

FOKUS på tre

Landbruksbygg



- Økt bruk av tre
- Prefabrikkerte landbruksbygg
- Økonomisk og rasjonelt

TreFokus



Treteknisk



...
INNOVASJON
NORGE

Endrede rammevilkår i landbruket har ført til at det er nødvendig å finne effektive og tilpasningsvennlige byggemetoder for landbruksbygg. Samdrifter og større enheter i landbruket medfører at det er behov for en annen type bygg enn tidligere. Økt press på økonomien gjør at nybygging må utføres på en enda mer økonomisk rasjonell måte. Teknisk forskrift av 2010 (TEK 10) gjelder også for landbruksbygg med noen tilpasninger. Prosjektet Landbruksbygg i Tre har hatt som målsetting å bidra til økt bruk av tre i landbrukets driftsbygninger og utvikle konkurransedyktige prefabrikkerte landbruksbygg av tre. Det har blitt bygget en serie med pilotbygg og et utvalg av disse er presentert her.

I 2012 ble prosjektet Landbruksbygg i Tre avsluttet. Prosjektet var støttet av Innovasjon Norge Trebasert innovasjonsprogram for å øke bruk av tre i nye landbruksbygg. Deltakerne og bidragsyterne var Tine, Nortura, Norsk Landbruksrådgivning, NHO Innlandet og trebransjen representert ved Tretorget. Utvikling av konkurransedyktige prefabrikkerte løsninger var sentralt i prosjektet. Løsningene skal være økonomisk fordelaktig for bonden, miljøvennlig og fordelaktig med hensyn til CO₂-regnskapet. En av målsetningene har vært å formidle ideer og løsninger med bruk av tre.

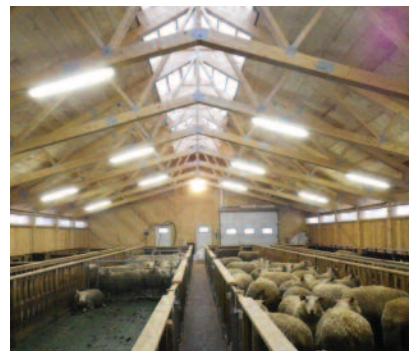
Bønder og store eller små bedrifter som ønsker å bygge landbruksbygg i tre vil ha nytte av prosjektet.

Prinsippet

Prinsippet i et industrielt bygg trefjøs er å produsere delene til fjøset på forhånd med repetisjoner av mest mulig like deler. Dette er enklere, rimeligere og raskere å montere sammen. De to hovedkonstruksjonene i bygget, bæresystem og vegger/tak, kan med fordel prefabrikkeres og settes sammen på byggeplass med skrueforbindelser. Bæresystemet, som kan bestå av søyler og dragere eller fagverk, settes opp med fast senteravstand og prefabrikkerte dekkende elementer skrus fast i den bærende konstruksjonen.

Betongarbeidene kan forenkles med prefabrikkerte punktfundamenter under bærende søyler og skraperenner for møkk i betongelement. Liggebåser og forbrett

kan også prefabrikkeres i tre, og monteres inn i fjøset. Konseptet bak det industrielle trefjøset er kjent; dimensjonering, gjentakelse av produksjonstegninger og rasjonell produksjon. Dette sparer bonden for betydelige innkjøpskostnader.



Sauefjøs med bæresystem av prefabrikkerte takstoler.

Prosjektering av et trefjøs

Plan- og bygningsloven og de vanlige forskriftene gjelder uansett størrelse på nybygget. Gjeldende forskrifter vil være Teknisk forskrift (TEK 10) med veiledning og Forskrift til byggesak (Byggesakforskriften) med veiledning. Landbruksbygg er iht. plan- og bygningsloven søknadspliktig og skal søkes om på lik linje med andre bygg. Det må byggesøkes ved nybygg og ved nytt og gammelt bygg koblet sammen på over 1000 m² bruksareal. I tillegg må det søkes om ekstern ansvarsrett. Ved adskilte bygg under 1000 m² eller enkelt bygg under denne grensen kan bonden selv søke byggetillatelse for bygget og selv stå for ansvarsretten. Det er også krav om at det for landbruksbygg skal verifiseres funksjonskrav, dvs. at de skal bygges iht. krav i forskrift eller at de prosjekteres. Ved prosjektering kan dette utføres enten ved bruk av preaksepterte løsninger, eller at bygget blir beregnet og dimensjonert. Preaksepterte løsninger kan være bruk av løsninger i SINTEF Byggforskserien



Moderne landbruksbygg.

