

Lagring af kartofler

Arkivnr. 103.10-02

Udgivet April 2006

Revideret

Side 1 af 12

Kasselager til kartofler — 100 til 5000 tons

Landbrugets Byggeblade giver anvisninger på konstruktionen til opbygning af kølehus til lagring af kartofler m.v. Dette Byggeblad indeholder en gennemgang af de væsentligste konstruktive forhold til kasselagring af salgsvare — 100 til 5.000 tons.



Kølehus med kartofler i kasser

Lagret er konstrueret til at tåle høj luft-fugtighed. Derfor kan det anvendes til lagring af andre afgrøder, hvor det dog kan være nødvendigt at ændre på køleteknikken.

Kølehuset skal modstå høj rumfugtighed, uden at der opstår kondens i konstruktionen eller kondens på indvendige flader af vægge og tag. Ydermere er konstruktionen tæt, så mængden af indsvivende luft minimeres.

Der tages udgangspunkt i et nyt byggeri og dermed ingen bindinger til eventuelt eksisterende bygninger eller konstruktioner.

Indhold

- 1.0 Bygningskonstruktioner
 - Krav til kølelager
 - 1.2. Betonkonstruktioner
 - Gulvkonstruktion
 - 1.3 Bærende konstruktioner
 - Rammekonstruktion (bærende konstruktion)
 - Åse
 - Løsholte, facade og gavle
 - 1.4 Tag, væg- og loftkonstruktion
 - Sandwichelementer - PUR
 - Sandwichelementer - mineraluld
 - Væg- og tagelementer
 - 1.5. Porte og døre
- 2.0 Tekniske installationer
 - 2.1 EI- installation
 - 2.2 Vandinstallation
 - 2.3 Ventilation og køling
 - Køling med udeluft med blandemulighed
 - Køling med køleanlæg (kølekompressor)
 - Køling med kombination af udeluft og køleanlæg
 - Automatik og klimastyring
- 3.0 Logistik ind- og udtransport
- 4.0 Sikkerhed ved inspektion af kartofler
- 5.0 Henvisninger - litteraturliste

1.0. Bygningskonstruktioner

Krav til kølelager

I lagerperioden skal temperaturen for spisekartofler fastholdes på 3 — 4 °C med mindst mulige udsving. Ethvert udsving i lagertemperaturen vil påvirke kartoflerne og få spiringen til at begynde tidligere, end hvis temperaturen havde været stabil.

Hvis en kartoffel indkapsles i en tætsluttende beholder, vil der i løbet af kort tid opstå balance imellem vandet i kartoffelen og luften uden om knolden på ca. 98 % RH (relativ fugtighed). Kartoffler består af ca. 25 % tørstof og ca. 75 % vand. For at minimere vægttabet er det vigtigt at holde den relative luftfugtighed i lageret til for eksempel spisekartofler på 94 — 98 % RH.

Ved konstruktion af kølehuse må såvel materialer som konstruktionsprincipper vælges ud fra disse forudsætninger. Den høje luftfugtighed må hverken give problemer med kondens i selve lageret eller forårsage skader på selve bygningskonstruktionen.

Der er derfor fire elementer som er afgørende betydning for at forhindre dette:

- Klimaskærmen skal være tæt for regn og blæst, så vand ikke kan trænge ind og ødelægge konstruktionen.
- Konstruktionen skal isoleres effektivt, for at temperaturen i lagret kan styres og holdes nede på det fastsatte niveau.
- Konstruktionen skal være damp-tæt fra den indvendige side på grund af den høje luftfugtighed.
- Konstruktionen skal være lufttæt, således at klimaet kan styres samt for at forhindre fugtig luft i at trænge ind i konstruktionen.

