



Miljø- og
Fødevareministeriet
Miljøstyrelsen

Udvikling af lerplader

Miljøprojekt nr. 1907

November 2016

Udgiver: Miljøstyrelsen

Redaktion: Jens Helt Jessen, Helt Huse

Grafiker/bureau: Iven Gilmore

ISBN: 978-87-93529-32-8

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Må citeres med kildeangivelse.

Indhold

1.	Sammenfatning og konklusion	6
1.1	Projektets overordnede formål	6
1.1.1	Teglværkets ekstruder og produktionsanlæg	6
1.1.2	Betonflise-støbeanlæg	7
1.1.3	Forsøg på Friland	7
1.2	Tung ler	7
1.3	Let ler	7
1.3.1	Let ler: isolerende byggeplade, byggeklovs	8
1.3.2	Konklusion udvikling af let ler plade	8
1.3.3	Egenskaber Fiber	8
1.3.4	Hydratkalk	9
1.3.5	Demonstrations modeller	9
1.3.6	Forsøg med støbekasser	9
1.3.7	Ler/kalk/fiberplader	10
1.4	Forberedende forsøg til teglværk	10
1.4.1	Test af tegl	10
1.4.2	Demonstrationsmodeller	11
1.5	Betonstøbeanlæg	11
1.6	Test og forsøg til Friland	11
2.	Forsøgsprogram tung ler	12
2.1	Indledning og konklusion	12
2.2	Fremstilling af ler plader med teglværkets presse. Forsøg 4-5	12
2.3	Tunge Plader: Forsøgsrunde 1	13
2.4	Tunge Plader. Forsøgsrunde 2	14
2.5	Tunge Plader: Forsøgsrunde 3	15
2.6	Tunge Plader: Forsøgsrunde 4	15
2.7	Tunge Plader: Forsøgsrunde 5	16
3.	Egenskaber Fiber	18
3.1	Indledning og konklusion	18
3.2	Egenskaber fibre: Råd og svamp	18
3.3	Egenskaber fibre: Væskeoptag	19
4.	Forsøgsprogram let ler	21
4.1	Let ler: Indledning og konklusion	21
4.2	Let ler: Forsøg 1	22
4.3	Let ler: Forsøg 2	23
4.4	Let ler: Forsøg 3	23
4.5	Let ler: Forsøg 4	24
4.6	Let ler: Forsøg 5	25
4.7	Let ler: Forsøg 6	26
5.	Forsøgsprogram- Hydratkalk	27
5.1	Hydratkalk: Indledning og konklusion	27
5.2	Hydratkalk: Forsøg 1-5	27

5.2.1	Blanding 1	28
5.2.2	Blanding 2	28
5.2.3	Blanding 3	29
5.2.4	Blanding 4	29
5.2.5	Blanding 5	30
5.2.6	Resultat og konklusion	30
5.3	Hydratkalk: Forsøg 6-9	31
5.3.1	Indledning og konklusion	31
5.3.2	Resultat og konklusion	32
5.4	Hydratkalk: Forsøg 10-13	32
6.	Forsøgsprogram- Ler/Kalk/Fiberplader	38
6.1	Ler/kalk/fiberplader: Indledning og konklusion	38
6.2	Resultat	39
7.	Forsøgsprogram-Støbekasser	40
7.1	Støbekasser: Indledning og konklusion	40
7.2	Fremgangsmåde	40
8.	Forsøgsprogram-Demonstrations modeller	42
8.1	Demonstrationsmodeller. Indledning og konklusion	42
8.1.1	Demonstrationsmodel 1	42
8.1.2	Demonstrationsmodel 2	43
8.1.3	Demonstrationsmodel 3	44
9.	Forsøgsprogram: Forberedende forsøg til teglværk	45
9.1	Forberedende forsøg til teglværk: Indledning og konklusion	45
9.2	Fremgangsmåde	46
9.3	Resultater	46
10.	Forsøgsprogram: Test af tegl	47
10.1	Test af tegl: Indledning og konklusion	47
10.2	Forsøgsprogram forsøg med sømning/skruning af tegl	48
10.2.1	Resultater	50
10.3	Test af lertegl med produktionsanlæg i 2014	51
10.3.1	Prøve 1: Resultater fra et område hvor ca. 50% af teglene var revnet under optørring	51
10.3.2	Prøve 2: Resultater fra et område hvor ca. 1% af teglene var revnet under optørring	51
10.3.3	Prøve 3: Højt indhold af industrihamp	52
10.3.4	Prøve 4: Højt indhold af industrihamp	52
10.3.5	Prøve 5: Højt ler indhold lavt fiber	52
10.3.6	Prøve 6: Højt ler indhold lavt fiber	53
10.3.7	Prøve 7: Højt ler indhold lavt fiber	53
10.3.8	Prøve 8: Højt ler indhold lavt fiber	53
10.3.9	Prøve 9: Højt ler indhold lavt fiber	54
10.3.10	Prøve 10	54
10.3.11	Prøve 11	54
10.3.12	Prøve 12: Revnet ved tørring	55
10.3.13	Prøve 13: Højt ler indhold lavt fiber	55
10.3.14	Resultater	55

