HALM

-Et mulighetsstudium

Hovedoppgave i arkitektur, NTNU vårn 2013
Jon Olav Kopperud
Vilhelm Fan Hansson

"For architecture to be truly constructive, the materials must be used with knowledge about their characteristics and possibilities"

Karen Daye

Intro til oppgaven

Fasadajon

Halm er et bæresmende byggemateriale. Bygging med halm utnytter av av verdens største overskuddsressurser som gir positive miljømessige konsekvenser ved bruk av halmballer. Halm som byggemateriale tilbyr god varmeisolasjon, konstruktive egenskaper og gode muligheter for bæresmennivået, et sunt innelkima, godt lydisolasjon og brannmotstand. Hovedmålet for denne oppgaven bakt inn i alt og samme materiale bygger muligheterne for en ressursmessig og rik arkitektur.

Materialet som utgangspunkt

Utgangspunktet for hele oppgaven er materialet halm og dens potensiale som byggemateriale. Oppgavens store spørsmål har vært «**Hva er halmens potensiale?**» Denne oppgaven har derfor hatt fokus på det materialets egen form og funksjon, å finne en arkitektur til materialet og ikke bruke materialet til å skape arkitektonisk. Oppgaven har hatt en stor grad av åpenhet bevist for å kunne la materialets egenskaper styre oppgaven.

Halmens egenskaper som kompass

Materialets egenskaper har vært viktig for oppgaven. Oppdatering av halmballens egenskaper har vært en fundre kvalitet av materialet har dermed vært viktig for å forstå halmens muligheter og begrensninger. Å finne halmens ulike egenskaper halmens egenskaper har dermed lagt det den konstruktive homogene veggen.

Skalaspretter

Med materialet halm som utgangs spurekt sjanmer oppgavens analytiske del fra halmens kjemi og opplysning til materialets potensielle anvendning i et globalt perspektiv mellom alt spek ter av fagfelt.

Oppvasing deler

Oppgaven har ligger i et spenn mellom en fysisk utprøvende hovedpart med materialet og en analytisk og tolkende del. I tillegg ikke oppgaven i to av halmens mulighetene for og ette konstruksjon.

Halm av Halmball

Halm som byggemateriale blir ofte automatisk assosiert til halmballen. Halmballen er den mest vanlig måte til kunnskap og vant en del av oppgavens studie, men halmballen er ikke den eneste måten å bygge i halmens opprinnelige form og egenskaper. Halmballen må sees på en av halmens mange mulige former.

Halmbyggingens historie

Begynnelsen

Halmens første kjente anvendelse er i både murstein og adobeblokker og er funnet i uggsletta byggeområde fra 8000 f.Kr. Halmen ble brukt som antall anvendt til dette formål i over 40 000 år. Som et viktig tilskap ekte halmen stimmens styrke ved å fungere som armering samtidig som den gir en god isolasjonsevne. Det er funnet murer av tradisjonell Tradisjonell tak fra et museum i Tallin. Tekking med halm og stå pardetmaes i den grad i dag og for det meste som reisverk mayerlend på eksisterende tak.

Tatching

Tekkbiking med av og halm eller "Thatching" har en over 2000 år gammel tradisjon i Europeiske land som Storbritannia og Nederland. Det antall anvendt til dette formål i over 40 000 år. Som et viktig tilskap ekte halmen stimmens styrke ved å fungere som armering samtidig som den gir en god isolasjonsevne. Det er funnet murer av tradisjonell Tradisjonell tak fra et museum i Tallin. Tekking med halm og stå pardetmaes i den grad i dag og for det meste som reisverk mayerlend på eksisterende tak.

Innhøsting

Innhøstingen av korn var i lang tid et manuelt arbeid utført med redskaper som hadde ene byggeskikker i Bildet over viser tradisjonell haneskjerping på Fosdheim i Jølster ca 1980.

Halmballen blir oppfunnet

Fra rundt 1840 tallet ble de første heredskrene halmballpressene oppfunnet. Denne oppfinnelsen gir halmen et nytt format som viste seg å gi nye muligheter for å bygge med halm.