1.2. Betonkonstruktioner

Gulvkonstruktion

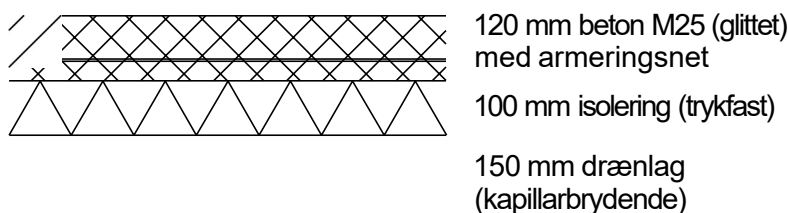
Den afgørende faktor for valg af betonkvalitet til gulvet, er hjulbelastningen fra kørsel med truck. Selv den hårdeste beton kan have vanskeligt ved at modstå belastningen fra små nylon- og metalhjul. Betonen til gulvet i lagret bør være min. styrke 25 MPa i "Moderat miljøklasse". Overfladen glittes for at opnå maksimal styrke og planhed samt god rengøringsvenlighed.

For at minimere antallet og størrelsen af svindrevner, bør betongulve aldrig støbes i større felter end ca. 40 m². Støbeskel kan med fordel planlægges og placeres efter kasseindretningen, så de generer mindst muligt ved ind- og udtagning. Dilationsfugerne skal fuges med hård gummifuge for at sikre styrke og tæthed.

Gulvet i kasselagret udføres på traditionel vis med 150 mm drænlag (sand, grus, letklinker eller plader) og 120 mm armeret beton for kørsel med trucks.

Gulvet kan udføres uisoleret, men en øget isoleringsevne vil nedsætte energiforbruget, til køling. Det anbefales derfor at isolere gulvet med for eksempel 100 mm polystyrol. Det er vigtigt, at isoleringen er trykfast og kan optage belastningen fra kasserne med kartofler stablet ovenpå hinanden.

Eksempel på gulvopbygning:





Indvendigt afløb

For vask og rengøring af kølerummet, placeres et stort gulv afløb i midten af rummet. Afløbet nedsænkes og dækkes af med en metalplade, så det er plant at køre på med truck. Af hensyn til let rens mulighed placeres vandlås/sandfang udenfor bygningen.

1.3 Bærende konstruktioner

Bærende rammekonstruktion

Konstruktionen udføres i fritbærende stålrammer for at få et stort brugbart rum. For at udnytte pladsen bedst muligt, kan stålrammerne udføres på en sådan måde at den indadgående udfigning udelades. Stables kasser helt ud til rammebenet som vist nedenfor, kan det dog ikke lade sig gøre at gå rundt om kasserne for inspektion.



Uden indadgående udfigninger

Der oplægges stålåse frem for de mere traditionelle åse af træ. Det er ikke hensigtsmæssigt at benytte træ i konstruktioner, hvor der er så høj fugtighed.

Tagelementerne monteres efter leverandørens anvisninger direkte på åsene med selvskærende skruer. Fuger og samlinger fuges efter foreskrifterne og tagfladen er 100 % tæt i en arbejds gang. Spændvidden, afstanden mellem åsene, afhænger af den valgte elementtype.

Vægelementerne monteres ligeledes efter leverandørens anvisninger med selvskærende skruer på løsholte mellem stålrammerne. Løsholtene kan ligesom åsene, med fordel udføres i stål.

Hvorvidt stålåse og løsholte indgår som en del af det bærende system, skal aftales med leverandøren af stålrammerne.

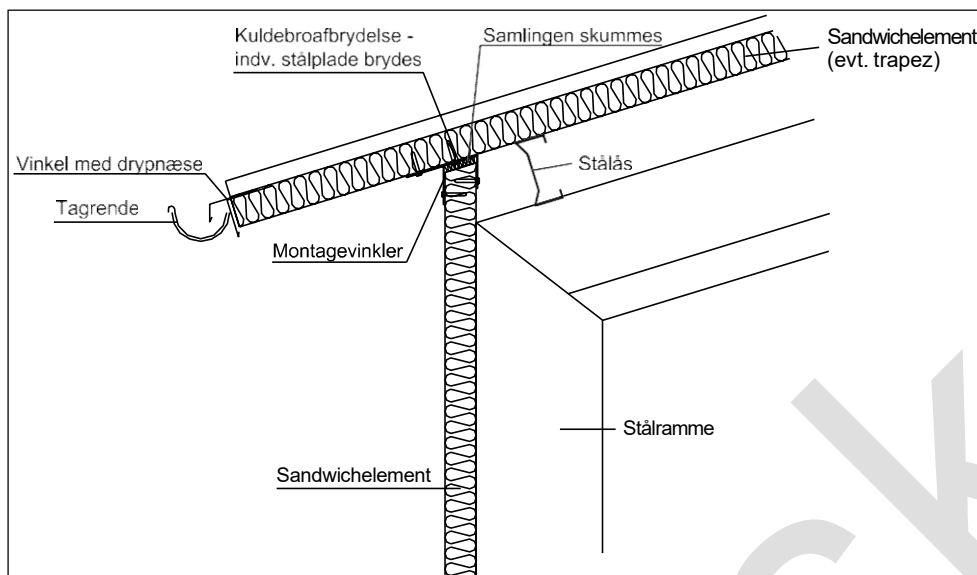
I det hele taget er det en fordel at lade stålleverandøren stå for beregning og dokumentation (statiske beregninger) af hele den bærende konstruktion, således at der er sammenhæng mellem dimensionering, udførelse og opsætning.

En konstruktion af denne type placeres i "lav sikkerhedsklasse" ifølge OS 409, Norm for sikkerhedsbestemmelser for konstruktioner.

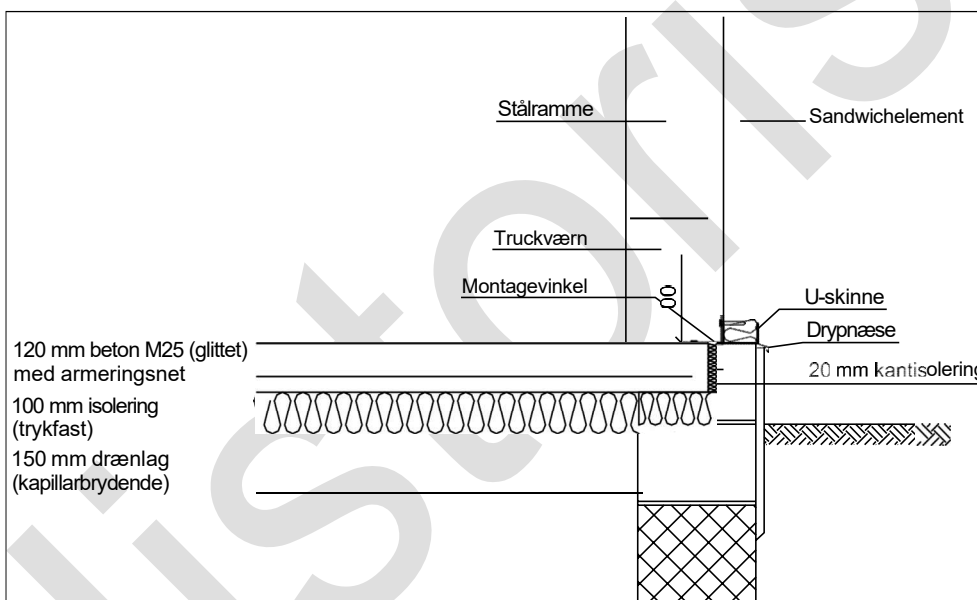
Korrosionsmæssigt er miljøet i lagret ikke aggressivt, men på grund af den høje luftfugtighed bør alle konstruktionselementer i stål minimum henføres til korrosionskategori C2 (i henhold til DS/EN ISO 12944).

Stålrammerne monteres på punktfundamenter, mens væggene monteres på stribefundament mellem punktfundamenterne. Det er vigtigt med en tætsluttende overgang mellem væg og

fundament, dels for at sikre lagrets tæthed, men også for at hindre adgang for skadedyr, som små gnavnere.



Detalje af væg og tag



Detalje af gulv og væg

1.4. Tag, væg- og loftkonstruktion

Sandwichelementer - PUR

PUR-elementer består af en kerne af polyuretanskum med en varmgalvaniseret stålplade på begge sider. I siderne er panelerne forsynet med not/fjeder samt excentriske låse, der muliggør en hurtig og tæt samling af panelerne.

Panelerne fås i forskellige tykkelser men til kølerum anbefales mindst 80 mm. af hensyn til risikoen for kondens. Varmetabet (i realiteten et koldetab) og dermed energiforbruget nedsættes ved øget isoleringstykkelse.

PUR's varmeledningsevne (lambda-værdi) er 0,021 W/mK. Her er et par typiske U-værdier:

Elementtykkelse (mm)	U-værdi (W/m ² K)
60 mm	0,350
80 mm	0,263
100 mm	0,210

Energitabet gennem isoleringen alene beregnes efter formlen: $W = X \cdot IT \cdot A$

K — U — værdi

IT — Temperaturforskel

A — Areal

Med udgangspunkt i et typisk kølelager til 7.700 hkg, B=24 m L=19 m H=4,7 m og 20° taghældning (900 m² overflade), vil energitabet, alene gennem væg og loft, ved en temperaturforskel på 12°C være:

Elementtykkelse (mm)	Energitab (watt)
60	3.780
80	2.840
100	2.268

Ovenstående forskelle er ikke store set i forhold til det samlede energiforbrug. Det anbefales dog altid at foretage en samlet energimæssig beregning som grundlag for valg af isoleringstykkelse.

PUR-sandwichelementer er selvbærende og 100 % diffusionstætte. Hvis samlingerne fuges korrekt med foreskrevet gummifuge, kan der opnås et fuldstændigt tæt kølerum, der gør det nemmere at opnå en præcis styring af klimaet.

Elementerne er rengøringsvenlige, og der er høj sikkerhed mod indtrængning af skadedyr.

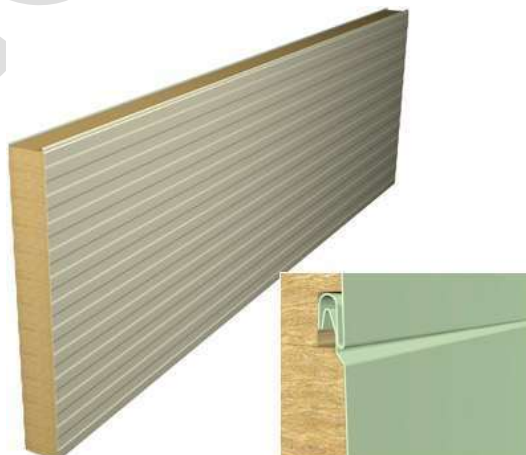
Indvendig beklædning på væg og tag bør med hensyn til brand, udføres af "klasse K110 B-s1, d0" (tidligere klasse 1). PUR-sandwichelementer opfylder umiddelbart ikke dette krav.

Sandwichelementer - mineraluld

Som alternativ til polyuretanskum kan anvendes sandwichelementer med mineraluld. De har samme gode mekaniske egenskaber som PUR-sandwichelementerne, og samtidig opfylder de Bygningsreglementets brandmæssige krav.



Traditionel mineraluld og PUR



Mineraluldspanel

Mineralulds varmeledningsevne (lambda-værdi) er 0,042 W/mK. Her er et par typiske K-værdier:

Elementtykkelse (mm)	U-værdi (W/m ² *K)
100 mm	0,413
120 mm	0,346
150 mm	0,277

1.5 Porte og døre

Til kølerummet monteres højisolerede porte for at mindske energitabet. Portene styres med et bændelgardin eller hi-speed-port, som styres fra trucken. Højisolerede porte reducerer ydermere risikoen for kondensdannelse på kartoflerne samt på gulvet lige indenfor porten.



Sandwichelementerne og portåbninger beskyttes med kraftigt truckværn

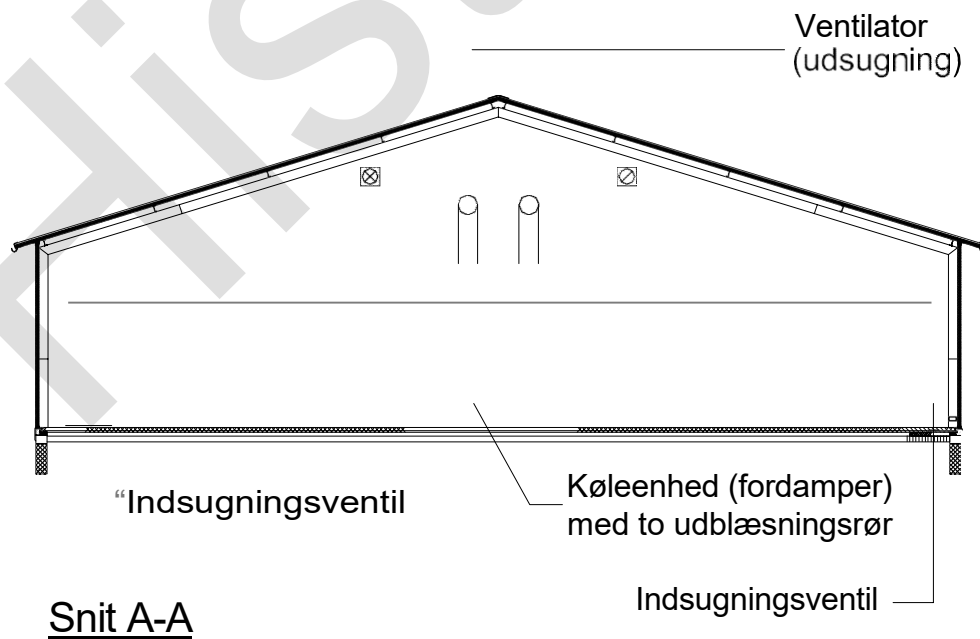
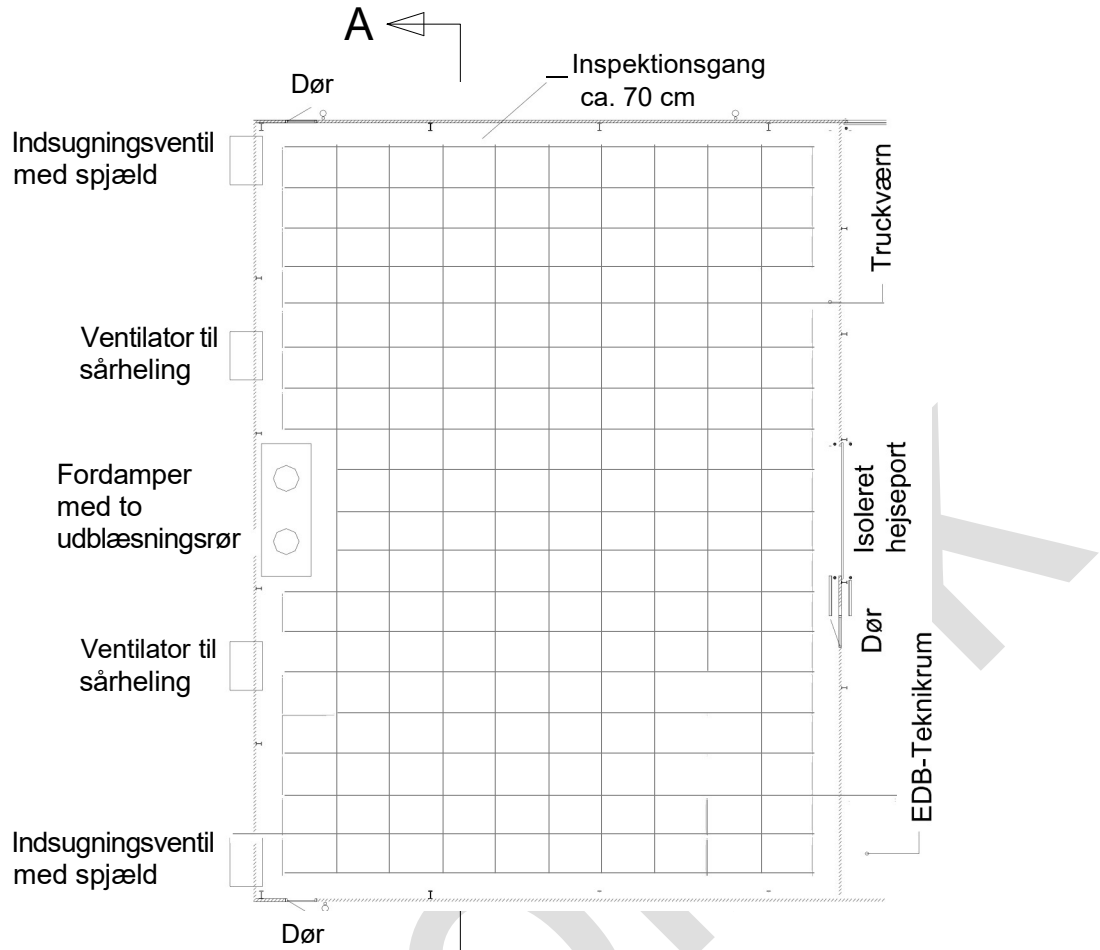
Af sikkerhedshensyn monteres et antal udadgående døre som redningsåbninger. Det er altid en god ide at anbringe en dør i eller ved siden af porten, således at denne ikke skal åbnes hver gang, kølerummet skal inspiceres.

Bygningsreglementets krav til flugtveje og redningsforhold, kan normalt anses for opfyldt, når der findes to af hinanden uafhængige udgange placeret i eller umiddelbart ved rummets modstående ender, og når der i ganglinjen fra et vilkårligt punkt i rummet er højst 25 meter til nærmeste udgang til det fri.

Som udgang til det fri regnes dør til det fri eller dør til anden brandcelle, hvorfra der er dør til det fri.

Det kan være nødvendigt at beskytte dørene så de ikke fryser fast på grund af kulden udefra og lugten indefra. Dette gøres for eksempel ved at ilægge varmetråd i karmen.

Eksempel på indretning af kasselagert



2.0. Teknisk installation

2.1. El- installation

I lageret skal der være god belysning på det areal, hvor der arbejdes. Kravene til arbejdsbelysning er beskrevet i DS 700 (Kunstig belysning i arbejdslokaler) og kan kort specificeres med følgende:

- Kartoffellager (kølerum) 100 LUX
- Sorterrum 200 LUX (sorterbord til kvalitetssortering 500 LUX)
- Mellembygning og kørevej 50 LUX

De angivne LUX-værdier måles på gulvplan.

Lyset i kølerummet skal af sikkerhedsmæssige årsager deles over to grupper. Dette krav er nærmere defineret i AT-vejledning B.4.4, januar 2005, Køleanlæg og varmepumper.

Det er vigtigt at lyset i lagerrummet bliver udstyret med automatik, der slukker når dette forlades, da kartoflerne ikke tåler lys gennem længere tid. Der kan med fordel etableres et svagt orienteringslys samt et kraftigere arbejdslys.

2.2. Vandinstallationer

Der skal føres vand ind i lagret til rengøring af selve lagret (gulv, vægge og lofter) samt til eventuelt befugtningsanlæg.

2.3. Ventilation og køling

De generelle krav til dimensionering af ventilations- og køleanlæg er i praksis følgende:

- Fjerne den overskydende fugt fra knoldenes overflade, som måtte findes ved indlagring.
- Fjerne den varme og fugt som produceres ved ånding under sårhelingen.
- Fjerne varme og fugt så der på intet tidspunkt opstår kondens på knoldene noget sted i lageret senere i lagerperioden.
- Fastholde den ønskede lagertemperatur med minimale udsving.
- Sikre at der ikke ophobes CO₂ og sikre at der ikke opstår kritisk mangel på O₂ i lageret.
- Opretholde høj luftfugtighed i lageret i lagerperioden.

Der findes fire metoder til køling af kartoffellagre:

- Køling med udeluft.
- Køling med blanding med udeluft.
- Køling med køleanlæg.
- Køling med kombination af udeluft og køleanlæg.

Køling med udeluft

Nedkølingen foregår alene ved at blæse udeluft ind i lagret. For at få optimal nytte af temperaturen i udeluften samt for at beskytte kartoflerne mod underafkøling, udstyres ventilationsanlægget med en elektronisk betjenings- og kontrolboks til at starte og stoppe for ventilatorerne.

Køling med blanding med udeluft

Nedkølingen foretages ved at anvende de timer på døgnet, hvor udetemperaturen er lavere end temperaturen i lageret. For at få optimal nytte af temperaturen i udeluften samt for at beskytte kartoflerne mod underafkøling, udstyres ventilationsanlægget med en elektronisk betjenings- og kontrolboks til at åbne og lukke spjæld og luger, samt starte og stoppe ventilatorerne, når de rette temperaturforhold er til stede.



Eksempel på indsugningsventil med spjæld og temperaturføler

Køling med køleanlæg (kølekompressor)

Temperaturen i lageret kan nedsættes med et køleanlæg. Dette system fjerner varmen fra kartoflerne uden at udskifte luften i rummet. Derved bliver det muligt at opretholde en høj luftfugtighed (mere end 92 % RH) i lageret med et korrekt dimensioneret og opbygget køleanlæg. Det er både dimensioneringen og styringen, som er bestemmende for om kartoflerne kan lagres med lavest mulige lagertab. I praksis er det dog svært at komme længere op end 95 % RH, med mindre der tilsættes fugt til luften i lagerrummet - enten ved hjælp af vandforstøvning, eller ved hjælp af fordamperceller.

Anlægget dimensioneres så luften affugtes mindst muligt. Kølefladerne skal være tilpas store til, at der kan opretholdes en luftfugtighed i området 92 — 96 % RH. Kølefladen må max. være 5 °C koldere end den ønskede lagertemperatur.



Ventilationsprincip ved kompressordrevet køleanlæg (lodret snit i bygning)



Eksempel på flytbar køleunit



Eksempel på lofthængt køleunit



Typisk placering af kondensator



Alternativ placering af både kølemaskine og kondensator (træskur til venstre)

Køling med kombination af udeluft og køleanlæg

Ved at anvende den kolde udeluft og supplere med køleanlægget i de varme perioder, kan der spares en del på energjudgifterne.

Ved at anvende denne metode skal man være opmærksom på, at der vil være større risiko for en øget udtørring af kartoflerne, når der køles med udeluft end ved brug af køleanlægget.

Automatik og klimastyring

Kartoffellagrets ventilationsanlæg skal have faciliteter, som giver mulighed for at styre lagerklimaet præcist og automatisk.

Dette krav gør det nødvendigt med en elektronisk styreboks eller computer med nødvendig styreprogram.

- Anlægget skal have måleinstrumenter, der måler og registrerer data såsom temperatur på ude- og indeluft, samt temperatur i kartofler, luftfugtighed i lageret, driftstidspunkter og driftstimer på ventilationsanlæg og eventuelt køl. Afhængig af lagerets størrelse, vil det være anbefalelsesværdigt med flere censorer i for eksempel top og bund samt front, midte og bagerst i lageret.
- Data bør kunne trækkes ud af systemet og udskrives som dokumentation for klimaet i lagerperioden.

3.0. Logistik ind og udtransport

Logistik betyder *planlægning og styring af fremskaffelse, flytning og opbevaring af materialer, dele og færdigvarer*. I landbrugsmæssig sammenhæng bruges begrebet hyppigst om transport.

I forbindelse med et kartoffellager forekommer der en række forskellige typer transport, som hver især kan løses på forskellig måde. I grove træk kan transport i forbindelse med kartoffelproduktion inddeles i:

1. Indtransport til lager.
2. Transport fra råvareindtag til lagerrum.
3. Udtagning; transport fra lagerrum til sortering eller levering.
4. Transport fra sortering og pakning til færdigvarelager.
5. Læsning og udkørsel.

Ved planlægning af et lagerhus er det vigtigt få overblik over de forskellige typer transport og mængder, der skal flyttes og over hvilke afstande.

Reduktion af arbejdsindsatsen til transport og omkring lagerhuset kan grundlæggende udføres på tre måder:

- Anvendelse af mekanik til at flytte mest muligt af materialet længst muligt ind i lageret.
- Flytte større mængder ad gangen (for eksempel en større gaffeltruck, som kan flytte to kasser ad gangen i stedet for en),
- Nedbringelse af transportafstanden, hvilket særligt påvirkes via planlægning af placering af et kommende lagerrum.

4.0. Sikkerhed ved inspektion af kartofler

Tilsyn af kartofler i et kasselager kræver særlige sikkerhedsmæssige foranstaltninger, da arbejdet ofte udføres i højder af fire til seks meter over gulvniveau.

Det siger reglerne

Arbejdstilsynets bekendtgørelse for faste arbejdssteders indretning skal iagttages med hensyn til sikring af arbejde og færdsel i højden.

De almindelige bestemmelser siger "at bedriftsindretninger og tekniske anlæg som regelmæssigt skal være tilgængeligt for eftersyn, i nødvendigt omfang skal være udstyret med forsvarlige adgangsveje og arbejdsplatforme".

Adgangsvejene kan udformes som lejdere. Det kræver dog, at disse er hensigtsmæssigt indrettet og sikret mod personnedstyrning.

Vær opmærksom på

For at imødegå de farer der kan være for nedstyrning, skal man derfor være opmærksom på følgende:

- At indrette gangbroer med rækværk alle de steder, hvor lageret skal inspiceres.
- At montere platforme med rækværk for tilsyn og betjening af ventilationsenheder.
- At montere trapper eller lejdere til de steder, som kræver jævnlige tilsyn.

Platforme og gangbroer

Disse skal indrettes på en måde, så arbejdsopgaver kan ske bekvemt og på en farefri måde. Det betyder, at alle gangarealer skal være skridsikre. Dernæst at adgangsveje mindst skal have en fri gangbredde på 0,6 m. Og at platforme skal have en sådan størrelse, at arbejdet kan udføres i hensigtsmæssige arbejdsstillinger uden unødige belastninger.

Anvendes risteværk til platforme og gangbroer skal disse sikres mod forskydning. Desuden gælder særlige regler for maskevidde m.v.

Rækværk

Platforme og gangbroer der er placeret mere end 0,5 m over terræn eller andet plan, skal have rækværk med håndliste, knæliste og fodliste eller på anden måde have tilsvarende beskyttelse. Håndlisten skal være anbragt i ca. en mesters højde og knælisten i ca. 0,5 meters højde. Fodlisten skal være mindst 0,1 m høj.

Trapper og lejdere

Som adgang til platforme og gangbroer, der er placeret mere end 0,5 m over terræn eller et andet plan skal der normalt findes en trappe. Vinklen mellem trappe og vandret plan må normalt ikke være større end 45 grader, og trappens bredde må ikke være mindre end 0,6 m og skal være forsynet med håndliste.

Hvis det af tekniske grunde er nødvendigt at bruge en lejder, skal denne være sikkert fastgjort. Skrå lejdere skal have håndliste i begge sider. Er lejderen mere end seks m høj skal denne have rygbojler eller anden anordning, som giver tilsvarende beskyttelse.

5.0 Henvisninger - litteraturliste

- [Bygningsreglement 1995, Erhvervs- og Byggestyrelsen](#)
- DS 700, 6. udgave, dec. 2005, Dansk standard for Kunstig belysning i arbejdslokaler, [Dansk Standard](#)
- [Arbejdstilsynets AT-vejledning B.4.4, januar 2005, Køleanlæg og varmepumper](#)
- [Arbejdstilsynets AT-vejledning B.1.3, maj 2004, Maskiner og maskinanlæg](#)
- [Arbejdsministeriets bekendtgørelse nr. 96 af 13. februar 2001, Bekendtgørelse om faste arbejdssteders indretning](#)
- DS/EN ISO 12944, Korrosionsbeskyttelse af stålkonstruktioner, [Dansk Standard](#)
- Byggeblad nr. 102.09-22, Vejledning vedr. anvendelse af beton i konstruktioner, [Dansk Landbrugsrådgivning](#)
- Lagring af kartofler, publikation v. Gunnar Schmidt
- Dyrkning af kartofler, Asbjørn S. Mathiesen, Landbrugsforlaget 1999