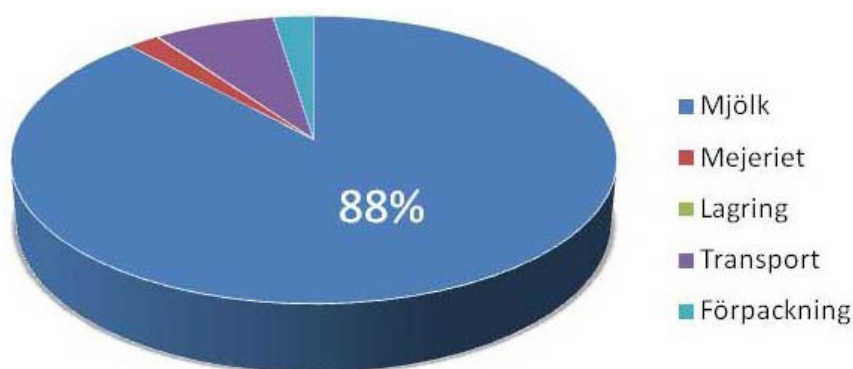


Figur 13. Fördelning av klimatpåverkan från alla efterföljande steg i kedjan, samt dess klimatbidrag i CO₂-ekvivalenter/kg produkt. Bidraget från ärtorna är INTE med. BL= Bulklager, DL= Distributionslager.

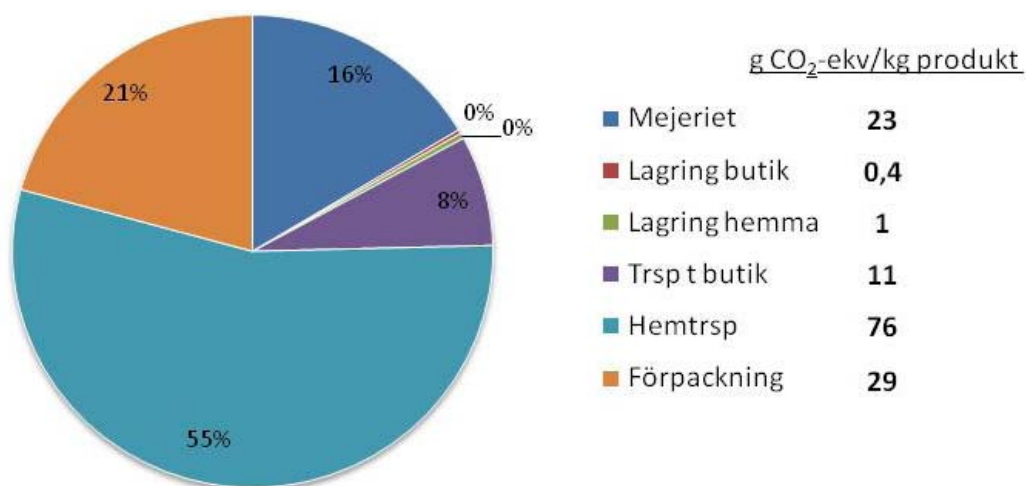
Resultat mjölk

Klimatbidraget för 1 liter kyld mellanmjölk är 1,2 kg CO₂-ekvivalenter. Av detta utgör mjölken 88 procent av klimatbidraget och sammantaget alla senare led i kedjan är 12 procent, figur 14. Bidraget från kylagringen är obefintligt (cirka 1 g CO₂-ekvivalenter) på grund av den korta kylagringstiden, totalt 6 dagar efter mejeriet.

Av klimatbidraget från stegen efter primärproduktionen av mjölken, 139 g CO₂-ekvivalenter, är det hemtransporten som har störst betydelse för klimatpåverkan, figur 15. Processning och kylning i mejeriet och förpackningen har också en större relativ klimatpåverkan än vad motsvarande steg har för de övriga produkterna.



Figur 14. Fördelning av klimatpåverkan från de olika stegen i livscykeln av kyld mellanmjölk.



Figur 15. Fördelning av klimatpåverkan från alla efterföljande steg i kedjan, samt dess klimatbidrag i CO₂-ekvivalenter/kg produkt. Bidraget från mjölken är INTE med.

Energianvändning

Även om kyl- och fryslagringen i alla fallstudierna endast stått för ett relativt litet bidrag till klimatpåverkan är alltid energianvändningen viktig. Energi effektivisering och optimering är alltid att sträva efter samt även valet av förnyelsebara energikällor. I de flesta steg i våra fallstudier är det el som används. I Sverige har vi en ”klimatvänlig” sammansättning av primärenergikällor för elproduktion, med stor andel vattenkraft och kärnkraft. Ungefär tre gånger så mycket primärenergi behövs för att producera elenergi. I Norge produceras elen nästan uteslutande av vattenkraft och i Danmark kommer över 90 procent av elproduktionen från fossila energikällor. Detta avspeglar sig också i olika klimatavtryck från användning av el från olika länder.