De første halmbalhusene

På grunn av tømmermangel i Nebraska i1874 på Kalifon av 1800 tallet begynte byggen Nebraska å bygge halmballehus. Dette ble kjent som "Nebraska Style".

Halmballegging idag

Interessen for bygging med halmballer har økt kraftig rundom over de senere årene i takt med økende bevissthet om miljø og bærekraft. Det er rundt hundretalls, fals om majoriteten av byggeprosjektene er drevet av privatpersoner som ønsker å bygge sine egne hus. Det er likevel en økende interesse for å bygge større prosjekter som for eksempel Det finnes eksempler på boligfelt med halmballer i Frankrike, Belgia og Nederland.

Eksempler på halmballing arkitektur

Den frie veggen

Den frie veggen er et veggsystem som forsøker å utnytte halmballens karakteristiske egenskaper til en formbar og bevegelig vegg som kan brukes av ikke arkitektur. Denne veggen

"IT IS THROUGH THEIR FORM THAT THEY HAVE STABLE AND NOT BECAUSE OF AN ARRANGED ACCUMULATION OF MATERIALS."

Elvira Dietz

Inspirasjon

Ekelbu Dieste har vært en inspirasjon for denne veggen. Det er hovedsakelig Hen har jobbet mye med den buede veggen i materialet tegl og veggens form som et middel for å skape den stabile veggen.

Teglsteinen er et materiale med beskrivelse formingsmuligheter som gir store muligheter for forskyvninger i fugene mellom steinene, mens halmballen tar opp bæremgen i veg selv.

Halmballens elastisitet

En unik egenskap ved halmballen er dens elastisitet som kommer av halmens sylinderformede hvemstilt. Denne egenskapen gir materialet en formingsmulighet.

En halmball med strikene liggende parallelt på veggen er formbar både i lengde- og høyderetningen...

En halmvegg kan dermed formes både i plan ...

...og i snitt som gir muligheten for en fri og klar forming av veggen.

Gjennomkrongsevne

En egenskap halmballen deler med andre fibrøse byggematerialer er at de er gjennomtrengelige. Dette skyldes ved å bore lekker hvem gjennom veggen vil gi mest. Veggen utforms medgjengelser både vertikalt og horisontalt for å kunne gjennomføre på bildenes ender. Disse punktene kan dermed styres i ønsket retning og gir veggen en stor fleksibilitet. Denne veggens ulike punkter både vertikalt og horisontalt som et begynne å forme veggen.

Fosfopinning som formingsstrategi

Fosspenning er en forutsetning for konstruktive halmballveggen. Denne fosspenningen kan skapes på to måter for å forme veggen i både vertikal og horisontal retning.

Tatche + Stein konstruksjon

Gjengsteingerne plasseres like overfor hverandre slik at de kan bli holdt dermed på et membranoppsats på grunn av membranens fleksibilitet og elastisitet. De hemsgående leklene blir fiksepunkter for en enkel membran eller duk.

Eller fiomgrensingen av veggen. Denne fiomgrensingen består av leklene med en avstivsaser som flortes i duken og på andre siden av veggen for å skape en spent duk av både trykk og strekkrefter.

Ved de innergående lektene bores det dyrdinger vertikalt og horisontalt for å fiordele trykket jevnt i halmveggen.

Mobbrikk som virkmid

Til dette systemet trengs en vanhud som kan tilpasse seg veggens bevegelser. Denne vanhuden kan bli dannet på et membransystem på grunn av membranens fleksibilitet og elastisitet. De hemsgående lektene blir fiksepunkter for en enkel membran eller duk.

Ved de innergående lektene bores det dyrdinger vertikalt og horisontalt for å fiordele trykket jevnt i halmveggen.

Vertikal tvatching

Vertikal fhatching er en alternativ måte å feste halmballene på. Denne måten gir en stor grad av fleksibilitet. Denne vanhuden benytter industrielt produserte bånd av tre. Disse ble brukt av studenter ved Arkitekthøgskolen i Oslo i 2012 for å holde halmballene fast i veggen. Halmballene ble stablet på høykant og deretter ble det festet bånd på hver side av veggen. Disse båndene ble festet med skruer gjennom halmballene og inn i en bærende trekonstruksjon på innsiden av veggen.

