

HALMBYGGETEKNIKK

Følgende er en kortfattet sammenfatning av eksisterende og relevant dokumentasjon på denne relativt nye og lite kjente byggemetode, som etterhvert har fått et visst omfang her i Norge. Her gis også en kort beskrivelse av selve byggemetoden, bakgrunn og generelle egenskaper.

BAKGRUNN

Kunnskap om "plastered strawbale Construction" eller "halmballteknikk" er i utgangspunktet hentet fra USA, hvor slik teknikk har vært benyttet i snart 100 år. Idag har interessen for denne byggeteknikk tatt seg opp igjen, som følge av en økt miljøbevissthet. Det foregår nå i USA og i etterhvert i resten av verden, bygging og forskning i bredt omfang. Halmballkonstruksjoner er gjennom dette dokumentert og tatt inn i byggeforskrifter. Byggemetoden har spredt seg til alle verdensdeler, og det er nå stor aktivitet i Europa. Halmballteknikk regnes idag for den byggemetode i verden som vokser raskest. Forutsatt riktig utførelse og beskyttelse mot fuktighet - tilsier erfaring og kunnskap nå at halm som byggemateriale vil kunne ha holdbarhet på linje med andre byggematerialer. Da det samtidig er økonomisk og økologisk interessant gir dette grunnlaget for å utforske og utvikle denne byggemetoden videre.

I Norge er det hittil blitt gjennomført ca 60 halmball-prosjekter; boliger, kontor, kurslokaler, hytter, driftsbygning, atelier, kafè, mm. En tomannsbolig som ble bygget i Vestby kommune i 1993, "Kretsløpshus Søndre Tvetter", ble kåret til Norges Miljøhus 93. Flere prosjekter er under planlegging eller oppføring. Det har blitt dannet en landsdekkende forening: Norsk Jord- og Halmbyggerforening" (NJH), med 150 aktive medlemmer. NJH er knyttet opp til et nordisk samarbeid - Nordisk Organisasjon for Lerjordsbyggeri - NOL, og videre til et Europeisk samarbeid. Gjennom internett utveksles kunnskap om halmballbygging fritt, bla. gjennom Global Strabale Network. Statens Landbruksbank har gitt tilskudd til utarbeidelse av en rapport om halmbygging, som har blitt bearbeidet videre til en bok; " Halm som byggemateriale"- av Siv.ark. Rolf Jacobsen.

HALM - HALMBALLER

Halm er i agronomisk forstand definert som strå og blad av modent korn. Imidlertid vet vi at halmballbyggere tradisjonelt har brydd seg lite om slike definisjoner; en lang rekke gras og stråtyper har vært benyttet, tilsynelatende med tilfredstillende resultat. Prinsippet med å benytte nettopp den ressursen som er lokalt tilgjengelig er forsåvidt økologisk "riktig". Halm fra de vanlige korntypene i Norge vil likevel være den mest aktuelle, tilgjengelige og anbefalte ressurs til husbygging. Halm består av dels hulrom (internode) og dels knutepunkter/bladfest (node). Det er viktig at halmen ikke presses så mye at hulrommene blir klemt sammen. Dette vil medføre redusert isolasjonsverdi.

Halmballer presses med vanlig jordbruksutstyr. Idag er det en stor overgang til rundballer, men fortsatt presses det endel vanlige rektangulære halmballer. Det er muligheter for å innstille en slik vanlig halmpresse til øket trykk. Med en litt erfaren kjører, med gode og skarpe kniver og med en optimal innstilling av maskinen vil det kunne produseres halmballer med tilfredstillende kvalitet og kompresjon. Innenfor de grensene som slike vanlige maskiner har kan en si at jo hardere ballene blir presset, jo bedre egnet er de som byggemateriale.