Dock använder vi här i Sverige även importerad el från bl.a. Danmark, vilket medför att vår användning av el ger upphov till större klimatavtryck än med den el som vi faktiskt producerar i landet.

Tabell 1.

Klimatavtryck från el producerad i olika länder eller marknader (Källa Ecoinvent v2.0)

El från	Klimatbidrag g CO ₂ -ekv/kWh
Sverige	40
Sverige med import	91
Norge 12	
Danmark	710
NORDEL* 190	
UCTE **	150

*NORDEL- representerar medel från de fem nordiska länderna

**UCTE -Union for the Coordination of the Transmission of Electricity, representerar medel från 22 medlemsstater i Centraleuropa.

Transporter

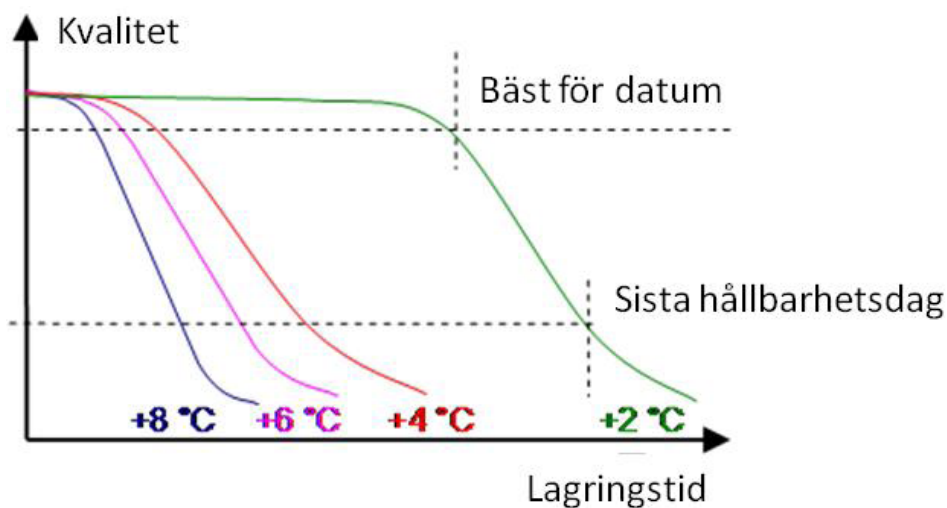
Klimatbidraget från transporter är 5-10 procent högre för att de är kyl- eller frystransporter. Klimatbidraget från kylaggregaten är beroende av hur länge de körs och det är då dels beroende av sträckan/hastigheten av transporten, men även hur länge lasten står kyld innan avfärd och vid framkomst till leveransställe. Transporterna bör planeras så att de kan lastas ur direkt vid framkomst. Om produkterna inte lastas in direkt finns risken att varorna är för varma, så att de när de väl lastas in, inte kan bibehålla rätt kyltemperatur. Kyl- och frysenheterna är inte dimensionerade för att ta emot varor med för hög inlastningstemperatur. En bruten kylkedja försämrar dessutom hållbarheten och kvaliteten på livsmedlet.

Hemtransporten, som inte är kylld, är den transport av alla i kedjan som har störst klimatpåverkan, fränsett de långa transporterna från Norge i vår studie. Om man tar bilen när man handlar bör man antingen köpa väldigt mycket eller handla på vägen till något annat (klimatbidraget fördelas då på fler aktiviteter) för att klimatbidraget från hemtransporten ska bli lägre per kg hemtransporterad vara.

Kyl- och fryshantering minskar spillet

Det allra viktigaste för kvaliteten och hållbarheten av kylda och frysta livsmedel är en obruten kylkedja från industrin till hemmet. Om temperaturen fluktuerar eller höjs markant påverkar det kvaliteten på livsmedlet och hållbarheten försämras. I värsta fall kan maten bli helt förstörd eller hälsofarlig vid dålig kylhantering. Tvingas man då slänga maten ger detta spill upphov till helt onödiga klimatpåverkan. Det största klimatbidraget uppstår i primärproduktionen och då gäller det att på bästa sätt ta vara på råvaran så att den inte blir dålig och behöver slängas.

Kyl- och fryshantering i sig är ett sätt att förlänga hållbarheten, bibehålla säkerheten och kvaliteten av ett livsmedel, men hanteringen bidrar i sig själv enbart med ett litet klimatbidrag. Hållbarheten på en kyld vara påverkas direkt av lagringstemperaturen. Bara ett par graders temperatursänkning ger längre hållbarhet, figur 16. Samma typ av samband med förlängd hållbarhet med sänkt fryslagrings-temperatur erhålls för frysta livsmedel.