11.	Forsøgsprogram: Betonblandeanlæg	56
11.1	Indledning og konklusion	56
11.2	Forsøg 1: Blanding af ler og kalk til betonstøberi.	57
11.3	Forsøg 2: Blanding af ler og kalk til betonstøberi	57
11.4	Forsøg 3: Blanding af ler og kalk til betonstøberi.	58
11.5	Forsøg 4: Blanding af ler og kalk til betonstøberi.	58
11.6	Forsøg 5: Blanding af ler og kalk til betonstøberi.	58
11.7	Forsøg 6: Blanding af ler og kalk til betonstøberi.	58
11.8	Møde med Midtgaard Beton.	58
12.	Udarbejdelse af blanding med Steen Møllers produktionsanlæg	60
12.1	Beskrivelse og mål	60
12.2	Forberedende forsøg til Friland - TTF test.	60
12.3	Konklusion af TTS test til Friland.	68
12.4	Fremstilling af test-elementer	68
12.5	Fremstilling af test-elementer	68
12.6	Konklusion udarbejdelse af blanding med Steen Møllers produktionsanlæg	77

1. Sammenfatning og konklusion

1.1 Projektets overordnede formål

At skabe sunde miljøeffektive økologiske huse, i en kvalitet, således huset kan finansieres og forsikres på konventionelle vilkår. Økologisk byggeri skal være en valgmulighed for alle typer af mennesker. Med andre ord bygge med rene materialer, men med moderne teknologi

Målet er at udvikle en tung byggeplade der har et højt ler indhold. (Over 25% ler) samt plante-fibre, der

- har lerets gode egenskaber på indeklimaet.
- er lette og har en god isolerende effekt.
- er væsentlig stærkere end f.eks. end gipsplader.
- er formstabil og lige. Nem, hurtig og enkel at bygge med.
- har flere anvendelsesmuligheder. Indvendig skillevæg, loftplade, væg konstruktion, akustik-plade.
- har et lavt CO₂ forbrug ved fremstillingen.
- er konkurrencedygtig på prisen.

Produktet skal udvikles til at passe i et eksisterende produktionsanlæg. Weinbergers teglværk Petersminde deltager i projektet og forsøgene målrettes deres produktionsanlæg og ler.

Der er 3 produktionsformer, der er blevet undersøgt i projektet, som kan produceres videre på.

- Teglværkets ekstruder og produktionsanlæg.
- Betonflise-støbeanlæg.
- Forsøg på Friland

1.1.1 Teglværkets ekstruder og produktionsanlæg

Teglværkets ekstruder og produktionsanlæg kan fremstille lerplader i god kvalitet. Forsøgene fra teglværket viser et produkt der er klar til produktion.

Hvad kræves der for, at en produktion kan sættes i gang?

Manglende efterspørgsel: Udfordringen på teglværket er at prisen for slutproduktet bliver for dyrt. Hvis et teglværk skal kunne producere pladerne for under 150 kr. M2, vil det kræve, at der bliver omsat store partier. Det er ikke realistisk, at der på nuværende tidspunkt, er en efterspørgsel på lerplader, til det danske byggemarked. De teglværker vi har været i kontakt med, er ikke afvisende, men hvis de skal kunne leverer til prisen, skal der være et marked.

Tekniske udfordringer for en egentlig produktion:

- Der skal indkøbes en silo og en dosseringsenhed til blanderen på teglværket, til opbevaring og iblanding af fibre
- Brandtest

1.1.2 Betonflise-støbeanlæg

Det var muligt at fremstille lerplader i betonflise-støbeanlægget. Også dette produkt vil være egnet til at bygge med.

Hvad kræves der for, at en produktion kan sættes i gang?

Hvis produktionen skal være effektiv, skal blandingen blandes med betonstøbemaskinens blandemaskiner. Det vil kræve en investering i silo til fibre.

På teglværket er der tørringsanlæg på teglværket. På et betonflise-støbeanlæg er der ikke et opvarmet tørringsanlæg. En produktion vil kræve en form for tørring af pladerne. Både for at undgå skimmeldannelse og for at pladerne i tørrings-fasen ikke optager meget plads i lang tid. Når pladerne er tørre, vil det være muligt at bruge fabrikkens pakkeanlæg.

1.1.3 Forsøg på Friland

Ler-elementet: Ler-elementet er et element på 80 cm. Gange 220 cm. Højt. Ler-elementet består af en trækonstruktion af forskallingstræ, på to reglar. Herefter er der vibreret væv ned i puds. Herefter er den blevet tørret. Elementet kan håndteres af 2 mand, som man håndterer et gasbeton-element. Elementet er stærkt og hurtigt at bygge med. Der er en del tid at spare på elementet, når der skal pudses. Der er meget få samlinger i en elementkonstruktion, og det vil kun være samlinger der skal pudses med væv. Elementet kan bygges for små midler, da det er en simpel proces at bygge dem. Det er en lille bjælkevibrator, en træskabelon, en rundsaw og varmeblæser til tørring. Elementets store udfordring er, at den tager lang tid at fremstille. Der skal bruges en del manuelle timer til at save træet ud, og bygge træpladen, og støbe elementet.

1.2 Tung ler

Leret der bruges i forsøgene, er alle en grundblanding fra projektets samarbejdspartner Pederstrup Teglværk. Forsøgene er tiltænkt at kunne indgå i dele af teglværkets produktionsanlæg. I dette tilfælde er det tørringsanlægget.

Pressen: er en maskine på teglværket der bruges til fremstilling af gulvtegl. Leret presses under højt tryk i forme. Den er ikke så effektiv og hurtig som ekstruderen.

Muligheden for at fremstille tunge ler plader ved støbeteknik. Minimum af brug af teglværkets maskiner. Tørringsanlæg. Forsøg 1-3.

Målet er at afdække mulighederne for at bruge en blanding med højt vandindhold (våd blanding) Den våde blanding bliver støbt i forme. Fordelene ved en våd blanding er, at fibrene binder let sammen med de andre materialer og leret. Det giver en stærk og fleksibelt resultat. Ulempen er, at massen vil svinde en del. Det er sandsynligt at pladerne skal skæres ud i tør tilstand.