De forskjellige korntypene har litt forskjellige egenskaper vedrørende pressing. Noen korntyper gir stivere halm og noen en mer elastisk halm. Halmballenes kompresjon er vanskelig å bestemme nøyaktig. En kombinasjon av måling, veiing og fuktmåling vil naturligvis gi tilstrekkelig svar, men dette er svært lite praktisk håndterbart. Ved å benytte halmballer som er lagret tørt over vinteren og foreta en individuell, undersøkelse av halmballens hardhet og fasthet vil normalt være tilstrekkelig. Fra USA kan en hente følgende enkle håndprøvemåte: en halmball skal kunne løftes i en streng uten at halmballen tenderer til å bøye seg og gi seg. I Norge finnes normalt kun 2-strengs halmballer med følgende ca. mål: Bredde = 45 cm. Høyde = 35 cm. Lengde = 90 cm.

DEN IDEELE BYGGE-HALMBALL:

- Tørr: jo tørrere jo bedre. (10 - 16% , ikke over 20%)
- ikke utsatt for råte, mugg ol.
- Hardt presset og presise i formen. (viktig)
- Uten frø; som kan tiltrekke skadedyr.
- omtrent dobbelt så lang som bred. (byggeklosser)
- det er viktigere at halmballene er hardt presset og er tørre og rene, enn hvilket kornslag en bruker.
- halm som ikke er kunstgjødslet (større sopp- resistens) eller sprøytet.

ISOLASJON / ENERGI

Av halmens mange egenskaper er kanskje dens gode isolerende egenskap det mest interessante. Et halmballhus vil som følge av en rimelig god lamda-verdi i kombinasjon med den store tykkelse nærmest gi superisolerte hus. I et totalt energiregnskap må også halmballenes meget lave energiinnsats i produksjon (primærenergi) vurderes og innberegnes.

LAMDA-VERDI / U-VERDI

Det er oppgitt forskjellige tall på halmballers isolasjonsevne noe som kan ha med halmtype å gjøre, graden av kompressjon, retning på fibre, men også med hvilken målemetode som er benyttet.

- Fra Frankrike oppgis Lamda verdi = 0.067 W/mK i konstruksjon med murte fuger.
- Bengt Johan Gullberg i Sverige, oppgir en Lamda-verdi = 0.05W/mK, på de pressede halmblokkene med romvekt mellom 200 og 250 kg/m³.
- I USA v/ University of Arizona har John MaCabe er gjennomført målinger med hvete (også ris). Målingene er gjort på 3- strengs baller (som ofte er noe mer komprimerte enn to stengs baller. Målingene viser en Lambda-verdi = 0.06W/mK - med fibre, og en Lambda verdi = 0.048 W/mK - på tvers av fibre.

Tallene bekreftes i en foreløpig rapport fra Danmark (2001-06-21- Dansk byggforskning / LØB). Her oppgis gjennomsnittlige måleverdier – lamdaverdi = 0.059 W/mK – med fibre og 0.054 W/mK på tvers av fibre. En supplerende måling i en sk. Hot-box viste imidlertid en noe høyere verdier enn dette. Variasjonene i de målingene som er gjort skyldes dels forskjellige målemetoder og dels at halmballer ikke er et standardisert byggeprodukt, men hvor egenskapene kan variere fra sted til sted. Variasjonene er normalt ikke store, men en har sett at ved løst pressede halmballer (som ikke anbefales uansett), vil kunne oppleve at intern luftsirkulasjon medfører en redusert isolasjonsverdi. Det forutsettes at en benytter hardt pressede halmballer og at en ved høye konstruksjoner legger inn luftsperresjikt horisontalt med jevne mellomrom. Det forutsettes også at halmballene er godt pusset på begge sider – uansett om en velger en annen utvendig eller innvendig kledning.

Ut fra dette er det realistisk å kunne regne med følgende Lamda-verdi på halmballkonstruksjoner;

Liggende halmballer (langs fibre) = 0.06-0.07W/mK

På høykant (tvers av fibre)= 0.05 – 0.06W/mK

Dette tilsvarer en U-verdi på en normal halmballvegg på 45 cm :

Liggende halmballer - tykkelse 45 cm = 0.13 – 0.16W/m² K

På høykant - tykkelse 35 cm = 0.14 - 0.17 W/m² K

Dette tilsvarer Europeisk norm for isolasjonsstandard i lavenergihus.

BRANN

En har jo det inntrykket at halm brenner " som ild i tørt gress", og halm er selvfølgelig et brennbart materiale og bør behandles som det. I Roger Welch`s artikkel oppgis det at høyhusene i Nebraska var brannutsatt og kunne brenne med en voldsom ild. Løs halm er lett antennelig og løst pressede baller som gir tilstrekkelig oksygentilgang vil sannsynligvis også måtte regnes som "brannfarlige". Imidlertid er det et faktum er at halm regnes som det mest problematiske av alle fastbrenselstypene, bl.a. pga. sitt høye askeinnhold. Hardt pressede

halmballer har vist seg overraskende lite antennelige og tenderer til heller å gløde og forkulle i ytterste sjikt. Dessuten vil det ikke være aktuelt å benytte halmballer uten å dekke de godt inn - hovedsaklig med puss. Dette gir brannegenskaper som uansett kvalitet på halmballene vil være bedre enn normale trehuskonstruksjoner. Franske byggeforskrifter godkjenner en 30mm puss som 60 minutters brannbeskyttelse.

" The straw bale/mortar structure wall has proven exceptionally resistance to fire. The straw bales hold enough air to provide good insulation value but because they are compacted firmly they don't hold enough air to permit combustion."

Rapport fra: "Canada Mortgage and Housing Corporation.

The National Research Council of Canada - fire research Section, utførte på midten av 1980 - tallet en småskala branntest på pusset halmballvegg med murte fuger. Veggene ble utsatt for en temperatur på 1010 C i to timer, før små sprekker viste seg i pussene. Testen viste en maksimal temperaturøkning på 39.5 C - etter 4 timer!! - på andre side av veggene.

I 1993 ble det utført to branntester ved Construction Industries Commission of New Mexico. Den første testen ble utført på en upusset halmballvegg. Det er verd å merke seg at gjennombrenning skjedde først etter 34 minutter og da i sprekkene mellom halmballene.

Den andre testen ble utført på en pusset halmballvegg. Resultatene fra denne testen bekrefter resultatene fra Canada; ingen flammer eller varme gasser ble frigitt på ueksponert side. Testen ble kjørt i 2 timer med en temperaturbelastning på 1061 C. Det skjedde ingen gjennombrenning og der hvor pussene sprakk opp skjedde det bare en forkulling av halmen i ca. 5 cm dybde. I rapporten heter det:

" The results of these tests have proven that a straw bale in-fill wall assembly is a far greater fire resistive assembly than a wood frame wall assembly using the same finishes".

Som dokumentasjon av disse prøvene er det laget en Video av Black Range Films (des 1995).

Dansk Brand- og Sikringsteknisk Institutt (DBI) har gjennomført test av halmkonstruksjon pusset med leire og med synlige trestolper i flukt med innvendig pusslag. Konklusjonen er at veggene tilfredstiller kravene til BD konstruksjon 30, og at leirepuss tilfredstiller kravene til ubrennbar kledning klasse 1.

Konklusjonen er at en godt pusset halmballvegg har en vesentlig høyere brannmotstand enn f.eks. trekonstruksjoner og at det således er mer sammenligbart med murkonstruksjoner. Imidlertid krever selve byggeprosessen - før halmveggene er pusset - påpasselighet vedr. brannfare.

Sensommer 2004, ble et halmhus i Russland, som er planlagt og bygget i samarbeid med NJH, truffet av lyn og begynte å brenne. Taket tok fyr og brannen spredte seg ned i veggene. Halmveggene brant med en langsom ulmebrann, som gjorde at brannen kunne slukkes, og huset ble reddet. Uttalelser de som deltok i brannslukkingen går klart i retning av at et normalt trehus ville ha brent helt ned, mens halmveggene bidro til at huset kunne reddes. Dette er erfaringer som stemmer overens med andre observasjoner og de tester som har vært gjort.

STYRKE

(dette er i prinsippet kun interessant i bærende halmballkonstruksjoner).

Erfaringene fra Nebraska hvor halmballer er benyttet konstruktivt viser i praksis at halmballer (endog av lite komprimerte høyballer) kan benyttes strukturelt. Det er ikke dermed sagt at vi uten videre kan bygge bærende halmballhus - idag. Krav til dokumentasjon, behov for dimensjonerings- regler og utarbeiding av byggeforskrifter

krever at "vi vet hva vi gjør"! Det utføres nå målinger i USA som vil gi mer eksakt kunnskap om halmballkonstruksjonenes styrkeegenskaper.

De foreløpige resultatene viser at halmballvegger vil kunne ha en bærende kapasitet på ca. 2250 kg pr. løpemetervegg. Til sammenligning vil lasten pr. løpemetervegg i et omlag 6 meter bredt hus (inkl. snølast) i Norge, ligge i underkant av 1500 kg. Disse målingene er gjort uten pusslag, som klart har en avstivende og forsterkende virkning. Pussens styrkemessige betydning diskuteres og vil i stor grad avhenge av pusstype, type armering mm.

På midten av 1980-tallet utførte Canada mortgage and housing corporation, følgende test; en prøvevegg ble bygget med murte fuger (halmblandet mørtel). Prøveveggen hadde en lengde på 3.66 meter og en høyde på 2.44 meter, og ble belastet med 8.181kg (2.235 kg/lm). Ut fra testene ble det satt opp forslag til anbefalte tillatte belastning:

- snølast 2.50 kN/m² - vindlast 0.67 kN/m²
- egenlast 2.00 kN/m² - nyttelast 1.90 kN/m²

I 1993 utførte Ghailene Bou-Ali, ved University of Arizona forskjellige tester av styrkeegenskaper. Først ble en 3-strengs halmball (størrelse: lengde=116.8cm, bredde=58.4cm, og høyde=40,6cm) belastet til bruddgrense og hadde da en belastende vekt på 33 tonn !!! (48.500 kg/m²). Halmballen var da sammenpresset til omlag 50% av opprinnelig høyde. Imidlertid ble mesteparten av halmballens høyde gjenvunnet når lasten ble tatt bort. Halmballenes styrkeegenskaper kan derfor karakteriseres som elastisk. (elastisk deformasjon).

En tilsvarende test ble utført med en 3-strengs halmball lagt på kant. Bruddgrense ble her nådd med en belastning på 6.3 tonn. (13.567kg/m²), noe som tilsvarer omlag 1/4 styrke i forhold til liggende halmball.

Så ble en prøvevegg med 3-strengs halmballer satt opp, med en lengde på 3.66 meter og en høyde på 2.44 meter. Uten å pusse veggen ble den belastet med 7.182kg (1.962 kg/lm). Veggen viste en sammenpressing på 17.8cm (7% av høyden). Sammenpressingen viste seg å være langt større enn det som er sett på noen av de eksisterende byggene (fek. Nebraska). Spørsmålet som da melder seg er: hvor stor betydning har pussene?

I 1994 utførte ark. Bob Theis ved Shenoa Retreat Center noen interessante tester. Det ble bygget prøvevegger av 3-strengs halmballer av rishalm, med gjennomgående gjengestål til toppsvill, slik at veggen kunne presses sammen. Prøveveggenes mål var også her; lengde = 3.66 meter og høyde = 2.44 meter. Veggen ble belastet med 3.473 kg (948kg/lm) og sammenpressingen ble målt til 8.9cm. Veggen ble så sammenpresset med gjengestålet tilsvarende som belastningen, og så pusset. Deretter belastet igjen med samme last. Veggen viste så ingen tegn til sammenpressing. Denne testen har stor betydning for vår vurdering av halmballkonstruksjoner i områder med betydelig snølast og følgelig varierende belastning på veggene. Halmens elastiske deformasjon ville kunne medføre problemer i form av oppsprekknings av puss. Imidlertid viser denne testen at "innspenning" av veggen vil kunne eliminere dette problemet. Det er verd å merke seg at ingen av de historiske Nebraska husene har vist noen tegn til sammenpressing knyttet til setninger over tid.

FUKTIGHET

Halmballkonstruksjoners største "fiende" er fuktighet. Derfor må særlig oppmerksomhet knyttes til dette problemet. Halm vil være et godt og varig byggemateriale så lenge det holdes tørt, men fuktighet kan raskt gi store problemer. Halm regnes f.eks. som et godt medium for dyrking av sopp i laboratoriumsammenheng!

Toleransegrenser for fuktighet i halmballer tilsvarer hva som regnes for andre organiske materialer, slik som f.eks. tre. Grensen for mulig biologisk aktivitet ligger omlag på 18 -20 %. For halm oppgis litt forskjellige tall; fra en "sikkerhetsgrense" på ca. 14 - 16 % som det laveste og til en "sikkerhetsgrense" i New Mexico på 20%. Som en konklusjon kan vi si at halmkonstruksjoner aldri kan tillates å få et fuktinnhold på mer enn 18%.

Halm er et hygroskopisk materiale og har gode fuktregulerende egenskaper. Halm har evne til å transportere fuktighet raskt. Et eksperiment utført av Bengt Gullberg i Sverige viser dette; to halmballer - en tørr og en våt legges inn i en diffusjonstett plastpose. Etter bare ett døgn vil begge halmballene ha samme fuktinnhold.

Halm har gjennom sitt store volum, porøsitet og masse en stor fukt- kapasitet. En normal enebolig vil ha omlag 5000kg halm i veggene. Gjennomsnittlig fuktinnhold i halmveggen vil anslagsvis være 10 %. (basert på de målinger som til nå er utført), mens den øvre sikkerhetsgrensen for fuktinnhold regnes som 18%. Dette gir en teoretisk fuktkapasitet på 400 kg vann.

SLAGREGN, LEKKASJE FRA TAK, ELLER FUKT FRA GRUNN.

En god beskyttelse av halmballkonstruksjonene mot ytre fuktbelastninger vil være en absolutt forutsetning. Lekkasje fra tak og fukt fra grunn vil sannsynligvis være mer kritisk enn slagregn. Observasjoner av halmballkonstruksjoner utsatt for slagregn, også uten puss, viser at fuktigheten ikke trenger langt inn i konstruksjonen, men dreneres ut og ned i det ytterste sjiktet og tørker rakst ut. Dette forutsetter imidlertid god utlufting.

Ark. Ted Butchart fra Greenfire Institutt i staten Washington har i forbindelse med bygging av halmballkonstruksjoner i fuktig/kaldt klima kunnet konkludere med at det foreløpig ikke er noe som indikerer at halmballkonstruksjoner ikke vil være holdbare i et fuktig / kaldt klima hvis:

- en har gode takutspring som beskytter veggene mot direkte slagregn
- at halmballkonstruksjonen bør løftes minst 20-25 cm over bakkenivå.
- at det sikres god drenering rundt bygget
- og at konstruksjonen tillates å puste (diffusjonsåpen).

LUFTFUKTIGHET - DIFFUSJON - KONDENS

Det er ingen historiske referanser til dampspærre brukt i forbindelse med halmballkonstruksjoner. Alle de historiske referansene, som har vist holdbarhet i nær 100 år, er bygget uten dampspærre. Mye taler for at diffusjonsåpenhet er den beste sikkerhet mot fuktproblemer, og halm har nettopp egenskaper som gjør den egnet i diffusjonsåpne konstruksjoner; den er hygroskopisk, transporterer fuktighet og har stor fuktmagasinerende kapasitet.

George Tsongas - ved Portland State University , USA konkluderer slik:

" A bale wall with the maximum breathability may be the best insurance against potential problems with moisture".

Foreløpig er kun noen få måleresultater tilgjengelige fra USA og Canada. Canada Mortgage and Housing corporation utførte i 1983 et måle- program på et halmballhus bygget av Louis Gagnè, uten innvendig dampspærre. Målinger ble utført med 3 års intervall. Fuktinnholdet i veggen oversteg ikke 13% - også i baderomsvegg. Gjennomsnittlig innvendig relativ fuktighet var 35%.(RF). Målinger etter 3 år i nederste rad med halmballer og på baderom viste et fuktinnhold på 11% og 8% , noe som kan indikere at halmveggene tørker ut etter hvert. Resultatet ble vurdert som tilfredstillende.

Fuktproblematikken er et komplisert og foreløpig lite forstått problemområde. Det råder forskjellige teorier og en viss faglig uenighet. Det er definitivt et viktig område hvor det er behov for videre forskning. Det er dessuten

behov for etterprøving av eksisterende halmballkonstruksjoner, det er behov for målinger i laboratorium, og det er behov for studie og utvikling av en mer komplett forståelsesmodell for fuktmekanikk. Målinger på fukt foregår nå i en rekke land, da dette regnes som viktigste faktor for halmballkonstruksjonenes holdbarhet.

Ved oppbygging av halmballkonstruksjoner bør en tilstrebe størst mulig diffusjonsåpenhet. Dette gjelder både i det innvendige sjikt og i det utvendige sjikt. Som en sikring mot at fuktighet som følge av diffusjon og luftlekkasjer, skal kunne hope seg opp i konstruksjonen og etter hvert føre til kondensering, legges det inn en litt større diffusjonsmotstand i det indre sjikt (varme) enn i det ytre (kalde). Da en vanligvis vil benytte puss både innvendig og utvendig, vil en ved valg av pusstype måtte vurdere diffusjonsegenskapene. Regulering av diffusjonsmotstanden vil også kunne reguleres gjennom valg av overflatebehandling.

Trygve Græe, ved Institutt for tekniske fag på Landbrukshøgskolen har jobbet i mange år med fuktproblematikk, særlig knyttet til husdyrrom (som har meget høye fuktbelastninger). Græe har vært en pioner i utvikling av både fukt- og luftåpne konstruksjoner, bl.a. Dynamisk isolasjon. På basis av sin forskning og erfaringer fra mange konkrete prosjekter trekker han følgende konklusjon:

" Kondens inne i bindingsverkskonstruksjoner i Norsk klima kan vi forebygge ved å isolere godt og lage dem tette mot luftlekkasjer. Fuktsperresjikt er unødvendig forutsatt at konstruksjonene har utvendig forhudning med kapilære egenskaper".

HOLDBARHET

De gamle husene i Nebraska, som har stått i nær 100 år og som fortsatt er i god stand, viser at halmballhus kan ha god holdbarhet, også sammenlignet med andre konvensjonelle byggematerialer. Halmen (også høy) i vegger som har blitt åpnet etter lang tid har vist seg å være friskt og fint. Det er ingen tegn til at halmen gradvis brytes ned, annet enn hva naturlig elding vil forårsake. En holdbarhet på 100 år, som flere av de eksisterende husene i Nebraska kan vise til, er faktisk dobbelt så lenge som den beregnede levetiden for moderne hus.

I Norge har vi et eksempel på et halmhus som er bygget på 1950-tallet, og som står den dag i dag og i god stand. Interessant her er at halmhuset sto i 20 år uten å bli pusset eller beskyttet på annen måte utvendig. Halmplater vært produsert fra rundt 1930 - og fram til ca. 1960. Halmplatene har vært brukt i en rekke sammenhenger.

SKADEDYR

Faren for museangrep er kanskje det første en vil stille spørsmålsteget ved med halmballbygging. Erfaringer fra USA viser imidlertid at det ikke er beheftet noe større museproblem med denne type konstruksjon enn med andre. Halmballvegger som er tett og godt bygget gir faktisk mindre "husrom" for smådyr og insekter enn andre typer konstruksjoner. Hvis pussene er god og intakt vil tilgjengeligheten for selv små veggglus være svært redusert.

Det anbefales likevel å ta spesielle forhåndsregler. Det viktigste for å hindre mus å komme inn i halmveggen er en intakt puss og ekstra sikring med netting ol. i alle overganger. En annen strategi som kan øke musefientligheten er å tilsette en ca. 5% tørr kalk i halmen. Dette vil skape et alkalisk og utrivelig miljø som smådyr ikke trives i. Kalktilsetning er forsøkt ved veksthusprosjektet på Oppigården Havdal, sør for Trondheim, men er ellers ikke regnet som et nødvendig tiltak.

Erfaringer fra Søndre Tvetter, som det første bebodde halmballhus i Norge, viser at musene riktignok flyttet raskt inn i halmen så lenge denne var åpen og tilgjengelig. Når så pussene ble ferdig og musehullene stengt, har museproblemet etter hvert forsvunnet.. I flere andre halmbyggeprosjekter er det ikke registrert problemer med mus i vegg.

MUGG OG SOPP

Mugg og sopp er et mulig problem som en skal vie oppmerksomhet. Plantene av våre vanlige kornslag koloniseres allerede tidlig i vekstperioden av ulike sopparter (planteparasitter, svekkelsesparasitter og sarpofytter). Muggsopper består av selve fruktlegemet, dets mycel og sporene. Muggsporer finnes overalt i naturen og nær sagt alt organisk materiale inneholder en viss mengde av soppsporer. Muggsopp vokser på overflate av organisk materiale ved å hente næringsstoffer fra disse. Det kan nevnes at flere typer matsopp er basert på halm som dyrkningsmateriale (f.eks.; "Paddy straw mushroom").

Hvor mye sopp som forekommer på halmen vil avhenge sterkt av meteorologiske forhold i dyrkningsperioden og ikke minst hvilke temperatur- og fuktforhold som halmen senere er lagret under. Temperatur- og fuktforhold bestemmer også hvilke sopparter som vil utvikle seg. Normalt regner en med at muggsopper vil kunne utvikle seg hvis fuktinnholdet i organisk materiale (f.eks. tre, halm) kommer over 20%. Imidlertid har den relative luftfuktigheten (RF) også stor betydning. RF over 90% vil i løpet av relativt kort tid medføre muggvekst, mens en RH over 80% krever lengre tid. I halm ligger en nedre grense for muggvekst et sted mellom 75-80 % RF. Utvikling av muggsopp krever videre en temperatur mellom 0 og 55 C. Dessuten må pH-verdien ligge mellom 2 og 10 (ideelt 5-6) og det må være tilgang på oksygen.

Når disse vilkårene ikke lengre er tilstede; fuktighet, temperatur, pH, og oksygen, vil muggsoppen gå inn i en passiv tilstand hvor soppsporer ikke lengre sendes ut. Men en viss mugglukst vil fortsatt kunne sitte i. Sporene er meget herdige og tåler både tørke og temperaturer langt under null og helt opp til 100 C. En allerede muggbefengt halm vil være mer utsatt for mugg og nedbrytning hvis den igjen utsettes for fuktighet. Hvis fuktighet ikke får slippe ut av vegg (diffusjonstette overflater) vil det uunngåelig skje en nedbrytning og til slutt et fullstendig sammenbrudd.

Utvikling av mugg og sopp i halmbygg vil kunne medføre problemer både i form av nedbrytning og i form av helseproblemer. Følgende tiltak bør derfor iverksettes for å redusere mulige problemer med mugg og sopp i halmkonstruksjoner:

- 1 Det må sikres at halmen i utgangspunktet er best mulig; ren og tørr.
- 2 Halmen skal lagres tørt og luftig.
- 3 Halmballkonstruksjonene skal beskyttes mot fuktighet under byggefase.
- 4 Halmballkonstruksjonene må utføres slikt at det ikke kan oppstå fuktproblemer som følge av slagregn eller kondens. (dette vil også kunne sette grenser for hvilke klimatiske områder som egner seg for halmbyggeteknikk.

INNEKLIMA / HELSE

Ved håndtering av halm (også høy, korn, bark og annet organisk materiale) er det risiko for alvorlige luftveislidelser. Personer som oppholder seg i områder med mye organisk støv er utsatt for symptomer som omtales som "allergisk alveolitt" eller "ODTS" - organic dust toxic syndrome. Den førstnevnte skyldes en allergisk reaksjon mot allergener fra f.eks. sopp, aktinomyceiter eller midd, mens den andre skyldes stoffer som virker direkte giftige i forhold til cellene. Disse sykdommene opptrer kun i miljøer med ekstrem belastning av organisk støv.

Problemet vil i halmballbygging være knyttet til selve byggefase med håndtering av halmballer og vil særlig gjelde personer som yrkesmessig er involvert i dette arbeidet over tid. Personer som har allergiske reaksjoner

bør unngå å være involvert i byggefasen eller bære åndedrettsvern. Måling av støv og soppsporeeksponering for halmbyggere er foretatt av arbeidstilsynet i Danmark (2001). Resultatene av dette foreligger senere.

Også i miljøer med mindre ekstreme forekomster av organisk støv, er det en sammenheng mellom fuktige bygningsmaterialer, vekst av mikroorganismer og helseskade. Det antas her at allergi og overfølsomhetsreaksjoner spiller en viktig rolle, men man kan heller ikke se bort fra at toksiner (giftstoffer) fra sopp påvirker f.eks. immunsystemet, og gir større risiko for infeksjoner. Det er gjort observasjoner på at overfølsomhet kan utvikles ved lang tids eksponering for små doser.

Ifølge "Normer for inneluftkvalitet" heter det at vekst av mugg og andre mikroorganismer ikke skal kunne finne sted inne i bygninger. Hvorvidt det vil kunne oppstå helseeffekter av muggforekomst inne i en vegg som er innvendig pusset, vil avhenge av flere forhold knyttet til bygningen; bl.a. trykkforskjeller mellom vegg og inneluft og hvor tett utførelsen er. En kan ikke utelukke at det skjer transport av allergifremkallende, giftige eller irriterende partikler og gasser til innemiljøet, uten mer inngående studier.

LYD

Halmballvegger vil som følge av sin tykkelse, porøsitet og masse ha en rimelig god lydisolerende evne. På den forblåste prærien i USA var det en velsignet egenskap ved halmballhusene, sammenlignet med f.eks. trehusene, at en knapt hørte den stadig ulende vinden.

De lydisolerende egenskapene blir bedre jo bedre komprimert halmballene er. Ved en romvekt på 200kg/m³ (riktignok over det normalt tilgjengelige) er lydisolasjonen målt til 44dB ved 500 hZ.

Ved bruk av en mykere og mer porøs puss innvendig; f.eks. leirepuss eller kalkpuss, vil veggene også ha en rimelig god lyddempende effekt og en unngår den harde romklangen som kjennetegner harde muroverflater. I forbindelse med planene om å bygge en stor teatersal ("Black Box") som halmballkonstruksjon er det fra akustiske eksperter uttrykt stor tro på at en slik konstruksjon vil gi meget gode akustiske forhold.