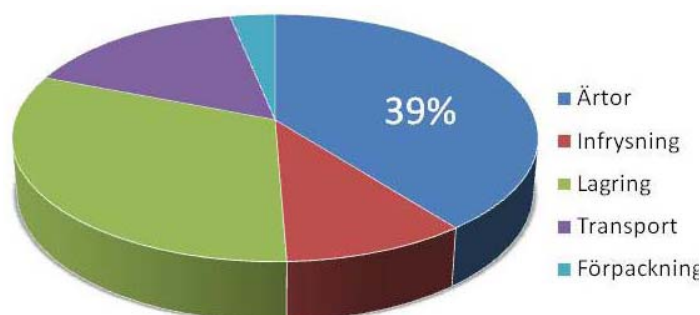
Figur 16. Kylagringstemperaturens betydelse för produktens kvalitet (Fahlén 2003)

Känslighetsanalyser

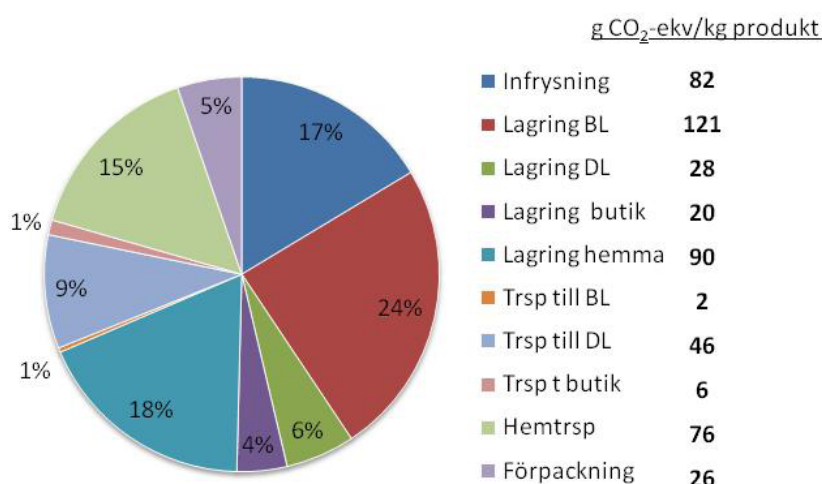
1 – Hur påverkas klimatbidraget av den el som används?

Klimatbidraget är starkt beroende av den el som används och i resultaten ovan har svensk el med import använts. För att illustrera klimateffekten av vilken el som används har resultaten för ärtorna räknats om med Europeisk medel (UCTE) istället, figur 17, en el som ger upphov till cirka fem gånger mer klimatmissioner jämfört med den svenska elen med import. Ärtorna är den produkt av våra fallstudier där primärproduktionen står för lägst klimatbidrag relativt sett. Med en annan mer klimatpåverkande sammansättning av primärenergi för att producera elen blir resultatet för ärtorna annorlunda. Klimatbidraget från den sammanlagda fryslagringen, 31 procent, blir nu nästa lika stort som klimatbidraget från ärtorna.

Alla steg som förbrukar el får med användning av europeisk medel el cirka fem gånger så högt klimatbidrag, figur 18. Förpackningen och transportererna upptar en relativt mindre andel av klimatbidraget nu. Lagringstiden får här en större betydelse för klimatbidraget från produkten än vid användning av svensk el.



Figur 17. Fördelning av klimatpåverkan från de olika stegen i livscykeln av frysta ärtor när Europeisk medel el använts i processen istället för svensk el med import.



Figur 18. Fördelning av klimatpåverkan från alla efterföljande steg i kedjan, bidraget från ärtorna är INTE med. BL= Bulklager, DL= Distributionslager. Europeisk medel el använts i processen istället för svensk el med import.

2 – Hur påverkas klimatbidraget av transportavstånd och transportsätt?

Transportavståndet har betydelse för klimatbidraget men även andra faktorer påverkar. Vilket transportslag som används, flyg, båt eller typ av lastbil påverkar liksom hur mycket last som finns med per transport. Ju mer last per transport desto lägre klimatbidrag per kg transporterat gods. Generellt gäller även att en icke-kyld transport ger ett lägre klimatbidrag än en kyld transport. Flygtransport ger alltid ett högt klimatbidrag per transporterat kg gods och är inte att rekommendera för livsmedel, om man enbart ser till varans klimatbidrag. Tåg och båt, framförallt stora transocean-båttransporter ger ett lågt klimatbidrag per kg transporterat gods. Nedan följer ett exempel på hur transportbidraget ändras med förändrade transportförhållande.

Torsken från Norge transporteras med båt eller tåg till Göteborg istället för med lastbil

Vi antar att torsken fiskas, processas och fryses in i Norge men att transporten till bulk-lagret i Göteborg går med tåg eller båt istället för att se hur transportsättet påverkar klimatbidraget. Vi analyserar *klimatbidraget för 1 kg* i en last av 20 ton, lasten är kyld hela vägen.

Tåg

Transporten går från Narvik via Luleå, Stockholm och till Göteborg, en sträcka på 1 900 km. Tåget drivs av el (svensk med import) och antas ha en snitthastighet på 70 km/timme vilket ger en restid på 27 timmar. Kylningen antas ske på samma sätt som för kylningen på lastbilstransporten.