Det er afgørende, at formene er stærke, og at de er konstrueret, så der er en relativ stor overflade der kan fordampe fugten ud. Svindet gør at de er uensartet, så de skal skæres når de er tørre. Der skal bruges meget tid på at få dem ud af formene, og få dem skæres til. Denne del fordyrer pladerne voldsomt.

1.3 Let ler

Der er to spor/mål for let ler der skal afprøves. Den ene, isolerende byggeplade/klods, er målet at få den så let og stærk som muligt. Der skal findes en metode, der er billig og enkel at fremstille. Der skal også være opmærksomhed på brandtest. Når der tages ler ud af blandingerne, består de for en stor del af brandbare fibre. Det andet spor er en akustikplade. Fokus her er rimeligt højt ler indhold, og i en form der er nemt, pænt og behændigt at arbejde med.

1.3.1 Let ler: isolerende byggeplade, byggeklods

Der arbejdes hen imod at udvikle en byggeplade bestående af forskellige fibre og ler. Der arbejdes på at finde en blanding der er så let, og samtidig så fast, at den ville kunne bruges til at bygge med. Det er afgørende for produktet, at pladerne er i så store størrelser, således at der er nemme og effektive at bygge med. De skal konkurrere med konventionelle isoleringsmaterialer, både på pris og kvalitet.

I de første forsøg sættes der fokus på, blanding og optørring. Jeg forestiller mig, at blandingen kommer i store forme 2-3 m³. Herefter kommer de i teglværkets tørringsanlæg og skæres de ud i de ønskede størrelser. Hvis de presses i en presse, vil fibrene blive presset sammen og pladens isolerende, evne vil blive forringet. For at dette kan lade sig gøre, er der to ting der er afgørende.

- Blandingen skal være så fast at den kan skæres. Den må ikke flosse op og gå i stykker og blive porøs.
- Det er rimeligt bekosteligt (og CO₂ belastende) at få tørret blandingerne i tørrings-ovnene. Derfor er det vigtigt, at tørre tiden ikke bliver for lang.

På baggrund af resultaterne i arbejdet på fase 1b afgøres hvilken støbeteknik, skæreteknik der skal udvikles videre på. Der skal afprøves blandinger i stor skala. Der skal blandes med teglværkets blandemaskiner, i en volumen der passer til disse. Der skal være støbekassetter/kasser, der passer til disse forhold. Der skal afprøves skæring af større mængder og støbning i en større volumen. Dette arbejde skal give et billede af, hvor meget tid, og penge pladerne kan fremstilles for, og om kvaliteten.

1.3.1.1 Akustikplade

De akustikplader der findes på markedet i dag, er som regel lavet af beton og har en ru, grov overflade. Ler har en særdeles god akustisk effekt. Det at overfladen er mere fleksibel gør, at lydbølger nemmere bliver optaget. Der skal forsøges at lave en plade med en ru overflade, men samtidig med så højt et ler indhold, at den er brandsikker.

Der skal findes en størrelse der passer til, at pladerne kan håndteres. De fleste akustikplader skal monteres i loftet, derfor skal de kunne skydes op i loftet med en dykkerpistol. Den laver ikke et stort indgangshul. Der skal tages stilling til, hvordan der evt. skal bygges med dem. Kan de få fer og not, og limes/mures sammen med er ler blanding. Således vil de være helt tætte.

1.3.2 Konklusion udvikling af let ler plade

Det har været muligt at fremstille små lette ler plader. Særligt LL6 har blandingerne fungeret fint. De er relativt stærke, men skal pudses eller beklædes, men vil kunne fungerer som isolerende pudsbærende plader. Den største udfordring bliver helt klart, at få tørret pladerne. Det er vigtigt i forsøg med støbekasser, at der tages højde for optørringstiden.

Styrkemæssigt er det ikke realistisk, at de lette ler plader har styrke nok til at blive akustikplader.

1.3.3 Egenskaber Fiber

Målet med forsøget er at afdække hvor hurtigt de forskellige fiber udvikler råd og svamp. I byggekomponenter som lerpladen, hvor der bruges organisk materiale, vigtigt at være opmærksom på råd og svamp. Derfor skal det undersøges hvor sårbare de enkelte komponenter er over for råd og svamp.

Træspånerne klarer sig godt. Det virker som om, at harpiksen har en konserverende effekt. I halmprodukterne er der jordbakterier i. Det gør, at de rådner hurtigt. Halmpillerne klarer sig noget bedre, de bliver opvarmet når de fremstilles.

Hamp og hør klarer sig rimeligt. Der går relativt lang tid før de udvikler råd.

Resultaterne af hvilke fiber der bør bruges er vigtig. Særligt kan det blive problematisk, hvis optørringstiden bliver for lang. Når fibrene iblandes ler udsættes de også for jord-bakterier. Hvis produkterne optørres på teglværkets tørringsanlæg kan de opvarmes til 80 grader. Herved vil der ikke være flere jord-bakterier tilbage.

Træspåner har procentmæssigt det største væskeoptag. Den har klart nogle fordele til isolationsplade, akustikplade eller hvis det ønskes at gøre en tung ler plade lettere. Hampen har også et relativt højt væskeoptag.

1.3.4 Hydratkalk

Hydratkalk købes billigt ved foderstofbutikker. Den bruges som oftest til at desinficerer stalde. Kalken har dog nogle oplagte muligheder til byggeri:

- Fordele: Billigere end hydraulisk kalk. Hvid- Kalk bruges til afsluttende puds, smukke farver på produkterne, Er ikke brændt hårdt, mindre brug af energi for at fremstille produktet.
- Ulemper: Er længe om at hærde op.