Inspirasjon

Hva er halmballbygging?

Bygging med halmballer deler typisk inn i to kategorier. Den med vanlige er å benytte halmballer som infill i et konstruktivt rammeverk der halmen kun har en fyllfos for en høye isolasjonsverdi.

Den andre mulighaten er å benytte ballene som bærende element som i de første halmhusene fra Nebraska. Denne måten å bygge på kalles for en monolitisk metode fordi halmballene ofte gjengsteringer for å unngå videre kompresjon av halmballen. For å binde ballene sammen Den detaljert måten å bygge på kalles for en monolitisk strukturer er et puslebg på 3-5 cm.

Halmballens egenskaper

Varmeisolerende egenskaper

Halmballer har ypperlig varmeisolerende egenskaper

Diffuselle tester på halmballer viser en varmekonduktivitet på:
1. = 0,045 W/mK på tvers av fiberretningen
2. =0,06 W/mK i fiberretningen

En lagsende halmball med lydretning på 1,5 Hz er målt til 0,12 W/m²K. Et tilsvarende 36 cm murverksatt 45 halvbalt med 25 cm tykkelse for en halmball av vi med gå 0,14 W/m²K.

Konstruktive egenskaper

Halmballens maksimale lønnevne for en enkelt halmball er målt til 0,47 N/mm². Dette tilsvarer en trykkfasthet på 1 kN/mm² som lig i fi forhold til en liggende halmball. Ved maksist se halmballen begynner den å bøye seg og den opprinnelige form fire gjennomsnar når lasten ikke lett av.

Jordskjelvmotstand

Halmens elastiske egenskap har vist seg oppenlig i møte med jordskjelv. Dette ble testet ut i en av prøvestyrkene av halmballer for mayget høye nyvåstar som fiorndeles i Nebraska i Amerika. Disse testene i Nebraska's kolonister gjør at den gnese seg under store nyvinnger. Halmballene begynner av en skadd lavning i fettige og jordskjelvutsatte deler av verden.

Brannmotstand

Mange tror halm er et meget brannvillelig byggemateriale, noe som stemmer for lav halm. Men pussede halmballer har vist seg å motstå brann på grunn av kombinasjonen av et ubrennbart pussskjg på utsiden og et brannmotstandsdyktig halmlag på innsiden som fiorsiker spredning av varmen.

Tester i Østerrike, USA og Canada viser mellom 90 minutter og 4 timers brannmotstandstyn.

Fuktegenskaper

I likhet med trevirk er halm utsatt for fuktopptak og fuktavgivelse. Halm kan ta opp 18,20 % av fuktvekt. Halmballveggen utføres uten diffusjonssperre og fuktopptaket kan dermed nå opp i 10% fuktighet. Halm vil transportere og fiordele fuktighet gjennom sitt volum som eliminerer fuktproblemer ved å fiordele fuktigheten over et stort volum. Halm vil trekke med seg fuktighet fra en kulfte på 400 liter vann/ Jacobsen). Forsøk på eksponering av halmballer har vist at halmballer kan tåle å bli utsatt langt inn i halmballen, og dermed vil en veggen tidlet på grunn av god luftfing.

Innklima

Mennesker i den vestlige verden bruker gjennomsnittlig over 90% av deres liv innendørs. Halm som byggemateriale bidrar til et innklima som er sunt for oss. Halmmaterialet og treverkidet ingen helsefarlige kjemiske stoffer. Halmballer har en porøs overflate som transporterer både fuktighet og gasser gjennom sitt volum. Halmballer kan derfor bidra til å regulere fuktighetsnivået i rommet.

Halmballer har en gunstig effekt på pusset med en innvendig lekjesse gir en hay termisk masse og regulerer innetemperaturen og utnytter passiv solvarme. Lekjessen regulerer også luftfuktigheten i en bygning.

Lydisolasjon

Halmballen viser en gjennlig lydisolasjon på 42 dB for 45 cm tykk vegg gav en forskjell i dividet på 45-55 dB og sammenlignes med mur og betong som har en lydisolasjon på 60 dB. Bildet under viser halmballer benyttet som lydabsorberende vegger i en black box i NORB Dose Theatre, Salle Archiacu.

Den homogene veggen

Den homogene veggen er en vegg som består av en homogen masse som ikke har noen fiskontinuiteter. Denne veggen er ikke sammensatt av flere forskjellige materialer som for eksempel en bindingsverksvegg. Den homogene veggen er en vegg som er bygget opp av et og samme materiale. Dette materialet er leire. Leire er et naturlig materiale som finnes over hele verden. Leire er et materiale som har vært brukt til å bygge med i tusenvis av år. Leire er et materiale som har gode egenskaper til å bygge med. Leire har en god varmelagringsevne, den er brannsikker og den har gode lydisolerende egenskaper. Leire er et materiale som er lett å bearbeide og det er et materiale som er lett å få tak i. Leire er et materiale som er lett å resirkulere. Leire er et materiale som har mange gode egenskaper som gjør det til et godt materiale å bygge med.

"Homogene stenvegger utgår alle klimatekniske funksjoner med et enkelt materiale,... den nødvendige vekt har gitt klare arkitektoniske fordel, at den kan bygges enkelt og med et minimum av maskinbruk. Det innebærer også fordelaktig at denne type til transport av en betydelig økonomisparing."

Rasmus, 2006

Et alternativ til dagens byggeri

Dagens byggemetod består av lette hus med vegger som består av flere og flere lag og gikk av ulike materialer og kompromisser som er avhengige av materialets vanlige egenskaper for ikke å dårlige. Den homogene halmveggen er et motsvar til denne trenden.

Enkelhet

Den homogene veggen leser både bæring, klimaskille og varehud i ett og samme format uten behovet for flere lag og sjikt. Dette medfører at veggen fjerkelse og gir en mengde enkel veggkonstruksjon som vil gi en mengde mer og bedre plass. Arkitektuelt er det en stor utfordring å skape en arkitektur som er lett å lese og forstå. Arkitektuelt er det en stor utfordring å skape en arkitektur som er lett å lese og forstå. Arkitektuelt er det en stor utfordring å skape en arkitektur som er lett å lese og forstå. Arkitektuelt er det en stor utfordring å skape en arkitektur som er lett å lese og forstå.

Bæring + Isolasjon

Med bæring og isolasjon i samme materiale elimineres behovet for et konstruktivt sammenverk som betyr at laster fordeles i hele veggens volum som gir tilfredsstillende konstruktive egenskaper til liten for en lavere styrke og trykkfasthet. Den homogene veggen har en styrke på 1,5 N/mm² som er tilstrekkelig for sammenhold halm vil ha. 30 cm maskinvegg av halmballer har en bæreevne på 109 tonn per løpemeter.

I tillegg unngår halmballenen seg behovet for konsjlamerte detaljer. I kombinasjon med halmballenens gode isolerende egenskaper vil isolasjonskravet kunne oppfylles ved svelige veggtjkkelser. Til sammenligning har maskinvegger en lavere isolasjonsverdi og må bygges med mesjet tykke vegger for å oppnå isolasjonskrav.

Nye formater

Med de nye egenskapene som oppstår på grunn av den nye organiseringen og sammensetningen av halm, har det vært viktig for oss å undersøke hvilke nye muligheter for nye formater med ulike arkitektoniske muligheter.

Halmblokken

Blokken består av hele halmstrå stående parallelt med hverandre, limt sammen av et naturlikt til en kompakt og trykkfast blokk. Blokken utnytter alle de gode egenskapene halmen har som byggemateriale og gir en mulighet for halmen til en optimal måte. Resultatet er et produkt som potensielt kan maskinkomme alle veggens behov fra varmelagt på utsiden, til finish på innsiden som gjør at blokken kan brukes til å bygge hele veggen. Blokken er det formatet jeg har valgt å bygge hovedprosjektet på.

Et alternativ til dagens byggeri

Dagens byggemetod består av lette hus med vegger som består av flere og flere lag og gikk av ulike materialer og kompromisser som er avhengige av materialets vanlige egenskaper for ikke å dårlige. Den homogene halmveggen er et motsvar til denne trenden.

Enkelhet

Den homogene veggen leser både bæring, klimaskille og varehud i ett og samme format uten behovet for flere lag og sjikt. Dette medfører at veggen fjerkelse og gir en mengde enkel veggkonstruksjon som vil gi en mengde mer og bedre plass. Arkitektuelt er det en stor utfordring å skape en arkitektur som er lett å lese og forstå. Arkitektuelt er det en stor utfordring å skape en arkitektur som er lett å lese og forstå. Arkitektuelt er det en stor utfordring å skape en arkitektur som er lett å lese og forstå. Arkitektuelt er det en stor utfordring å skape en arkitektur som er lett å lese og forstå.

Bæring + Isolasjon

Med bæring og isolasjon i samme materiale elimineres behovet for et konstruktivt sammenverk som betyr at laster fordeles i hele veggens volum som gir tilfredsstillende konstruktive egenskaper til liten for en lavere styrke og trykkfasthet. Den homogene halmveggen har en styrke på 1,5 N/mm² som er tilstrekkelig for sammenhold halm vil ha. 30 cm maskinvegg av halmballer har en bæreevne på 109 tonn per løpemeter.

I tillegg unngår halmballenen seg behovet for konsjlamerte detaljer. I kombinasjon med halmballenens gode isolerende egenskaper vil isolasjonskravet kunne oppfylles ved svelige veggtjkkelser. Til sammenligning har maskinvegger en lavere isolasjonsverdi og må bygges med mesjet tykke vegger for å oppnå isolasjonskrav.

Veggens prinsipper

Blokkens utforming

Halmblokken har naturlig et svakt konisk format. Dette gjør at blokkene kan stables uten fuger. Blokkens underside holdes med en liten fals som gjør at blokkene kan stables som gir en naturlig overlapping mellom blokkene

Sammenkobling

Halmblokken utformes med et not og fjærsnitsspor både vertikalt og horisontalt som gir en bedre kobling mellom blokkene og hindrer luft fra å sirkulere mellom blokkene. Det er utarbeidet et detaljert kurvet gjennomsnitt vertikalt for å kunne gjennomføre på bildenes ender. Disse punktene kan dermed styres i ønsket retning og gir veggen stor fleksibilitet. Denne veggens ulike punkter både vertikalt og horisontalt som et begynne å forme veggen.

Indre hulrom

Blokkene kan utføres med et indre hulrom for derfengre og bæringen kan trekkes mellom elsogene. I tillegg kan dette enkelt brens på byggeplass.

Fuktbehandling

Vannvid

Halmblokken forsidla anvendt direkte som vanhud på grunn av halmblokkenes gode fuktegenskaper. Halmvirdi som kvalte fuktmengder gjennom veggen. Halmblokkenes overlapping fungerer som et naturlig beslag som beskytter halmens endefiber mot direkte nedbør. Halmens inspeksjon og de dråbeskjelde overlappingene hindrer vannet fra å trenge inn i halmblokkene og gjennom veggen ved første overlapping.

"Cellulosebasert isolasjon kan som en regel beskyttes mot våte ene cluiterbeslutningen ved utvide av små lekk i et tak eller fasade."

Asa Torkel, Senior scientist- ved Puma og Passivhuset Norge

Veggen fortsetter som tre?

Blokkens konstruktive egenskaper gjør det også mulig for veggen å fortsette som en vegg av tre. Denne kubbeboxen. Dette vil ytterligere fremhekke byggningen og øke variasjonsmulighetene for kunderønsking.

Nye utrykk

Med bevevingen av halmstrådene kom også endring av halmballenens egen etablik form. Fra et kvardrat til et mer definert og rektangulærdet utrykk.

Halmens retninger

Strukturinndringen av Teglsteinen er kjent for å anvendte alle retnens sider. I motsetning til teglsteinen som har en klar retning på grunn av sin bestemte retninger halmen.

Halmens elastisitet på tvers av halmens fiberretning gir blokkene et fleksibelt uttrykk. Halmens fiber har ulike retninger. halmens retning er derfor avgjørende for hvilken retning materialet kan formes i eller og ende.

Transparens

Halmens sylinderform gir en interessant effekt med lette på gjennomsyn og transparens. Hele halmstrå sitt er gjennomsiktig, men kun når det er rett gjennom strået. Veggen vil bare være transparent i feltet man går rett gjennom halmen. Dette gir en mulighet for å skape en transparent vegg som for dekkevegg. Lengden og diameteren på strået vil variere grafen av treno. pavens og kan endres på ulike feller av veggen. Nattestid vil en slik vegg kunne allevere ved hjelp av lys.

Et nytt fasademateriale

Halm er relativt utjamt som fasademateriale. Bevevingen av halmens retning er en forutsetning for å kunne skape en vegg som er mer vær og vind. Med den nye organiseringen av materialet vil halmen kunne anvise utrykks som fasademateriale.

Patinering

Som et naturmaterialle vil halm eldes over tid. En fasaden av halm vil på grunn av sin porøse overflate patinere gjennomsigt en patinering over tid fra levende gult til gråbl. Patinering gir

Halmforbandt

"Muring" med de to ulike retningene gir en stor strukturvarasjon. Halmens retninger kan kombineres på mange måter gjennom veggen, men nummer flereat store mulgheter for variasjon i ulike forbandt.

Tverrgående retning

- Transparens
- Ikke retningsgivende
- Ikke konstruktiv retning
- Fuktopptak gjennom veggen
- Fuktavgivelse gjennom veggen
- Dårligst isolasjon

Alternative teglformater

Den enkelte begrensningen for halmens utlas formater er strikets lengde, som kan bli over 2 meter. Isolerdrie er et stående format som kan kunne brukes i en mere stående etat på tvers av veggen.

"Halmteglsvegen"

Denne veggen benytter det kvadratiske teglformatet til en vegg som spiller på formatets ulike retninger. Dette gir også veggen en ulik fasade. Denne måten å bygge veggen som uttrykks til å flytte en veggbindning av en kontinuerlig flatest som kan kunne bevege seg som kommer inngrep og brekke innover for å skolus veggen.

Prosessbildeserie

Oppgaven har på mange måter vært mer prosessorientert enn resultatorientert. Oppgagens prosess er dermed en stor del av oppgaven.

For å kunne vise denne prosessen har jeg valgt å vise en bildeserie. Bildeserien viser underarbeidet av oppgaven. Bildeserien er kronologisk både i tt, modell og i skisse.

NTNU som ressurs

Først nå under masteroppgaven min har jeg fått disse multe av ressurser som er tilgjengelige i det tekniske miljøet på NTNU til å undersøke materialet. Universitetet har blant annet tilgang på en 3D printer og en fresemaskin og utstyr. Muligheterne ligger til rette for å kunne finne ut av mange nye ting.

Tradisjon møter innovasjon

I oppgaven har jeg vært på leting etter teknikker og byggeskikker som kan være av relevans for nye måter å anvende halm. Mange av oppgavens oppdagelser og funn er basert på gamle byggeskikker og tradisjonelle måter å bygge med halm. Selv halm er et naturmaterialet falt det naturlig å dele byggeskikker med bestående materialbruk. Ved å sammenligne flere byggeskikker finner man etter hvert ting som går igjen i alle de studerte byggeskikkene finner man en bevissthet rundt materialenes retning, noe som jeg

Brukevisjon

Brukjevisjonen er en gammel norsk byggeskikk med retter fra vestlandet der halmen blir brukt som isolasjon mellom to vegger. Halmen blir holdt på plass av to vegger som består av horisontale bord. Det er ikke kjent hvor gammel denne byggeskikken er, men den er i alle fall i drift på 1800-tallet. Brukjevisjonen er en av de mest kjente bindingene som finnes samtidig som den benytter godt med regn. Pussig ved ikke bindingsverket består av stående bord. Pussig ved ikke bindingsverket består av stående bord. Pussig ved ikke bindingsverket består av stående bord