Klimatbidraget från transporten: 42 g CO₂-ekv
Klimatbidraget från kylningen: 11 g CO₂-ekv

Båt

Transporten går med ett mindre lastfartyg max (last 2 000 ton) från Narvik till Göteborg med en sträcka på 1 763 km (925 nautiska mil). Hastigheten har antagits till 15 knop, vilket ger en transporttid på 63 timme. Kylningen är effektivare på båtarna och ger upphov till lägre mängd klimatgasemissioner (66 % av bidraget från kylaggregaten på lastbil, Winther et al 2009)) än vad kylningen på lastbilstransporterna ger upphov till.

Klimatbidraget från transporten: 80 g CO₂-ekv
Klimatbidraget från kylningen: 11 g CO₂-ekv

Lastbil

Transporten går som tidigare beskrivits från Narvik till Göteborg med en större lastbil (maxlast 33 pallar), en sträcka 1 680 km. Lastbilen antas ha en snitthastighet på 70 km/timme, vilket ger en restid på 24 timmar. Kylningen sker så som beskrivet på sid 22.

Klimatbidraget från transporten: 111 g CO₂-ekv
Klimatbidraget från kylningen: 10 g CO₂-ekv

Avståndet för de tre transporterna är ungefär detsamma så med avseende på klimatpåverkan för dessa tre transportsätt är tåget det minst klimatpåverkande. Hade båttransporten istället skett med ett större mer effektivt transoceangående lastfartyg hade klimatbidraget från båtresan endast varit 20 g CO₂-ekvivalenter.

3 – Hur påverkas klimatbidraget av lagringstiden?

Klimatbidraget/kg produkt från kylagringen genom kedjan är i förhållande till de andra stegen litet. Det är också generellt sett klimatvänligare att lagra i industrin jämfört med i hemmet på grund av att industrilagringen görs mer effektivt. Vi har i systemen för typprodukterna antagit representativa lagringstider i de olika leden. För ärtorna, där den sammanlagda lagringen ger upphov till störst relativt klimatbidrag utgör det ändå endast åtta procent av produktens totala klimatpåverkan.

Den fryslagringstid som man i realiteten kan variera är främst fryslagringen i industribulklager och den i hemmet. I distributionslagret och i butik är genomströmningen av varor relativt hög och endast mindre avvikelser förekommer troligen från de lagringstider vi satt upp i flödesschemat.

En månads bulkfryslagring för 1 liter produkt ger upphov till cirka 1,8 g CO₂-ekvivalenter. En månads hemmafryslagring för 1 liter produkt ger upphov till cirka 8,5 g CO₂-ekvivalenter, alltså nästan 5 gånger så mycket. Så om en vara ligger 12 månader i bulklager och konsumeras i stort sätt direkt efter inköp ger lagringen ett klimatbidrag motsvarande 2,5 månaders hemmafryslagring. En vara som konsumentfryslagras 12 månader ger upphov till cirka 100 g CO₂-ekvivalenter. Detta utgör cirka 20 procent av klimatbidraget från ett kg ärtor, men endast cirka 2,5 procent av klimatbidraget från torskfiléerna.

Som konsument kan man i princip enbart ha koll på fryslagringen i hemmet en kort hemmafryslagring är att eftersträva.

Slutsatser

- Det enskilt största klimatbidraget från produkternas hela livscykel kommer från primärproduktionen av livsmedlen dvs. från fisket och från odlingen.
- Klimatbidraget från den sammanlagda kyl- och fryshantering under produkternas hela livscykel utgör en mindre andel av klimatbidraget.
- Kyl- och infrysningsprocesserna i industrin utgör endast en liten del av klimatpåverkan från produkternas livscykel. De vanliga infrysningsprocesserna, som är studerade här utgör alla mindre än fyra procent av produkternas totala klimatpåverkan.
- Klimatbidraget från transporter är förstås beroende av avståndet för transporter; ju längre avstånd desto större klimatpåverkan räknat för ett och samma transportslag.
- Klimatbidraget från själva kylningen av en lastbilstrasport är i storleksordningen tio procent av transportklimatbidraget.
- Klimatbidraget per kg som transporteras är också beroende av den volym varan upptar. Ju mer volymsskrymmande produkt desto högre klimatbidrag.
- Hemtransporten, som inte är kyld ger ändå högt klimatbidrag per kg transporterad vara, på grund av att den är minst effektiv.
- Kyl- och fryslagring ger ett relativt lågt klimatbidrag per kg produkt. För våra typprodukter utgör det sammanlagda lagringsbidraget mellan 1-8 procent av produktens totala klimatbidrag.
- Generellt kan man säga att kylagringen är mindre effektiv ju närmre konsumenten lagringen sker dvs industrilagringen ger ett lägre klimatbidrag per kg vara än vad konsumentlagringen gör.
- Viktigast av allt att framhålla är att kyl- och fryshantering förlänger hållbarheten av mat. Detta innebär att vi kan ta vara på maten bättre och minska svinnet längs med hela kedjan. För optimal hållbarhet krävs en obruten kylkedja genom hela livscykeln. Den klimatpåverkan som uppstår i samband med att livsmedlet produceras (odling eller fiske), och som utgör det enskilt största klimatbidraget i hela produktens livscykel, blir helt onödigt om maten senare slängs och inte konsumeras.