Der er udviklet et produkt der hedder hambeton. Det er hamp iblandet hydraulisk kalk. Produkterne er relativ dyre og byggemetoden er ikke speciel effektiv, da der skal bygges en forskalling og herefter pressen blandingen sammen med håndkraft i forskallingen.

Det er oplagt at forsøge at fremstille en plade/byggeklods/akustikplade i et kontrolleret miljø, og få en bedre og mere effektiv byggeproces.

Det er muligt at lave nogle relativ våde blandinger der vil kunne egne sig både til isolerende byggeklodser eller akustikplader. Udfordringen er, at optørringstiden er lang. De skal tørre/hærde op langsomt op mod 30 dage. Hvordan skal et produktionsanlæg være for at have så lange liggetider? En løsning kunne være, hvis der findes en metode produktet pakkes, og hærder op i pakket tilstand. En anden mulighed kunne være en accelerator der kunne frem-skønne ophærdningsprocessen. Det kunne være gips eller hvid cement, men så er produktet ikke længere økologisk- bæredygtigt og er ikke inden for dette projekts mål.

1.3.5 Demonstrations modeller

Der forsøges med 3 forskellige konstruktionsmodeller. Modellerne skal vise hvilke muligheder pladen indeholder.

Pladerne er absolut til at bygge med. Særligt når de pudses med væv efter de er sømmet op. De har fået en del skrammer, efter de er blevet transporteret rundt, men ingen revner. Vævet er særdeles effektivt til at modstå revner.

1.3.6 Forsøg med støbekasser

Målet er at fremstille isolerende byggeplader i støbekasser. Blandingen hældes i formene og transporteres til teglværkets tørringsanlæg. Der afprøves med letler- blanding og kalkblanding. Der udarbejdes 5 støbekassetter. Kasserne bygges op omkring en europalle med siderne som pallekasser. Fordelen er, at hvis der skal produceres mange, er det nemt og relativt billigt at få fat i pallekasser. Støbekassetter som bruges til beton forskalling, er væsentligt dyrere. Det vil absolut være en fordel hvis pallekasserne kan holde til trykket, når fibrene sættes under pres. Kasserne vil være billige at fremstille og nemme at håndterer med gaffeltruck. Det vil være muligt, at fremstille kasserne så billigt, at tørringstiden kan være relativ høj og det vil være rimeligt rentabelt at fremstille pladerne.

Letler-blandingen danner skimmelsvamp på undersiden. Der skal store mængder af eddike for at konserverer fibrene for at imødegå dannelsen af skimmel.

Kasserne har svært ved at holde til at blive skilt ad.

Kalkblanding: Blandingen danner skimmelsvamp på undersiden. PH-værdien på fladet må være faldet efter op hærdningen siden det er muligt at der kan dannes skimmel. Der arbejdes ikke videre med denne metode.

1.3.7 Ler/kalk/fiberplader

Forsøg med hydraulisk kalk og ler/fiber. Formålet med forsøgene er at få et billede af, hvordan ler og hydratkalk bliver. Der laves kun 4 forskellige blandinger for at se, om der skal gøres yderligere forsøg med disse blandinger. Der er endnu ikke mål for, hvordan de skulle anvendes, det må vurderes efter forsøgene.

Der er klart potentiale til at dette materiale kunne blive en udvendig klimaskærm. Der skal forsøges med længere tids påvirkning af vind og vintervej.

Akitektonisk er pladerne lyse, og der vil være mulighed for at farve pladerne med de kendte farvepigmenter der normalt bruges til kalk. Dette vil givetvis kunne give nogle flotte produkter. Der bør laves forsøg hvor pladerne ligges ud i vintermånederne. Det virker som om at pladerne kan opsuge en masse væske, men porerne i pladen er så åbne, at de ikke frostsprænger. Eventuelt også forsøg med blandinger uden organisk materiale, således at de ikke kan rådne. Det vil være oplagt at forsøge at afprøve blandingerne i et produktionsanlæg til et betonstøberi, hvor der støbes fliser. Det store problem ville være optørringstiden. Den er ca. 30 dage for kalken, og den må absolut ikke få frost. Hvis der kunne støbes blandinger, der er så tørre og faste, lige efter de kommer ud af formene, vil det være muligt at pakke dem, således at de kunne hærde op i pakket tilstand.

1.4 Forberedende forsøg til teglværk

Maskinen der skal forsøges med på teglværket, er en ekstruder. Det er en maskine som presser leret ud, og alt efter hvilket mundstykke der er på maskinen, afgøres hvilken form pladerne får. Når de kommer ud af maskinen, skæres pladerne ud i den ønskede længde. Herefter kører de på et transportbånd i kassetter til tørringsovnene.

Det er yderst vigtigt at teglen bliver fremstillet så tørt som muligt. De forsøg der er foretaget nu, er ubrugelige, da de bliver for skæve under optørringen. Det er selvfølgelig en mulighed at tilføre mere sand i blandingerne, men det gør pladerne mindre fleksible.

Fibre skal ikke sættes i blød før de kommer i ekstruderen. Blandingen skal være så tør som muligt.

Det er vigtigt at pladerne tørre fra begge sider, og optørringen sker langsomt. Det er tydeligt, at hvis pladerne ligger på en plade, fordampes de mest fra overfladen der vender opad. Derfor bliver de skæve, særligt i overfladen.