Byggedetaljer eller lignende. Mens prosjektering med beregning kan utføres etter norsk standard.

Alminnelige driftsbygninger i landbruket prosjekteres og utføres etter tiltaksklasse 1 iflg. forskrift og i pålitelighetsklasse 1 etter NS-EN 1990:2002+NA:2008.

Alle søknadspliktige tiltak skal avsluttes med ferdigattest fra kommunen, herunder at det kreves ferdigattest for tiltak som tidligere kun var meldepliktig og unntatt fra kravet om ferdigattest. Dette betyr at både garasjer og driftsbygninger i landbruket skal avsluttes med ferdigattest.

Prosjekteringsprinsipp

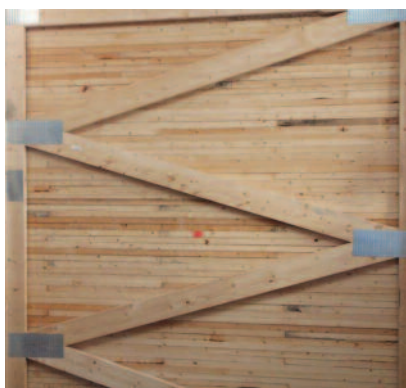
Trekonstruksjoner i trefjøs-konsept veier ca. 1/3 av stål og betong. Dette gjør at fundamenter kan utføres noe enklere og rimeligere enn med tyngre konstruksjoner. Laster kan overføres ned i punktfundamenter. Avstiving av bygget kan utføres i selve konstruksjonen, f.eks. ved dimensjonering av avstivende skiver med bygging i massivtreelementer eller med bæresystem i takstoler. Takstolprodusenten også kan dimensjonere og levere avstivende fagverk, som enkelt kan integreres i vegger og tak.



Fundamentering av søyle med beslag for forankring.



Vindavstiving, bjelker i kryss montert utvendig.



Vindavstiving, fagverk med spikerplater montert i tak.

Dimensjonering

Kravene til statikk, herunder bæreevne og avstivinger, er i trefjøs ikke forskjellig fra andre bygg med andre materialer. Bygget skal tåle vind og snølast. Et trefjøs er lett og må forankres mot oppløft av vind. Punktfundamentene og søylene tar den funksjonen. Overgangen mellom punktfundament og søyler, og overgangen mellom søyler og takkonstruksjon, må sikres med jernbeslag og skruer med motstand mot store skjærkrefter. Avstiving av selve bygget kan skje i takflatene ved massivtetak, skrudd i takkonstruksjonen eller ved kryssstag i enden av takflatene, og ved avstiving av gavler med kryss og i de ytterste elementseksjonene på langveggene. Påbygde og godt forankrede elementer i hovedkonstruksjonen i gavlvegger og/eller på langsidene, bidrar sterkt til å avstive bygget.

Brann

Brannmotstanden i tre er stor. Tre forkuller med konstant hastighet gjennom et brannforløp og er derfor lett å forutse og beregne. Prosjektering av trekonstruksjoner for brann kan utføres etter standarden NS-EN 1995-1-2 del 2 brannteknisk prosjektering.

For vanlig heltrevirke i gran eller furu kan en regne en forkullingshastighet på 0,8 mm pr. minutt, noe som utgjør 48 mm forkulling pr. time. Brannen vil slukke når brannenergien (det som kan brenne) er oppbrukt og ved punktbrann i massive tre-løsninger, fordi tilført oksygen for å vedlikeholde brannen vil hindres i kullet. Dette gjør at det er mulig å prosjektere brannmotstand i trekonstruksjoner slik at de beholder sin bæreevne. Røykgassutvikling ved brann starter ved 350 °C til 450 °C og øker opp mot 1000 °C.

Røykgassen er farlig og eksplosiv, og må ventileres vekk for å hindre eksplosiv brann og dødelig utgang for dyr og folk. Det er derfor en god tanke å benytte naturlig ventilerte trefjøs for storfe og småfe med åpning over takmønet. Brannceller skal prosjekteres for husdyrrom, tekniske rom og garasje for bruk av f.eks. traktor og maskiner. Det anbefales egne brannceller for rom med store brennbare masser, som f.eks. forlager.

Brann ivaretas gjennom Teknisk forskrift TEK 10, kapittel 11 sikkerhet ved brann. Landbruksbygg eller bygg med husdyrrom er omtalt spesielt flere steder i forskriften. I veiledningen til TEK 10 kan brann dokumenteres på to måter; enten ved at bygget prosjekteres i samsvar med preaksepterte ytelser (forenklet prosjektering), eller ved at det foretas analyse som viser at forskriftens krav er oppfylt (analytisk prosjektering). Uavhengig av hvilken prosjekteringsmodell som velges må forutsetningene

for den branntekniske prosjekteringen bestemmes og beskrives. Forutsetningene omfatter bl.a. byggverkets bruk eller virksomhet, antall mennesker eller husdyr, areal, antall etasjer, brannenergi, evt. spesiell risiko som aktiviteter eller lagring av brannfarlige varer, plassering i forhold til nabo-bebyggelse og tilgjengelighet for brannvesenet.

I veiledningen til TEK 10 er det angitt at driftsbygning med husdyrrom skal kategoriseres som risikoklasse 2 og brannklasse (BKL) 1. Forskriften sier at bæresystem i byggverk i brannklasse 1 og 2 skal dimensjoneres for å kunne opprettholde tilfredsstillende bæreevne og stabilitet, i minimum den tid som er nødvendig for å rømme og redde personer og husdyr. Det er krav om at bærende hovedsystem og sekundære bærende bygningsdeler skal ha en brannmotstand minimum R 30 (B 30). Det er satt som krav at brannspredning mellom byggverk skal forebygges slik at sikkerhet for personer og husdyr ivaretas.

Om brannceller står det spesifikt at det er krav om at husdyrrom, garasjer og tekniske rom skal være egne brannceller. Brannmotstand til branncellebegrensende bygningsdel er generelt EI 30 (B30).

Husdyrrom med bruttoareal større enn 300 m² må være avgrenset fra resten av byggverket med bygningsdeler med brannmotstand minst EI 60 (B 60).

Garasjer med bruttoareal mellom 50 m² og 400 m² må være avgrenset fra resten av byggverket med bygningsdeler med brannmotstand minst EI 60 (B 60). For større garasjer er kravet EI 90 A2-s1,d0 (A 90).

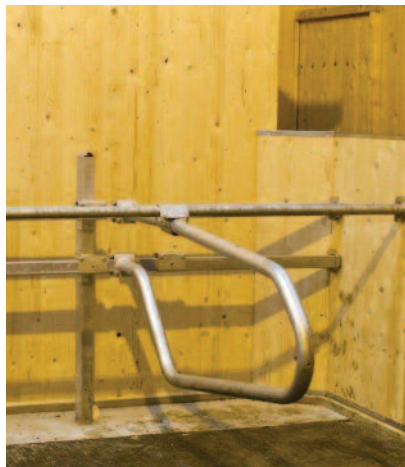
Det er også spesifikke krav til rom for lagring av flytende brensel. Rommet må være innrettet slik at brensel ikke kan renne ut av rommet. TEK 10

angir hvor stor mengde flytende brensel som kan lagres og brannkrav til vegger og dører. Det er gitt ulike krav avhengig om brenseltank er utført i stål eller brennbart materiale.

Egenskaper ved et trefjøs

Vekt og materialer

Siden tre er lettere enn betong og stål, vil bygging i tre gjøre at bygget blir vesentlig lettere og at dette igjen reduserer betongforbruket til fundamentering. Punktfundamentering og ferdige elementer gjør det mulig å redusere betongforbruket ytterligere. Bruk av drenert masse under liggebås, forbrett med trelemmer oppå og tett liggemadrass oppå liggebås lemmen, gjør at betongforbruket kan reduseres ytterligere. Pilotbygg har vist at dette er fullt mulig og at det ikke blir komplikasjoner ved riktig og drenerende utførelse.



Massivtrevegger.

Isoleringsgrad og termiske egenskaper

Storfe og småfe trenger ikke vanlig arbeidstemperatur som mennesker. Dyrene trives faktisk bedre i lave temperaturer over null grader. Fjørfe og gris er mer som mennesket mht. temperatur. Kaldtfjøs går utmerket for stor- og småfe, bare ikke møkkskrapa fryser og kalvene får kald trekk.