Så den ”klimatsmarte” konsumenten bör tänka på att handla på väg hem från jobbet, handla mycket varje gång, dock inte mer än att det äts upp. Man ska heller inte lagra produkterna för länge i sin hemmafrys. Planera inköp, lagring och tillagning så att allt man köpt hem faktiskt äts upp.

Sammanfattning av klimatbidragen från alla steg i kedjan

För att ge en överblick av de olika stegen klimatbidrag ges nedan en sammanställning av typprodukternas klimatbidrag i tabell 2. Klimatbidragen är beräknade med användning av svensk el, inklusive import. Klimatbidragen ska ge en uppfattning om i vilken storleksordning klimatbidragen från varje steg utgör och ska *inte* ses som ett exakt allennärådande värde. Variationer förekommer. För mer ingående beskrivning av livscykelstegen, se under respektive styckerubrik ovan.

Tabell 2. Sammanfattning av klimatbidragen från alla steg i kedjan

Livscykelsteg	Beskrivning	Klimatbidrag	Enhet
Råvaran:			
Torsk	fiske inklusive transport till industri	3 600	g CO ₂ ekv/kg produkt
Ärtor	odling inklusive transport till industri	330 g	CO ₂ ekv/kg produkt
Mjök	Foder, mjölkning, kylning på gården inklusive transport till mejeri	1 020	g CO ₂ ekv/kg produkt
Kyl och frysprocesser:			
Industriell infrysning	energiåtgång varierar med utrustning, kapacitet och produkt, intervall angivet	10 till 20	g CO ₂ ekv/kg produkt
Mejeriet	Kylning 1, pastörisering, homogenisering och kylning 2	20 g	CO ₂ ekv/kg produkt
Transportbidrag:			
Transport stor lastbil	33 pallar å 400 kg	0,1	g CO ₂ ekv/kg produkt som transporterats 1 km
Transport medel lastbil	18 pallar å 400 kg	0,16	g CO ₂ ekv/kg produkt som transporterats 1 km
Kylaggregat till lastbil	mobilt kylaggregat till 20 t container	0,4 g	CO ₂ ekv/kg produkt som transporteras och per timme kylaggregatet är igång
Läckage av kylmedium	5 till 10 % av kylmediumvolymen	0,025 g	CO ₂ ekv/kg produkt som transporteras och per timme kylaggregatet är igång
Hemtransport personbil	maxlast 10 kg varor, stäcka 7,8 km	76	g CO ₂ ekv/kg produkt

Livscykelsteg	Beskrivning	Klimatbidrag	Enhet
Kyl- och fryslagring:			
Industrikyllager	50 000-100 000 m ³ 0,03		g CO ₂ ekv/liter produkt och dag
Disrtibutionskyllager	50 000-100 000 m ³ 0,06		g CO ₂ ekv liter produkt och dag
Kyllager butik	medelvärde av tre större livsmedelsbutiker	0,04-0,20 g	CO ₂ ekv/liter produkt och dag
Hemmakyl	140-360 bruttoliter	0,1-4,2	g CO ₂ ekv/liter produkt och dag
Bulkfryslager	50 000-100 000 m ³	0,06	g CO ₂ ekv/liter produkt och dag
Disrtibutionsfryslager	50 000-100 000 m ³ 0,1		g CO ₂ ekv/ liter produkt och dag
Butiksfrys	medelvärde av tre större livsmedelsbutiker	0,2-0,5 g	CO ₂ ekv/ liter produkt och dag
Hemmafrys	114-346 bruttoliter	0,2-0,5	g CO ₂ ekv/ liter produkt och dag
Förpackning:			
Konsumentförp. torskblock	plastad kartong, 20 g	51	g CO ₂ ekv/förpackning
Konsumentförp. styckfrysta filéer	plastpåse (LDPE), 10 g	26	g CO ₂ ekv/förpackning
Konsumentförp. ärtor	plastpåse (LDPE), 10 g	26	g CO ₂ ekv/förpackning
Konsumentförpackning mjölk	plastad kartong, brikförpackning 25 g	29 g	CO ₂ ekv/förpackning

Referenser

Axell, M., 2002. Vertical display cabinets in supermarkets - Energy efficiency and the influence of air flows. Ph.D. thesis, D66:2002. (Chalmers University of Technology, Building Services Engineering.) Gothenburg, Sweden.

Axell, M., Lindberg, U., Lidbom, P. 2004. Energy efficiency in supermarkets with the purpose of giving a better climate for goods, staff and customers - Field measurement in three supermarkets (in Swedish). SP report 2003:12. (SP Swedish National Testing and Research Institute.) Borås, Sweden.

Ecoinvent v2.0, Swiss Centre For Life Cycle Inventories. www.ecoinvent.org

Fahlén, P.O., 2003. Butikskyla (in Swedish) Supermarket refrigeration. Compendium K2003:04 (Chalmers University of Technology, Building Services Engineering.) Gothenburg, Sweden.

Föreskrifter om livsmedelshygien; Livsmedelsverkets föreskrifter om livsmedelshygien, LIVSFS 2005:20

IPCC, 2007. Climate Change 2007. Intergovernmental Panel for Climate Change (IPCC) Fourth Assessment Report. The Physical Science Basis
<http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg1.htm>

Kalla fakta – allt du behöver veta om hantering av kyllda och frysta livsmedel, kap 1. (2009) Djupfrysingsbyrån.

Klimatpåverkan av enhetsprocesser i livsmedelsindustrin, SIK projekt, rapport i september, 2010.

Klimatpåverkan från livsmedelstransporter, rapport 2010:1 Underlagsrapport för klimatmärkning av mat. (<http://www.klimatmarkningen.se/underlagsrapporter/>)

Magnusson, OM, Nordtvedt TS, 2006. ENØK i kuldeanlegget, SINTEF energiforskning.

Lindström, A. 1999. Energieffektivisering I livsmedelsbutiker. pp. 204, Mitthögskolan Östersund.

NTM (2008). The Network for Transport and Environment (NTM). Environmental data for international cargo and passenger air transport. Calculation methods, emission factors, mode-specific issues. Version 2008-03-04, www.ntm.a.se

NTM-calc, webbaserat verktyg för beräkning av emissioner från olika transporter, (<http://www.ntm.a.se/ntmcalc/Main.asp>)

Orremo, F., Wallin, C., Jönson, G., Ringsberg, K. 1999. IT, mat och miljö, Rapport 5038, Naturvårdsverkets Förlag, Stockholm, Sverige.

Pré Consultants (2009) Simapro 7.1 LCA Software, www.pre.nl/simapro/simapro_lca_software.htm

SIK-rapport 793. (2009) Greenhouse gas emissions from Swedish production of meat, milk and eggs 1990 and 2005. Christel Cederberg, Ulf Sonesson, Maria Henriksson, Veronica Sund, Jennifer Davis.

SIK-rapport 767. (2007) Minskade risker med bekämpningsmedel och minskad miljöpåverkan, samtidigt? En fallstudie på Findus konservärtsodling 1980-2005. U. Sonesson, C. Cederberg, M. Wivstad och B. Florén.

Teknotherms hemsida: <http://www.teknotherm.com/Horizontal%20pl.freezer.htm>

Winther, U., Ziegler, F., Skontorp Hognes, E., Emanuelsson A., Sund, V., Ellingsen H., 2009. Carbon footprint and energy use of Norwegian seafood products. SINTEF Fisheries and Aquaculture report: SFH80 A096068.

Personlig kommunikation:

Göran Löndahl, GL konsult. <http://www.londahl.com/glkonsult/glkonsult-1.htm>

Källa:

Prestanda hushålls kyl och frys, data enligt tillverkarens uppgifter baserats på energimärkning:

www.electrolux.se

<http://www.bosch-home.se/>

Prestanda lager frys:

Indata och antagande avseende fryslager baserade på studie och simulering (DynaStore)

Prestanda och nyckeltal för butikskyla/ frys:

Axell, M., Lindberg, U., 2005. Field measurements in supermarkets. Conference. Vicenza Conf. (IIR.) Vicenza, Italy.

Bilaga 1

Information om transporter av typ-produkterna:

Produkt	Från - till	Avstånd (km) ¹	tid	hastighet	Palldensitet (kg/m ³ , inkl pall) ³	Maxvikt (ton)/ antal pall-platser ⁵
Fisk	Narvik, NO – Göteborg	1 680	24 t	70 km/t	Block 593 Styckfrysta: 254	24/33
Fisk Göteborg	– distributionslager (Södertälje)	436	4,8 t	90 km/t	Block: 593 Styckfrysta: 254	24/33
Fisk Distributionslager	– butik	40	0,8 t	50 km/t	Block: 593 Styckfrysta: 254	14/18
Ärtor Bjuv	– Helsingborg	20	0,28 t	70 km/t	434 ⁴ 24/33	
Ärtor Helsingborg	– distributionslager (Södertälje)	525	5,8 t	90 km/t	434 ⁴ 24/33	
Ärtor Distributionslager	– butik	40	0,8 t	50 km/t	434 ⁴ 14/18	
Mjölk	Mejeri – butik	100	2 t	50 km/t	817	14/18
Alla	Butik – hemmet	7,8 ²				10 kg