Teglværkets plader slår sig meget lidt. Derfor bør det overvejes om blandingerne skal indeholde mindre fibre. Hvis resultatet er, at de er så skæve at de er ubrugelige, er det bedre med et mindre indhold af fibre. Det vil betyde, at pladen nemmere knækker/flækker når der skrues i den. Det giver ikke mening at forsøge yderligere med glasuld da den ene plade revnede i optørringen.

1.4.1 Test af tegl

Der blev testet forsøg med at producere ler tegl med fibre. Produktionsanlægget er en ekstruder, der ekstruderer teglen ud, hvor efter de bliver skåret i de ønskede længder. Herefter køres de ud i et tørringsanlæg.

Målet er at finde ud af, hvor meget varierer de i størrelsen. De måles på alle fire sider, samt hvor retvinklet de er. Her måles hvor meget de varierer i målene, hvor skruefast de er.

Det er nu klart, at det er ret beskedne mængder af fiber der er i blandingerne. Det var svært at afgøre mængden af fiber i blanderen/ transportbåndet. Samtidig var det vigtigt at der ikke kom for mange fibre i og maskinen gik i stykker. Der er en tendens til at jo højere fiberindhold jo mere rette er pladerne. Særligt hampen virker til at have en god effekt på svind. Der er ingen variation af styrken/ fleksibiliteten af pladerne. Der skal laves forsøg med højere indhold af fiber i pladerne. Der er en sammenhæng mellem mængden af tørringsrevner og mængden af fiber og sand. Ved et højt indhold af fiber og sand desto mindre svind-revner.

1.4.2 Demonstrationsmodeller

Der forsøges med 3 forskellige konstruktionsmodeller. Modellerne skal vise hvilke muligheder pladen indeholder.

Pladerne er absolut til at bygge med. Særligt når de pudses med væv efter de er sømmet op. De har fået en del skrammer, efter de er blevet transporteret rundt, men ingen revner. Vævet er særdeles effektivt til at modstå revner.

1.5 Betonstøbeanlæg

Målet er at kunne fremstille ler plader eller kalk plader med et anlæg/produktionslinje som bruges til at støbe betonfliser. Samarbejdspartneren hedder Midtgaard Beton. Målet er at kunne fremstille forskellige blandinger med lille tvangsblender. Således det er realistisk at kunne fremstille blandingerne i stor skala med tvangsblenderen i det store anlæg. Blandingerne skal være så tørre som muligt. Når der støbes betonfliser er blandingerne jordfugtige. Blandingen bliver presset og vibreret på samme tid, dette bevirker at det er muligt at få en relativt tør blanding presset sammen og fast. Hvis blandingerne bliver for fugtige, vil der være en stor sandsynlighed for pladen klistrer sammen i pressen. Målet kort fortalt: at kunne fremstille en ler og en kalkblanding der er så tør at den kan indgå i anlægget. Blandet med en tvangsblender.

Pladerne kan fremstilles, ingen tvivl om dette, men kan de fremstilles billigt effektivt og sikkert? Der er forskellige udfordringer der skal undersøges.

1.6 Test og forsøg til Friland

På fabrikken på Friland skal der forsøges forskellige metoder og teknikker til at fremstille ler plader og akustikplader. Der laves forsøg med forskellige blandinger (stenmøl, kalk, væv, fiber m.v.) produkter og teknikker. Forsøgene på Friland har til formål at afprøve forskellige relativt simple metoder til at fremstille ler plader. Det er ler plader, ler plader på træbeklædning, lerpladeelement på trækonstruktion og akustikplader.

Ler pladen er klart et godt produkt, når der er fiber på begge sider af pladen. Udfordringen må være, at få væv på bagsiden, uden der bruges for meget tid på omstændelige arbejdsprocesser.

- Ler på træbund: Hvis trærammerne kan samles hurtigt og effektivt, er der klart en mulighed i at lave plader på denne måde. Pladerne er særdeles stærke og hurtige at bygge med.
- Ler-elementet: Ler-elementer rummer også muligheder. Elementet er stærkt, men også tidskrævende at bygge. Der er en del tid at spare på elementet, når der skal pudses. Der er meget få samlinger i en elementkonstruktion, og det vil sandsynligvis kun være samlinger der skal pudses med væv.
- Akustikpladerne: Akustikpladerne er besværlige at fremstille med kalk. Hydraulisk kalk er sandsynligvis ikke en mulighed, da den er temmelig dyr, og farven er grå. En mulighed kunne være at bruge hvid cement, men så er produktet hverken grønt eller bæredygtigt.

2. Forsøgsprogram tung ler

2.1 Indledning og konklusion

Leret der bruges i forsøgene er alle en grundblanding fra projektets samarbejdspartner Pederstrup Teglværk. Forsøgene er tiltænkt at kunne indgå i dele af teglværkets produktionsanlæg. I dette tilfælde er det tørringsanlægget.

Pressen er en maskine på teglværket der bruges til fremstilling af gulvtegl. Leret presses under højt tryk i forme. Pressen er ikke så effektiv og hurtig som ekstruderen. Muligheden er der for at fremstille tunge ler plader ved støbeteknik med et minimum af brug af teglværkets maskiner.

Målet er at afdække mulighederne for at bruge en blanding med højt vandindhold (våd blanding) Den våde blanding bliver støbt i forme. Fordelene ved en våd blanding er, at fibrene binder let sammen med de andre materialer og leret. Det giver en stærk og fleksibelt resultat. Ulempen er, at massen vil svinde en del. Det er sandsynligt at pladerne skal skæres ud i tør tilstand.

Det er afgørende, at formene er stærke, og at de er konstrueret, så der er en relativ stor overflade der kan fordampe fugten ud. Svindet gør at de er uensartet, så de skal skæres når de er tørre. Der skal bruges meget tid på at få dem ud af formene, og få dem skæres til. Denne del fordyrer pladerne voldsomt.

2.2 Fremstilling af ler plader med teglværkets presse. Forsøg 4-5

Målet er at lave forberedende forsøg til brug af pressen på teglværket. Pressen kan fremstille teglplader, men uden fiber. Derfor skal det forsøges at tilsætte fiber til ler blandingerne. Fibrene er en nødvendighed for at lerpladerne bliver fleksible. Hvis der ikke tilsættes fiber, vil pladen knække når de bliver skruet op.

Den våde blanding er stærk, men revner. Den tørre blanding har ringe styrke. Hvis en presse på denne måde skal benyttes, skal der en del grundigere forsøg til. Særligt med vandindholdet og tryk bliver afgørende. I forsøgene klistrer pladerne sammen. Det er absolut vigtigt, at få afprøvet blandingerne i teglværkets presse, hvor de standser/presser tegl ud. Teglværkets maskiner er konstrueret til at presse fed ler og sandholdig masse. Derfor skal der arbejdes hen imod, at lave blandinger med samme stivhed som ler har. Det er vigtigt at få afprøvet teglværkets maskiner så tidligt i forløbet, således at der kan arbejdes målrettet hvis der opstår problemer. Blandingerne skal være særdeles tørre for ikke at klistre sammen. Test 1-3 viser, at våde blandinger giver stærke plader, men skæve og med svind-revner. Tørre blandinger giver dårlig styrke, men faste materialer. Derfor bruges der kraftige maskiner på teglværket til, at håndterer en fed og temmelig tør ler.

2.3 Tunge Plader: Forsøgsrunde 1



Figur 1: Tung plade 1

Målet er at afdække mulighederne for at bruge en blanding med højt vandindhold (våd blanding). Den våde blanding bliver støbt i forme. Fordelene ved en våd blanding er, at fibre binder let sammen med de andre materialer og leret. Det giver en stærk og fleksibelt resultat. Ulempen er, at massen vil svinde en del. Det er sandsynligt at pladerne skal skæres ud i tør tilstand.

Der foretages 4 forsøg med vådt oprørt blandinger. Vandindholdet er så højt, at massen svarer til våd beton, således at massen kan vibreres med en vibrator. Dette gør at fibre og kommer til at ligge helt tæt sammen, og teknikken bør give et stærkt resultat. Formene bygges i lille skala, således at forsøgene kan tørres i en ovn. Formene bygges i krydsfiner og overfladen er relativt smal, således der gives et indtryk af, hvor lang tørringstid der er på formene.

Forsøg:

- Blanding 1: 2 l ler til 2 l opløst halmpiller. Massen røres i 60 min. og kommer i formene og vibreres.
- Blanding 2: 2 l ler til 1 l opløst halmpiller og 1 l snit halm røres i 60 min. og kommer i formene og vibreres.
- Blanding 3: 2 l ler til 1 l opløst træpiller og 1 l snit halm. Røres i 60 min. og kommer i formene og vibreres.
- Blanding 4: 2 l ler til 1 l opløst træpiller og 1 l træspåner grov. Røres i 60 min. og kommer i formene og vibreres.

Efter at blandingerne har stået i ovnen i ca. 40 min. v. 80 grader - begynder de at hæve ca. 10-15 %. Formene er dybe således, at de minder om støbekassetter. Hævningen er så kraftig at formene trykkes ovale. Jeg vælger at tage dem ud og indsætter forstærkende skruer i pladematerialet. De tørres i 35 timer og da de skal ud af formene er de stadig våde på midten. Herefter tørres de yderligere i 24 timer. Herefter tages de ud af formene og de er helt tørre. Blandingerne er særdeles stærke. Der er dog mange spontane svind-revner, og de er uensartede i formen pga. højt svind.

Det er afgørende, at formene er stærke, og at de er konstrueret, så der er en relativ stor overflade der kan fordampe fugten ud. Svindet gør, at de er uensartet, så de skal skæres når de er tørre. Der skal bruges meget tid på at få dem ud af formene, og få dem skæres til. Denne del fordyrer pladerne voldsomt.

- Fordele: Pladerne er særdeles stærke. Uafhængighed af et stort teknisk udstyr til udformning af pladerne.
- Ulemper: De har en del svind. Hvis pladen skal være i en brugbar kvalitet, skal den igennem mange arbejdsprocesser. Den skal i støbeforme, og formene skal være i en høj kvalitet, Der skal bruges en del energi på at tørre pladerne, da de skal tørre i relativt lang tid. Pladerne skal tages ud af formene og de skal skæres, så de er lige i kanterne. Herefter kan de pakkes.

2.4 Tunge Plader. Forsøgsrunde 2



Figur 2: Tung plade 2

Målet er

- at lave en blanding med mindre væske, således at der ikke kommer svind-revner i pladen.
- at finde en blanding med fine fibre(halmpiller-træpiller). Disse plader ville kunne bruges som gulvplader. I stedet for et pudset ler-gulv, lægges disse plader ud som fliser. Der bruges kun fine fibre, da de grovere fibre bliver for grove og ru i overfladen ved gentagende gulvask.

Formene fra forsøgsrunde 1 forstærkes og genbruges. Der foretages 4 forsøg med moderate våde blandinger. Blandingen er så tør, at den kan trykkes sammen. Formene bygges i lille skala, således at forsøgene kan tørres i en ovn. Formene bygges i krydsfiner og overfladen er relativt smal, således der gives et indtryk af, hvor lang tørringstid der er på formene.

Blandinger:

- Blanding 1: 2 l ler til 2 l opløst halmpiller. Massen røres i 60 min. og kommer i formene og trykkes med håndkraft.
- Blanding 2: 2 l ler til 1 l opløst halmpiller og 1 l opløst træpiller røres i 60 min. og kommes i formene og trykkes med håndkraft.
- Blanding 3: 2 l ler til 2 l opløst træpiller. Røres i 60 min. og kommes i formene og trykkes med håndkraft
- Blanding 4: 3 l ler til 1/2 l opløst træpiller og 1/2 l opløst halmfibre.

Blandingen hæver ikke så voldsomt denne gang. Formen er forstærket med lægter og holder formen. Men de hæver ca. 10 % i toppen. De tørres i 30 timer, og da de skal ud af formene er de stadig våde på midten. Det forventes, at blandingen vil virke mere tør, da det er en tør blanding, men den var ikke overbevisende tør da den kom ud af formen. Herefter tørres de yderligere i 24 timer.

Blandingerne er særdeles stærke. Der er stadig svind-revner, men i moderat grad. De er dog stadig uensartet i formen pga. svind.

Formen holdt denne gang, men der er stadig høj tørringstid og der er stadig svind-revner. Pladen er trukket ud af form pga. svind. Der bør forsøges med jordfugtig blanding men pladen er stadig i rigtig god kvalitet.

- Fordele: Pladerne er særdeles stærke. Uafhængighed af et stort teknisk udstyr til udformning af pladerne.
- Ulemper: De har en del svind. Hvis pladen skal være i en brugbar kvalitet, skal den igennem mange arbejdsprocesser. Den skal i støbeforme, og formene skal være i en høj kvalitet, Der skal bruges en del energi på at tørre pladerne, da de skal tørre i relativt lang tid. Pladerne skal tages ud af formene og de skal skæres, så de er lige i kanterne. Herefter kan de pakkes.

2.5 Tunge Plader: Forsøgsrunde 3

Denne prøve skal blandes med jordfugtig blanding. Den har samme mål som forsøgsrunde 2: At opnå en plade uden svind-revner ved at lave en blanding med mindre væske og at finde en blanding med fine fibre (halmpiller-træpiller). Disse plader ville også kunne bruges som gulvplader. I stedet for et pudset ler-gulv lægges disse plader ud som fliser. Der bruges kun fine fibre, da de grovere fibre bliver for grove og ru i overfladen ved gentagende gulvvask.

Formene fra forsøgsrunde 1 forstærkes og genbruges. Der foretages 4 forsøg med jordfugtig blanding. Blandingen er så tør, at den kan trykkes sammen. Formene bygges i lille skala, således at forsøgene kan tørres i en ovn. Formene bygges i krydsfiner og overfladen er relativt smal, således der gives et indtryk af, hvor lang tørringstid der er på formene. Blandingen er så fed pga. leret, at den ikke kan blandes i tvangsblender. Den blandes i hånden.

Blandinger:

- Blanding 1: 2. l. ler til 2 l. opløst halmpiller. Massen røres i 60 min. og kommer i formene og trykkes med håndkraft.
- Blanding 2: 2. l. ler til 1 l. opløst halmpiller og 1. l. opløst træpiller røres i 60 min. og kommer i formene og trykkes med håndkraft.
- Blanding 3: 2. l. ler til 2 l. opløst træpiller. Røres i 60 min. og kommer i formene og trykkes med håndkraft
- Blanding 4: 3. l. ler til 1/2. l. opløst træpiller og 1/2. l. opløst halmfibre.

Blandingen hæver ikke denne gang. Formen er forstærket med lægter og holder formen. De tørres i 30 timer. Da de kommer ud er blandingen våd. Den første prøve smuldrer og er meget porøs, hvorfor den kasseres. De andre prøver tørres i 24 timer yderligere. Da de åbnes er de rimelig tørre, men ikke faste og stærke. De tørres i yderligere 24 timer uden formen. Efterfølgende er den helt tør, men har ikke den styrke de andre plader har. Formen holdt denne gang. Det er stadig høj tørringstid. Leret har mistet sin evne til at binde sammen i denne tørre blanding. Hvis det skal lykkes med så tør en blanding, skal der være under pres fra en valse eller stempel. Det kunne forsøges med en pappresser.

2.6 Tunge Plader: Forsøgsrunde 4

I denne prøve skal blandingen presses med tryk. Det skal afprøves, om der ved at presse ler og fiber kan opnås et fast resultat. På teglværket bliver pladerne trykket ud under pres.

Der blandes kun en blanding: 2.l. ler. 1l. opløst træpiller 1. l. opløst halmpiller. Den blandes jordfugtigt i hånden.

Der laves forsøg med to plader på 20 mm. Krydsfinerplader der måler 35x35cm. Der udlægges et lag af blandingen på ca. 20x20 cm. I ca. 5 cm. Højde. Der ligges en plade oven på. Den kommer i en pappresser og trykkes med 2 tons.

Der er fremstillet en ramme af lægter. Indvendig mål 20 cmx20 cm. Der hældes en blanding med top op i rammen. Der lægges en plade på og der presses med 2. tons.

I det første forsøg er blandingen stadig porøs. Den har taget form af presset, men leret hænger i pladerne når de skilles ad. Det andet forsøg viser det samme. Massen er præget af trykket, men sidder fast i rammen. Da den skubbes ud af rammen, går massen i stykker.

Hvis en presse på denne måde skal benyttes, skal der en del grundigere forsøg til. Særligt med vandindholdet og tryk bliver afgørende. Det er af absolut vigtig, at få afprøvet blandingerne i teglværkets presse, hvor de standser/presser tegl ud. Teglværkets maskiner er konstrueret til at presse fed ler og sandholdig masse. Derfor skal der arbejdes hen imod, at lave blandinger med samme stivhed som ler har. Det er vigtigt at få afprøvet teglværkets maskiner så tidligt i forløbet, således at der kan arbejdes målrettet hvis der opstår problemer.

2.7 Tunge Plader: Forsøgsrunde 5



Figur 3: Tung plade 5

Der arbejdes hen imod at finde en blanding, der er så fed som muligt. Blandingen skal minde så meget om fed ler som muligt. Maskinerne på teglværket er konstrueret til at behandle ler. Derfor kan det risikeres, at hvis materialerne er for våde, eller indeholder for meget ler, kan maskinerne ikke bruges. Derfor er det vigtigt, at der er blandinger og blandingsmetoder, der tager højde for disse forhold. Fibrene er sat i blød et døgn i forvejen. Væden hældes fra. Fibrene iblandes leret under kraftig omrøring. Det er ikke muligt at bruge tvangsblender, da blandingen er for fed. Leret kører med rundt i blanderens arme. De første fire blandinger skal bruges til at se styrken i pladen. Når den røres/æltet tør, kan blandingen blive porøs. Når de skal igennem pressen på teglværket bliver de udsat for pres, men de forsøg der er foretaget med fugtig blanding og presse, har ikke vist sig effektiv. Derfor der fokus på blandemetode og at få så fed en blanding som muligt. Når der blandes med opløste fibre, Blandes de våde fibre med ler. Herefter iblandes de tørre fibre. Massen bliver fed kraftig og tung og minder en del om ler. Anden del af blandingen bruges til at måle svind. Blandingen æltes i rammer, og rammerne har faste mål. Herefter måles pladen når den er tørret. Resultatet giver et billede af blandingens svind (bredden er 30,3, tykkelsen er 4.cm og størrelsen på formen i teglværket er 30x30x4 cm.).

Blandinger:

- Blanding nr.1: 2.l ler, 1 l. snit halm, ½ hamp, ½ træpiller opløst.
- Blanding nr. 2: 2 l. ler, 1 l. træspåner, 1 l. træpiller.
- Blanding nr. 3: 2 l. ler, 2 l. opløst træfibre
- Blanding nr. 4: 2 l. ler, 2 l. snit halm
- Blanding nr. 5: 1 l. ler, 1 l. hamp, 1 l. træpiller.

Blanding nr. 1 med halm, hamp og træpiller klare sig bedst mod svind. Det kan tyde på, at jo mere forskellige typer af fiber, der er i blandingen, jo mindre svind. Det skal forsøges at se på, hvor meget væske den fordamper. Det kan gøres ved at veje dem inden de er tørret og efter.

Halmen klarer sig også godt mod svind. Sandsynligvis fordi den ikke optager så meget væske, og på grund af fibre i halmen. Samtlige plader er særdeles stærke og faste. De er absolut stærke og fleksible. De har en relativt tunge og vil egne sig godt til byggeplader. De kan skæres med skærende værktøj, da de ikke indeholder sand.

3. Egenskaber Fiber

3.1 Indledning og konklusion

Målet med forsøget er at afdække, hvor hurtigt de forskellige fibre udvikler råd og svamp. I byggekomponenter som lerpladen, hvor der bruges organisk materiale er det, vigtigt at være opmærksom på råd og svamp. Derfor skal det undersøges hvor sårbare de enkelte komponenter er over for råd og svamp.

Resultaterne af forsøg 1 og forsøg 2 er identiske. Træspånerne klarer sig godt. Det virker som om, at harpiksen har en konserverende effekt. I halmprodukterne er der jordbakterier i. Det gør, at de rådner hurtigt. Halmpillerne klarer sig noget bedre, når de bliver opvarmet under fremstilling. Hamp og hør klarer sig rimeligt. Der går relativt lang tid før de udvikler råd. Resultaterne af hvilke fiber der bør bruges er vigtig. Særligt kan det blive problematisk, hvis optørningstiden bliver for lang. Når fibre blandes ler udsættes de også for jord-baktier. Hvis produkterne optørres på teglværkets tørringsanlæg, kan de opvarmes til 80 grader. Herved vil der ikke være flere jord-bakterier tilbage.

Det er afgørende at undersøge fibrenes væskeoptag, for at kunne fremstille de lette plader så lette som muligt, og så stærke som muligt. En fiber der kan binde meget væske, kan ved optørring blive let, og dermed have den ønskede isolerende effekt. Derfor foretages der undersøgelse af, hvor meget vand fibrene kan indeholde. Fibrene vejes tørre. Herefter sættes de i blød i 24 timer. Herefter vejes de med væske. Forsøget foretages 3 gange.

Træspåner har procentmæssigt det største væskeoptag. Den har klart nogle fordele til isolationsplade, akustikplade eller hvis det ønskes at gøre en tung lerplade lettere. Hampen har også et relativt højt væskeoptag.

3.2 Egenskaber fibre: Råd og svamp

Målet med forsøget er at afdække en indikation om, hvor hurtigt de forskellige fibre udvikler råd og svamp. I byggekomponenter som lerplader, hvor der bruges organisk materiale er det, vigtigt at være opmærksom på råd og svamp. Derfor skal det undersøges, hvor sårbare de enkelte komponenter er over for råd og svamp. Fibrene bliver sat i blød i ens plasticbeholdere, herefter undersøges de dagligt for lugt af råd og hvornår der fysisk dannes skimmelsvamp. Beholderne rengøres og desinficeres. 1 dl af fibrene kommes i en beholder med 2 dl vand. Herefter vurderes der på prøverne dagligt. