

Lagring af kartofler

Arkivnr.	103.10-01
Udgivet	28.06.2006
Revideret	
Side	1 af 11

Isoleret løslager til kartofler

Landbrugets Byggeblade giver anvisninger på konstruktionen af lagerrum til lagring af kartofler m.v. Dette Byggeblad indeholder en gennemgang af de væsentligste konstruktionsmæssige forhold til løslagring af kartofler.



Kølehus med løslagrede kartofler

Lagret skal konstrueres til at tåle høj luftfugtighed. Derfor kan det anvendes til lagring af andre afgrøder, hvor det dog kan være nødvendigt at ændre på køle- og klimateknikken.

Lagret 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 er der ingen bindinger til eventuelt eksisterende bygninger eller konstruktioner.

Indhold

- 1.0 Bygningskonstruktion
 - 1.1. Klimaforhold i et isoleret løslager
 - 1.2. Ydervæg og tagkonstruktion
 - 1.3. Gulvkonstruktion i lager
 - 1.4. Bærende hovedkonstruktion
 - 1.5. Isolering af bærende hovedkonstruktion
 - 1.6. Skillevægge og ventilations-hovedkanal
 - 1.7. Eksempel på indretning af isoleret løslager
- 2.0 Tekniske installationer
 - 2.1. El- 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
 - Ventilationsprincip i løslager
- 3.0 Logistik ind og udtransport
- 4.0 Sikkerhed ved inspektion af kartofler
- 5.0 Henvisninger - litteraturliste

1.0 Bygningskonstruktion

1.1 Klimaforhold i et isoleret løslager

Et isoleret løslager anvendes ofte til kartofler, som skal lagres længere end 2-3 måneder. For kartofler til chips- og granulat er lagerperioden typisk 5-9 måneder.

I lagerperioden skal temperaturen fastholdes på det ønskede niveau med mindst mulig udsving. For kartofler til chips, er det ca. 9° C og til og granulat er det ca. 7° C. Falder temperaturen under dette punkt, begynder kartoflerne at omdanne stivelsen til reduceret sukker, hvilket forringer muligheden for at frembringe den ønskede (lyse) farve i de færdige produkter.

For at minimere vægttabet er det vigtigt at holde den relative luftfugtighed i lageret på min. 93 % RH.

Det er vigtigt at isolere bygningen således at temperaturen på ethvert tidspunkt og ethvert sted i lagret, kan holdes over frysepunktet. Afhængig af bygningskonstruktionen, vil det vil ofte være tilstrækkeligt at isolere på traditionel vis med mineraluld. Alternativt PUR/EPS-isolering.

Den sikreste måde at undgå frostskafer på kartoflerne på, er at stille sideafgrænsningerne op indenfor ydervæggen, med et passende luftrum (ventilationsrum) til ydervæggen. Benyttes ydervæggen derimod som direkte sideafgrænsning, skal den isoleres tilstrækkeligt for at forhindre kuldeskader som følge af gennemfrysning udefra.

1.2 Ydervæg og tagkonstruktion

Der er flere måder at konstruere og isolere selve lagerrummet, men den bedste konstruktion opnås ved at anvende isolerings-sandwichpaneler til væg og loft.

Anvendes PUR- eller mineralulds-sandwichpaneler kan byggetiden reduceres væsentligt, idet hele konstruktionen er samlet i et og samme panel — udvendig klimaskærm, isolering, dampspærre og indvendig beklædning.

1.3 Gulvkonstruktion i lager

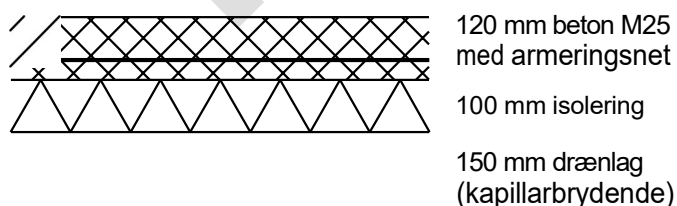
Betonkvalitet til gulvet vælges efter hjulbelastningen fra kørsel med truck. Selv den hårdeste beton kan have det svært med små nylon- og metalhjul med stor belastning. Betonen til gulvet i lagret bør henføres til "Moderat miljøklasse" og styrken bør være min. 25 MPa. Overfladen glittes for at opnå maksimal styrke og planhed samt rengøringsvenlighed.

For at minimere antallet og størrelserne af de svindrevner der uundgåeligt vil komme, bør betongulve aldrig støbes i større letter en ca. 40 m².

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

Gulvet kan udføres uisolert, men også her gælder det, at en øget isoleringsevne vil nedsætte energiforbruget til køling. Det anbefales derfor at isolere gulvet med for eksempel 100 mm polystyrol.

Eksempel på gulvopbygning:



Såfremt isolering af gulvet udelades, bør man som minimum isolere stribefundamentet samt et randfelt ind i gulvet.

1.4 Bærende hovedkonstruktion

Den bærende hovedkonstruktion i et løslager til kartofler vil være meget afhængig af størrelsen på lagret. Til store uisolerede lagre til melkartofler, benyttes typisk betonsøjler, vægge og tag mens de mindre og halvstore isolerede lagre til chips- og granulatkartofler oftest består af fritbærende stålrammer.

Der oplægges stålåse frem for de traditionelle åse af træ. Det er ikke hensigtsmæssigt at benytte træ i konstruktioner, hvor der kan forekomme 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.

Det anbefales at lade stålleverandøren udføre beregning og dokumentation (statiske beregninger) af hele den bærende konstruktion efter de givne kravspecifikationer. Derved bliver der sammenhæng mellem dimensionering, udførelse og opsætning.

En konstruktion af denne type placeres i "lav sikkerhedsklasse" ifølge DS 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 sribefundament 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 gnavere.



Løslager med stålrammer som bærende hovedkonstruktion samt stålsøjler til at optage sidetryk fra kartoflerne.

1.5 Isolering af bærende hovedkonstruktion

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 kuldetab), 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)
60mm	0,350
80mm	0,263
100mm	0,210

Energitalbet gennem isoleringen alene beregnes efter formlen: $W = X \cdot bT \cdot A$

K — U — værdi

IT — Temperaturforskel

A — Areal

Med udgangspunkt i et typisk kølelager til ca. 23.700 hkg (se eksempel herpå i kap. 1.7), vil energitalbet alene gennem væg og loft ved en temperaturforskel på 10° C være:

Elementtykkelse (mm)	Energitalbet (watt)
60	7.350
80	5.523
100	4.410

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 selv bærende 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.

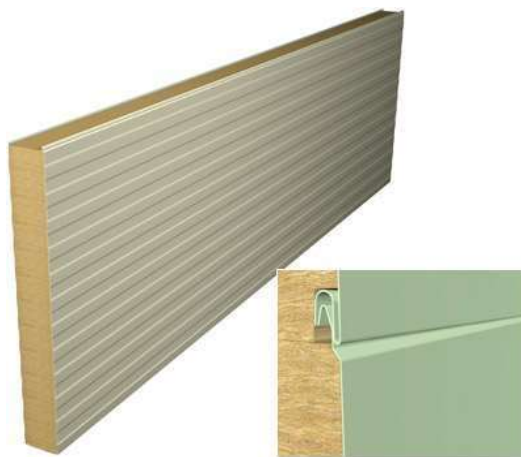
Indvendig beklædning på væg og tag bør med hensyn til brand, udføres af "klasse K110 B-s1, d0" (tidligere klasse 1). PUR-sandwichelementer opfylder umiddelbart ikke dette krav.

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 U-værdier:

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

1.6 Skillevægge og ventilations-hovedkanal

Skillevæggene udføres af nedstøbte HE-B stålsøjler med kraftige planker som væg. Dimensionen på søjlerne fundamentene og tilhørende planker, skal dimensioneres efter de aktuelle forhold og indretning.



Eksempel på skillevæg udført af HE-B profiler pr. 3 meter og tykke planker som væg

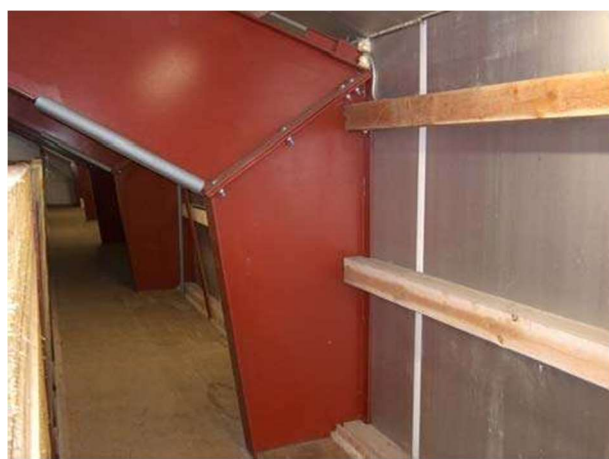
Ventilations-hovedkanalen kan udelades, men for at sikre kartoflerne mod skader på grund af underafkøling, er det anbefalelseverdigt. Ligeledes er det en praktisk måde at blande og lede luften ned i gulvkanalerne på. Ved at udstyre kanalen med en passende gangbro er det ligeledes en god inspektionsmulighed.

Erfaringen viser, at ved lagerbredder op til 18-20 meter, kan man nøjes med at blæse luft i gulvkanalerne fra én side og altså kun have blandefunktion i den ene hovedkanal. Det anbefales dog at have mulighed for at gennemblæse den anden kanal i meget kolde perioder for at undgå kuldeskader på kartoflerne. Ved lagerbredder over 18-20 meter anbefales det at kunne blande og blæse luft i gulvkanalerne fra begge sider — se eks. herpå i kap. 1.7.

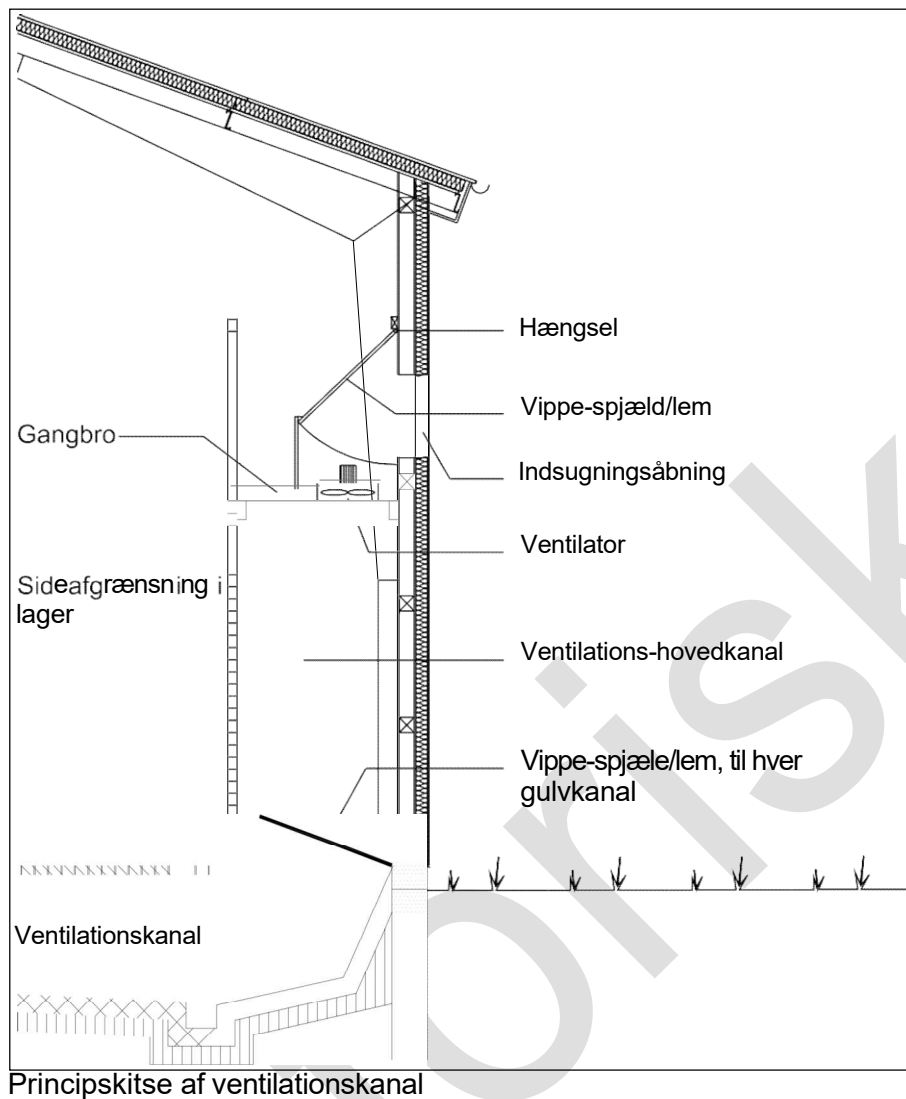
Kanalen udføres på samme måde som skillevæggene - nedstøbte HE-B stålsøjler med kraftige planker mellem.



Til venstre ses indvendig trykvæg



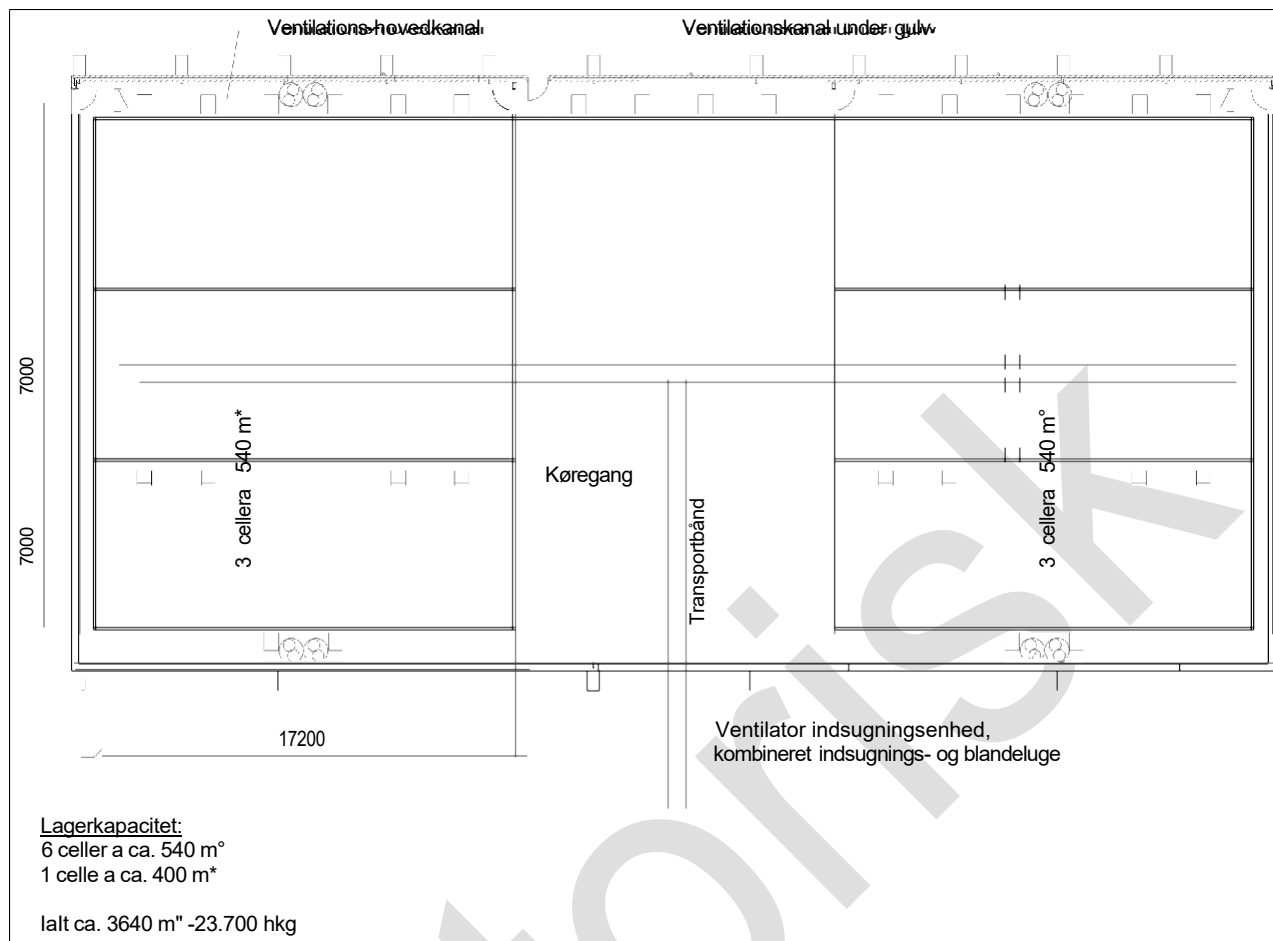
Ventilationskanal set indefra, over gangbro



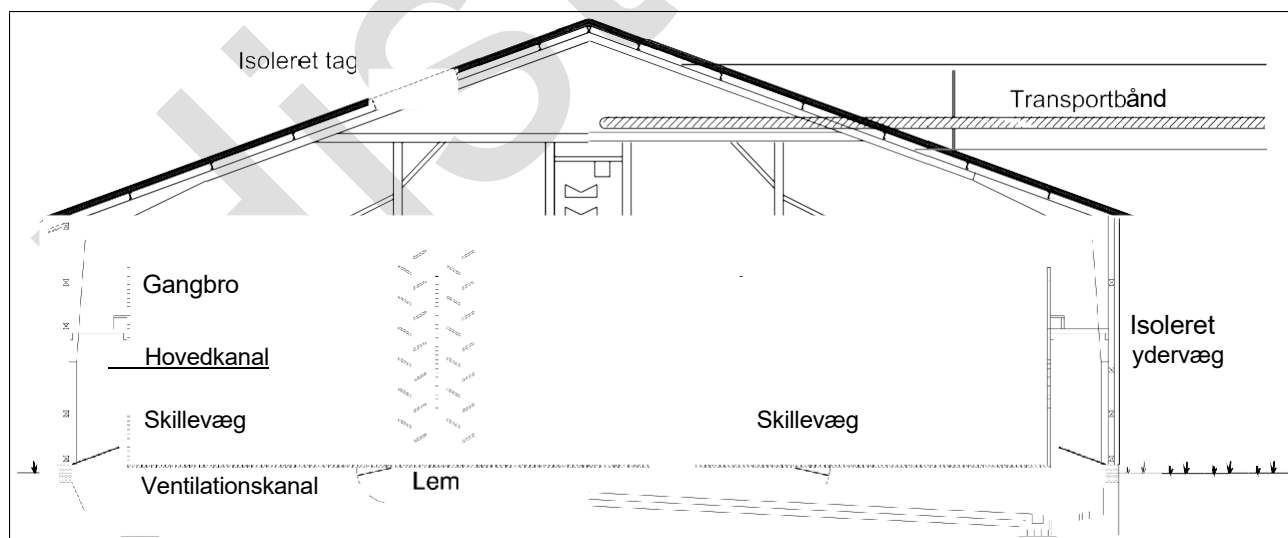
Et kig ned i en ventilationsskakt i hovedkanalen — set fra gangbroen.

Indsugningsspjældet er lukket således at luften tages fra lagret.

1.7 Eksempel på indretning af isoleret løslager



Plantegning



Snittegning

2.0 Teknisk installation

2.1. EI- installation

Lyset i lagerrummet skal mindst være på 100 LUX, målt på gulvplan og af sikkerhedsmæssige årsager deles over 2 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, så lyset slukkes når lokalet 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 bør installeres vand i lagret til brug for rengøring af gulv, vægge og lofter samt til eventuelt befugtningsanlæg.

2.3. Ventilation og køling

Dimensionering af ventilations- og køleanlæg, skal ske med henblik på, at:

- 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 alene — frarådes dog til løslagre.
- Køling med blanding med udeluft.
- Køling med køleanlæg.
- Køling med kombination af udeluft og køleanlæg.

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.

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

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.

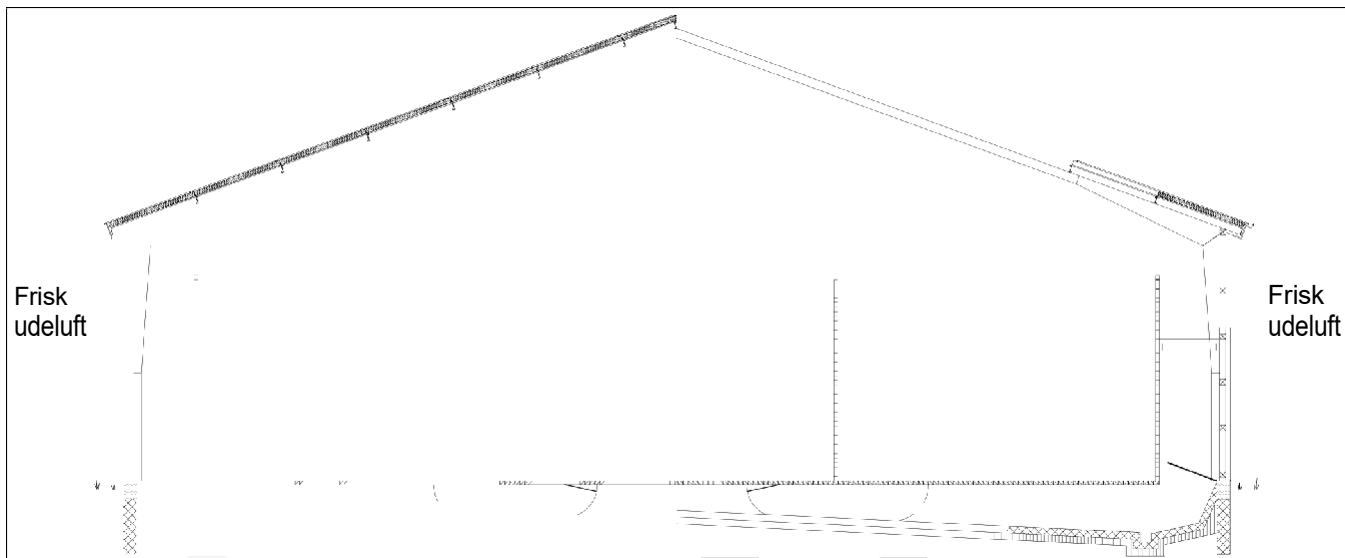
Køling med kombination af udeluft og køleanlæg

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

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

Ventilationsprincip i løslager

Gulvkanalerne forsyner lagercellerne med klimatiseret luft fra hovedkanalen. Ventilatoren der sidder i gangbroen, suger luft fra henholdsvis kartoffellagret (varm luft) eller det fri (kølig luft), afhængig af klimaet. Hvor ventilationsluften skal komme fra styres med et vippe-spjæld. Når spjældet er lodret tages luften fra lagret, mens den tages udefra når spjældet er vippet. Ventilationsluften kan køles efter behov med kompressordrevet køleanlæg - se principskitse nedenfor:



Skitse af ventilationsprincip i løslager.

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 så som temperatur på ude- og indeluft, temperatur i kartofler, luftfugtighed i lageret, driftstidspunkter og driftstimer på ventilationsanlæg og eventuelt køl. Afhængig af lagerets størrelse vil det være anbefalelsesværdigt med flere sensorer 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 Ind- og udtransport

I forbindelse med et kartoffellager forekommer der en række forskellige typer transport, som hver især kan løses på forskellig måde

Ved planlægning af et lager er det vigtigt skabe overblik over de forskellige typer af transport, hvilke transportmængder der skal flyttes og flytte-afstanden.

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

- Bruge mekanik til at flytte mest muligt af materialet længst muligt ind i lageret.
- Flytte større mængder ad gangen.
- Nedsætte transportafstanden, hvilket særligt påvirkes via planlægning af placering af et kommende lagerrum.

4.0 Sikkerhed ved inspektion af kartofler

Tilsyn af kartofler i et løslagerlager kræver særlige sikkerhedsmæssige foranstaltninger, da arbejdet ofte udføres i højder af 3-4 m 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. 1 meters 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 er nødvendigt at anvende en lejder, skal denne være sikkert fastgjort. Skrå lejdere skal have håndliste i begge sider. Er lejderen mere end 6 m høj skal denne have rygbøjler eller anden anordning, som giver tilsvarende beskyttelse.

5.0 Henvisninger - litteraturliste

- Byggeblad nr. 103.10-02, Lagring af kartofler, Kasselager til kartofler — 100 — 5000 ton
- Byggeblad nr. 103.10-03, Lagring af kartofler, Kasselager til kartofler — op til 100 ton i eksisterende bygning
- Byggeblad nr. 102.09-22, Vejledning vedr. anvendelse af beton i konstruktioner
- DS 700, 6. udgave, dec. 2005, Dansk standard for Kunstig belysning i arbejdslokaler
- 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
- Bygningsreglement 1995, Erhvervs- og Byggestyrelsen
- Lagring af kartofler, publikation v. Gunnar Schmidt 2006
- Dyrkning af kartofler, Asbjørn S. Mathiesen, Landbrugsforlaget 1999
- Kartoffel-nyt nr. 3, Kartoffelafgiftsfonden 1979