¹ avstånd hämtade från web-baserad ruttplanerare: <http://www.viamichelin.com/>

² Orrestigen et al

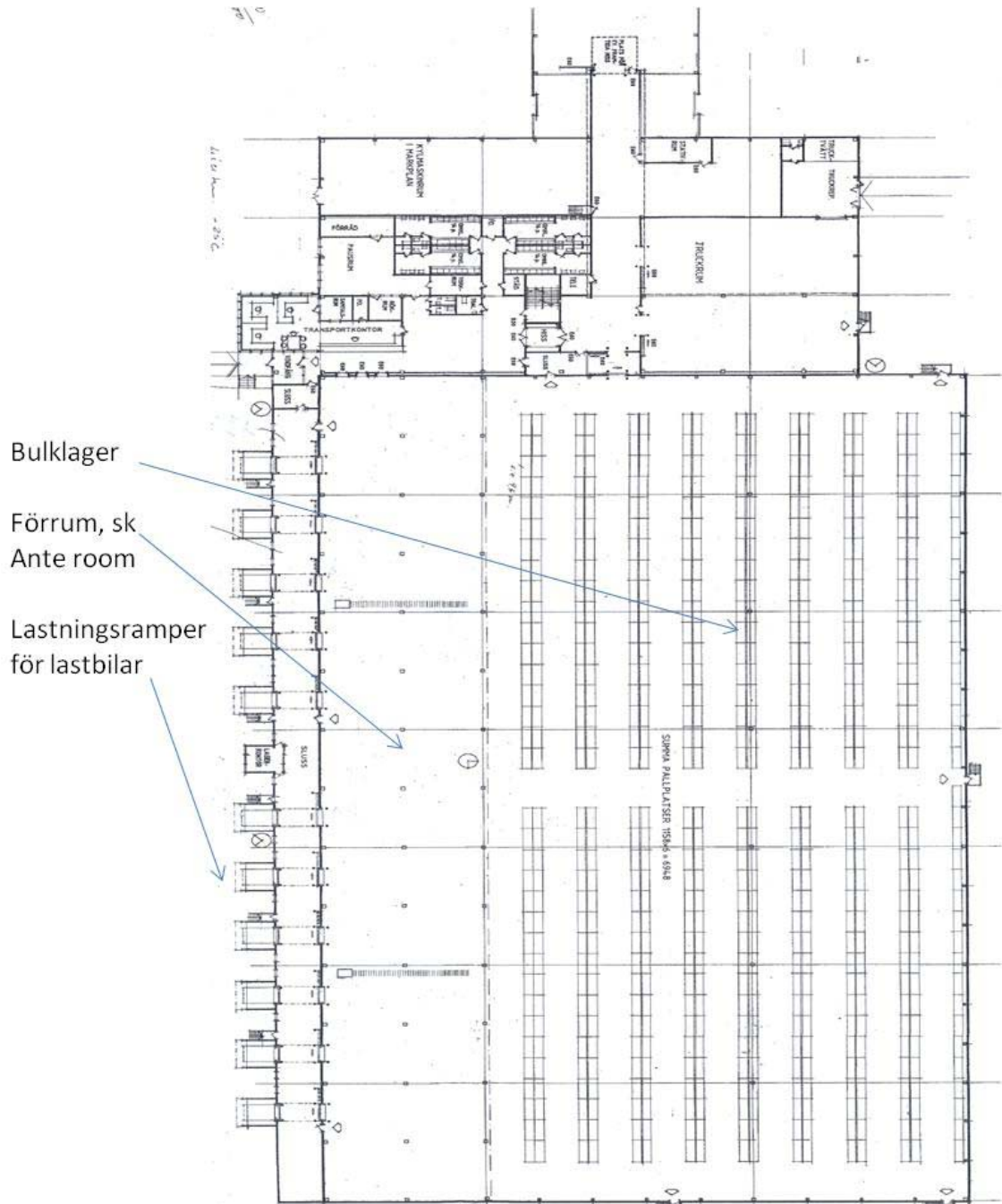
³ Klimatpåverkan från livsmedelstransporter, rapport 2010:1

⁴ Antagen palldensitet baserad på volym av förpackningen.

⁵ Dieselförbrukning för lastbilarna 3,5 liter/10 km, NTM calc

Bilaga 2

Skiss över industriellt bulkfryslager (66 000 m³). Varutemperatur -25°C.



1. Proficiency Testing – Food Chemistry, Lead and cadmium extracted from ceramics by C Åstrand and Lars Jorhem.
2. Fullkorn, bönor och ägg – analys av näringsämnen av C Gard, I Mattisson, A Staffas och C Åstrand.
3. Proficiency Testing – Food Chemistry, Nutritional Components of Food, Round N 45 by L Merino.
4. Kompetensprovning av laboratorier: Mikrobiologi – Livsmedel, Januari 2010 av C Normark och K Mykkänen.
5. Riksprojekt 2009. Salmonella, Campylobacter och E.coli i färska kryddor och bladgrönsaker från Sydostasien av N Karnehed och M Lindblad.
6. Vad gör de som drabbas av magsjuka och matförgiftningar – resultat från en nationell intervjuundersökning av J Toljander och N Karnehed.
7. The Swedish Monitoring of Pesticide Residues in Food of Plant Origin: 2008, Part 1 – National Report by A Andersson, F Broman, A Hellström and B-G Österdahl.
The Swedish Monitoring of Pesticide Residues in Food of Plant Origin: 2008, Part 2 – Report to Commission and EFSA by A Andersson and A Hellström.
8. Proficiency Testing – Food Chemistry, Trace Elements in Food, Round T-20 by C Åstrand and Lars Jorhem.
9. Kompetensprovning av laboratorier: Mikrobiologi – Dricksvatten, 2010:1, mars av C Lantz, T Šlapokas och M Olsson.
10. Rapportering av livsmedelskontrollen 2009 av D Rosling och K Bäcklund Stålenheim.
11. Rapportering av dricksvattenkontrollen 2009 av D Rosling.
12. Kompetensprovning av laboratorier: Mikrobiologi – Livsmedel, April 2010 av C Normark, K Mykkänen och I Boriak.
13. Kontroll av rests substanser i levande djur och animaliska livsmedel. Resultat 2009 av I Nordlander, B Aspenström-Fagerlund, A Glynn, A Johansson, K Granelli, E Fredberg, I Nilsson, Livsmedelsverket och K Girma, Jordbruksverket.
14. Metaller i fisk i Sverige – sammanställning av analysdata 2001-2005 av B Sundström och L Jorhem.
15. Import av fisk från tredje land – redlighetsprojekt inom gränskontrollen av E Fredberg, P Elvingsson och Y Sjögren.
16. Djurskydd vid slakt – ett kontrollprojekt av C Berg och T Axelsson.
17. Proficiency Testing – Food Chemistry, Nutritional Components of Food, Round N 46 by L Merino.
18. Proficiency Testing – Food Chemistry, Vitamins in Food, Round V-8 by H S Strandler and A Staffas.
19. Potatis – analys av näringsämnen av V Öhrvik, I Mattisson, S Wretling och C Åstrand.
20. Kompetensprovning av laboratorier: Mikrobiologi – Dricksvatten, 2010:2, september av C Lantz, T Šlapokas och I Boriak.
21. Proficiency Testing – Food Chemistry, Trace Elements in Food, Round T-21 by C Åstrand and Lars Jorhem.
22. Rapport från GMO-projektet 2010. Undersökning av förekomsten av icke godkända GMO i livsmedel av Z Kurowska.
23. Kompetensprovning av laboratorier: Mikrobiologi – Livsmedel, Oktober 2010 av C Normark, K Mykkänen och I Boriak.

1. Lunch och lärande – skollunchens betydelse för elevernas prestation och situation i klassrummet av M Lennernäs.
2. Kosttillskott som säljs via Internet – en studie av hur kraven i lagstiftningen uppfylls av A Wedholm Pallas, A Laser Reuterswärd och U Beckman-Sundh.
3. Vetenskapligt underlag till råd om bra mat i äldreomsorgen. Sammanställt av E Lövestram.
4. Livsmedelssvinn i hushåll och skolor – en kunskapssammanställning av R Modin.
5. Riskprofil för material i kontakt med livsmedel av K Svensson, Livsmedelsverket och G Olafsson, Rikisendurskodun (Environmental and Food Agency of Iceland).
6. Kompetensprovning av laboratorier: Mikrobiologi – Livsmedel, Januari 2011 av C Normark, och I Boriak.
7. Proficiency Testing – Food Chemistry, Nutritional Components of Food, Round N 47.
8. Proficiency Testing – Food Chemistry, Trace Elements in Food, Round T-22 by C Åstrand and Lars Jorhem.
9. Riksprojekt 2010. Listeria monocytogenes i kyld ätferdig mat av C Nilsson och M Lindblad.
10. Kontroll av rests substanser i levande djur och animaliska livsmedel. Resultat 2010 av I Nordlander, Å Kjellgren, A Glynn, B Aspenström-Fagerlund, K Granelli, I Nilsson, C Sjölund Livsmedelsverket och K Girma, Jordbruksverket.
11. Kompetensprovning av laboratorier: Mikrobiologi – Livsmedel, April 2011 av C Normark, I Boriak, M Lindqvist och I Tillander.
12. Bär – analys av näringsämnen av V Öhrvik, I Mattisson, A Staffas och H S Strandler.
13. Kompetensprovning av laboratorier: Mikrobiologi – Dricksvatten, 2011:1, mars av T Šlapokas C Lantz och M Lindqvist.
14. Kontrollprogrammet för tvåskaliga blötdjur – Årsrapport 2009-2010 – av I Nordlander, M Persson, H Hallström, M Simonsson, Livsmedelsverket och B Karlsson, SMHI.
15. Margariner och matfettblandningar – analys av fettsyror av R Åsgård och S Wretling.
16. Proficiency Testing – Food Chemistry, Nutritional Components of Food, Round N 48.
17. Kontroll av bekämpningsmedelsrester i livsmedel 2009 av A Jansson, X Holmbäck och A Wannberg.
18. Klimatpåverkan och energianvändning från livsmedelsförpackningar av M Wallman och K Nilsson.
19. Klimatpåverkan i kylkedjan – från livsmedelsindustri till konsument av K Nilsson och U Lindberg.