Forvarming av vann, spesielle drikkenipler/kar og det å kjøre møkkskrapa oftere enn normalt, er tiltak som virker helt ned i -15 °C. I et pilotfjøs for melkeku bygget med 6 cm massive treplater i vegg og på tak, uten ekstra isolasjon ble det foretatt målinger av temperatur og fuktighet i trekonstruksjonen. Ved -30 °C ute var det -2 °C inne i fjøset og 2 °C i treveggen.

Fukt

Trevirke har stor evne til å lagre og transportere fuktighet.

I prosjektet Landbruksbygg i Tre ble seks pilotbygg rigget med temp- og fuktmålere for kontroll av fuktopptak. Ingen av trekonstruksjonene kom over farlig fuktgrense for trevirke.

Ammoniakk

Tine har gjennomført målinger av ammoniakk i flere fjøs av ulike materialer. Resultatene i trefjøs med skrått tak og naturlig ventilasjon var null ammoniakkinnhold i luften. Usikkerheten ved årsak og sammenheng er stor, men resultatet er viktig for folk og dyr, ikke minst forkvaliteten. For på forbrettet i fjøs med lavt ammoniakkinnhold holder bedre kvalitet gjennom dagen, enn i fjøs med ammoniakkinnhold i luften.

Støv

En treoverflate avgir lite støv til luften, og den binder heller ikke mer støv enn andre materialer. Tørre treoverflater og naturlig utlufting i husdyrrom gir svært lite støvinnhold i lufta i fjøset.

Lyd

Trematerialet er akustisk dempende og reflekterer ikke lyd som f.eks. ståloverflater gjør. En konstruksjon i massivtre eller laft vil dempe lyden i fjøset vesentlig. Dyr i trefjøs er rolige. De blir

ikke skremt av høye lyder fra vifter, ekko og bankelyder i konstruksjonen. Dette virker positivt inn på dyrehelse og produktivitet.

Hygiene og smittefare

Trefjøs kan vaskes og rengjøres på overflatene. Tilsett såpe og vann og la det stå 30 min. Spyl av nedenfra og opp med maks. 100 bar flatdyse. Ett annet alternativ er å bløtgjøre treverket og la det stå natta over, for deretter å spyle med varmt vann med maks 100 bar og flatdyse. Treoverflater i småfe og storfe-fjøs har mindre krav til hygiene og kan vaskes enklere med bare vann. Fjørfehus krever mer renhold og strengere krav til hygiene. Spesialsåpe og 30 min. vedheng og spyling med 100 bars flatdyse før desinfisering er en god løsning. Treoverflater er smittedependende. Det er viktig å unngå ru treoverflater og åpne skjøter. Massive glatte treoverflater kan med fordel brukes i smittehinder og seksjonering mellom besetninger av gris.

Selvbygger

Det enkleste er å bestille ferdig fjøspakke med alt. Trefjøs har dette alternativet. Trefjøs bygges mye i reisverk med bondens eget råstoff. Dette er mindre fjøs og påbygg/rehabilitering. Større fjøs kan benytte eget råstoff i tømmer-rammer. Egenproduserte vegg- og takelementer kan spikres og skrus med massivtre plank. Dette er med på å redusere



Pilotbygg i Rindal, montasje tak.

investeringskostnadene og gir rom for egeninnsats. Tre er enkelt å bearbeide, har liten vekt og kan håndteres med eget utstyr.

Påbygg

Restverdien av en gammel driftsbygning er større enn man tror, og kan inngå i melkefjøs for besetninger på 25 - 35 melkere, huse ungdyr eller omdisponeres til andre produksjonsformer. En møkkjeller som er i orden kan med fordel brukes og et lett trebygg vil kunne bæres av denne. Landbruksrådgivningen vil kunne gi veiledning om videre bruk av eksisterende bygg. Det vil være naturlig å vurdere om eksisterende bygg har en restverdi og skal benyttes videre i driften, om bygget skal ombygges eller påbygges. Det kan også tenkes at det er mest økonomisk at det eksisterende bygget tas ut av driften, og enten rives eller omdisponeres, til f.eks. et lager, og at det bygges nytt driftsbygg.

Klima og miljø

CO₂ -binding

Et tre tar opp CO₂ når det vokser i skogen og leverer oksygen til verden. CO₂ blir til ved og dette bindes og blir med inn i trefjøset i plank og søyler. Når CO₂ er lagret i trefjøset kan nye trær vokse opp i skogen og binde mer CO₂. Trefjøs har en klimamessig positiv erstatningseffekt i forhold til stål og betong på 2 tonn CO₂ pr. m³ tre brukt i fjøset. Bygges et massivtrefjøs på 1000 m² som forbruker 350 m³ tre vil bonden kunne kjøre 2 180 000 km med bil før CO₂-bindingen er oppbrukt. Tre er definert som fornybar energi. Restavfallet fra byggingen og rivningsvirke er ikke klimaskadelig.

Kulturlandskap

Trebygg er kulturarven i Norge. Steinfjøs var vanlig, men det var

alltid tre i driftsbygningene. Takvinkelen var ofte ca. 27 °C fordi snølasten ble da mindre enn ved flatere tak. Det er derfor viktig å bygge nye driftsbygninger med takvinkel over 22 °C og bruk av tre i synlige fasader. Gamle driftsbygninger var oppbrutt i bygningsformen og fortalte om mange byggeperioder, men også om tilpasning til tun og driftsform. Et eksempel er moderne fjørfehus som ikke skal ha vinduer. Her vil falske vindusuttrykk kunne festes i utvendig kledning og bygget framstår ikke lenger som en industriell hall. Trefjøs er god landskapstilpasning.

Økonomi

Eksempler og konkurransekraft

Tre er pr. 2013 et rimeligere materiale enn stål og betong. Trefjøs konkurrerer på pris med stål og betongfjøs i selve bygget, tatt i betraktning at alle alternativene er beregnet og bygd etter faktiske krav til avstiving og snølast. Tar man i betraktning de positive fordelene med tre som materiale i fjøs med ingen kondens på innvendige flater ved temperaturfall ute, lite støv og ammoniakk, ren luft og lite støy, vil produktet trefjøs gi tilleggsfordeler til selve bygningen.

Selvbyggerfjøset og byggeprosjekter med egeninnsats gir bedre økonomi. Planlagte innkjøp med lokale leverandører eller totalløsninger vil ved trefjøs gi konkurransedyktige fordeler og bedret økonomi. Byggetid er viktig for økonomi. Et byggesystem i tre vil kunne bygges og være produksjonsklart på kort tid.

Ved ett eksempel ble et bygg på 1 300 m² bygget og gjort produksjonsklart på 6 uker fra planert grunn. Dette betyr at momsens ikke behøver å belånes. Dette er fullt mulig når det bygges med



Pilotbygg i Grue, stolpekonstruksjon.

byggesystemer i tre med en høy industrialiseringsgrad.

Eksempler og løsninger

Løsninger

Løsninger for bærende konstruksjon kan være heltre søyler eller limtresøyler, tak av limtre, heltre eller spikerplate fagverkstakstoler i bunt. Dekkende elementer kan være bindingsverkelement, massive plater på opptil 3 x 16 m, lafteelement eller spikrede og skrudde plankeelementer. På taket kan plank på 125 eller 150 mm bredde skrus og spikres fast til takkonstruksjonen og mellom plankene.

Vegger kan være isolerte bindingsverkelementer, massivtre-elementer eller elementer i laftet tømmer.

5 hovedløsninger vises her:

Massivtre

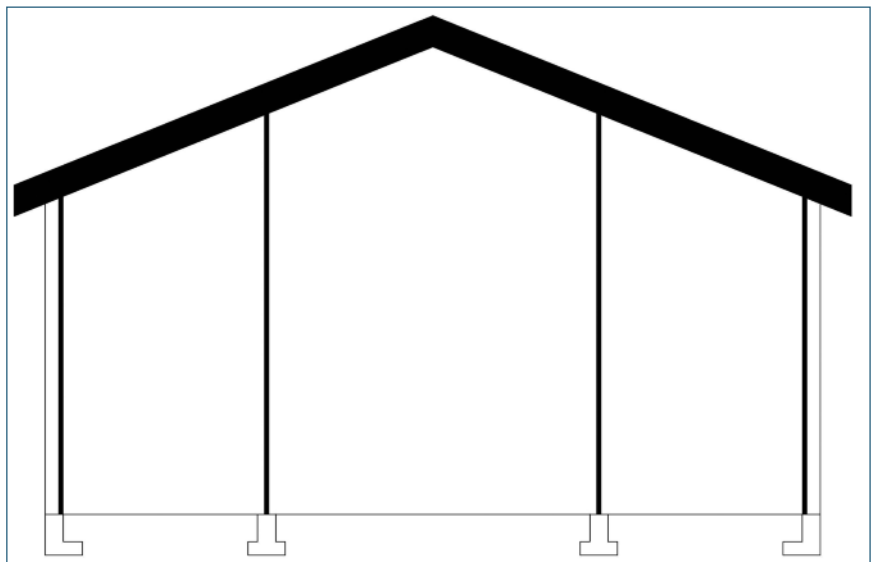
Massivtreffjøs: Limtre søyler og taksperrer. 6 cm massive treplater skrudd på vegg og tak. Papp rett på massivtreplate på taket.



Innvendig i massivtreffjøs.



Pilotbygg på Toten i massivtre.



Konstruksjonsprinsipp for massivtreffjøs.

Betongløsning: Halvert betongforbruk iht. tradisjonelle løsninger med plastfiberarmert betong, naturlig ventilasjon gjennom

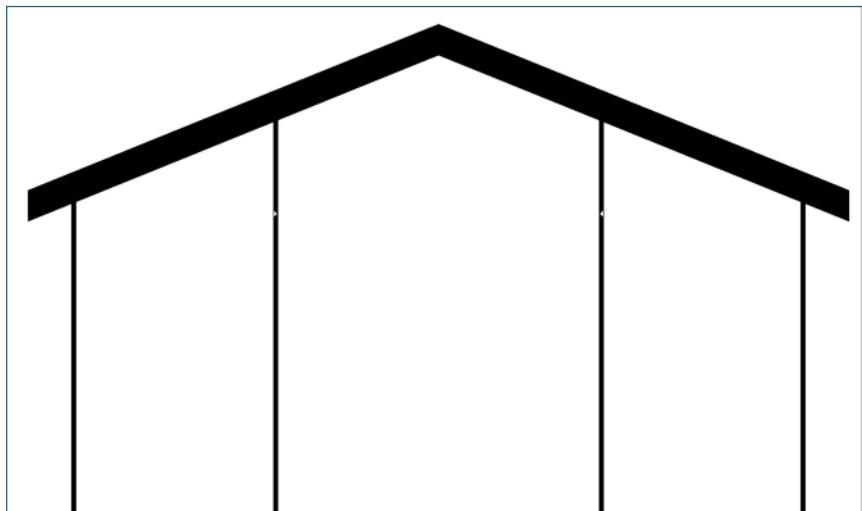
automatisk styrte lysskinner på mønet og brannseksjonering med massivtre.

Elementlaft

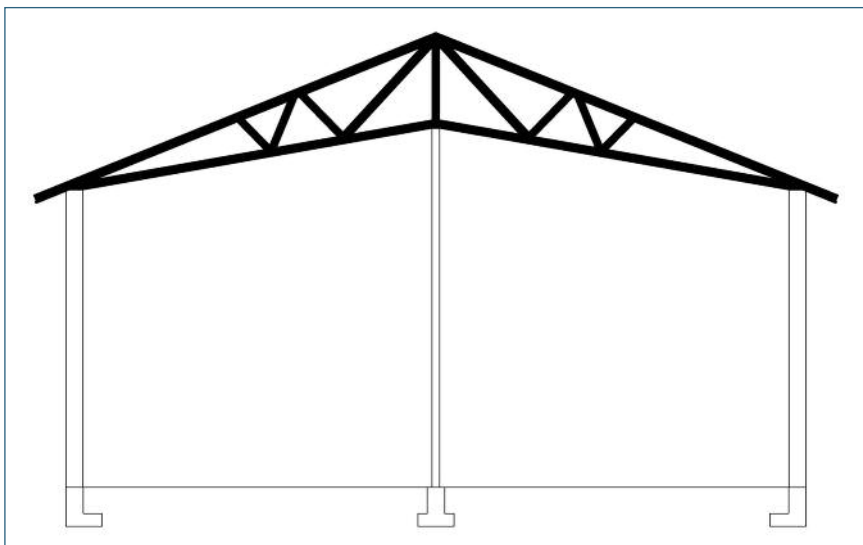
Stolpesystem i limtre med innvendige søyler. Elementer av



Pilotbygg i elementlaft.



Konstruksjonsprinsipp for tømmeramme. Bæring og avstiving med stolper, som er gravd ned.



Konstruksjonsprinsipp for elementlaft.

laftetømmer mellom utvendige søyler. Takstoler i bunter på søylene og spikret/skrudd massivt tretak i stående 50 x 150 mm plank. Betonggulv med møkkskrape til utvendig tank.

Tømmerramme

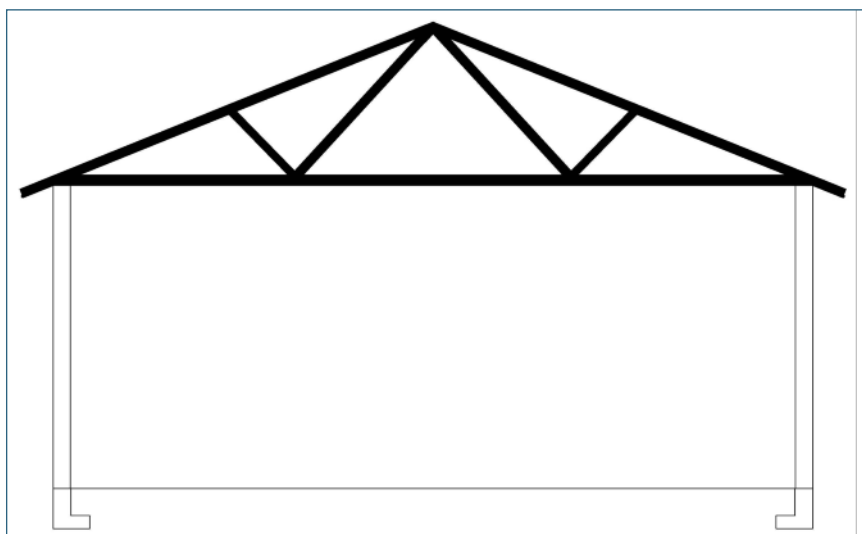
Gapahukprinsippet kaldtfjøs, med tre lukkede sider og fronten åpen. Stolper gravd rett ned i drenerende grunn kan støpes inn i plastrør. Bygget har ikke gjødselkjeller, men er basert på talle. Dette er drenerende grunn, sand og flis. Det fylles på med halm om vinteren.

Bindingsverk

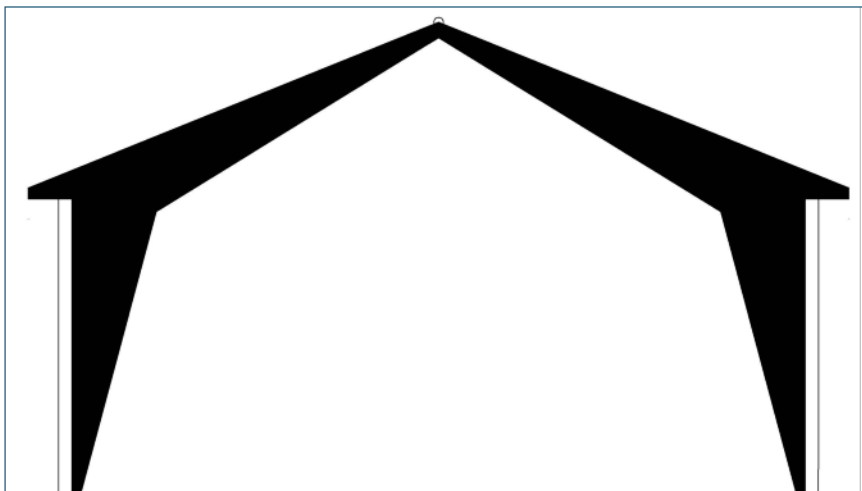
Isolerte lettelementer i tre i vegger og takstoler. Plater på vegg og i tak. Utvendig kledning i tre.

Treleddrammer

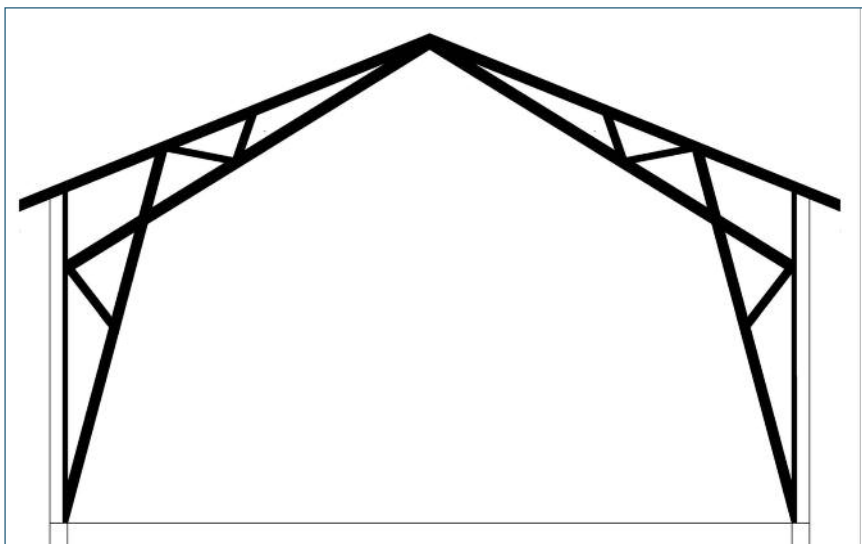
Treleddrammer er som navnet sier, bærende rammer med 3 ledd. En slik konstruksjon vil bestå av 2 stive halvdelar som er montert sammen i mønet. Sammenføyning mot fundament og i møne er ikke stiv, men leddet. Treleddrammer kan være utført i limtre eller som fagverk. En treleddramme har gode



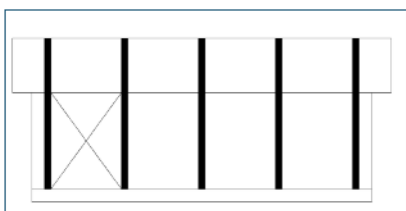
Konstruksjonsprinsipp for bindingsverk med takstoler.



Konstruksjonsprinsipp for treleddramme i limtre.



Treleddramme i fagverk.



Langsgående vindavstiving.

styrkemessige egenskaper for å ta opp vindlast tvers på bygget. For vindlast langs på bygget må treleddrammen avstives med et fagverk, eller vegger som danner skiver.

Leverandørutvikling

Industrielt byggeri med prefabrikerte løsninger er en viktig faktor for å få rimeligere bygg og raskere byggetid. Ved framtidige innskjerpinger av byggeforskrifter vil det være en fordel for leverandør og bonde, at løsningene er preakseptert og dokumenterte for å møte bygningskrav. Industrielt byggeri for trefjøs er basert på konseptet om søyler med samme senteravstand, og en takkonstruksjon som er enkel å montere sammen med ferdiglagde dekkende elementer på vegger og tak. Industrielt byggeri kan gjøres selv og ved tilbygg, men er klart det foretrukne ved store nybygg.

Lokale leverandører

Landbruksbygg kan med fordel leveres av lokale leverandører. Dette kan være produsenter som sagbruk, takstolprodusenter, bindingsverkselementprodusenter, laftebedrifter og norske massivtreprodusenter. Byggmestre og entreprenører får også oppdrag ved trefjøsbygging, og bidrar til lokal verdiskapning og sysselsetting.

Kontakter/referanser

www.tretorget.no
www.trefjos.no
www.fjossystemer.no
www.landbruksbygg.no
www.lr.no
www.takstol.com
www.limtreforreningen.no

Forfatter Ola Øyen, Silvinova AS
Sigurd Eide, Treteknisk

Finansiering Innovasjon Norge og
Norsk Treteknisk Institutt

Foto Ola Øyen, Silvinova AS
Terje Strand, Fjossystemer AS

TreFokus 

TreFokus AS • Wood Focus Norway
Postboks 13 Blindern, 0313 Oslo
Telefaks 22 46 55 23
trefokus@trefokus.no
www.trefokus.no

Treteknisk 

Forskningsveien 3 B,
Postboks 113 Blindern, 0314 Oslo
Telefon 98 85 33 33
firmapost@treteknisk.no
www.treteknisk.no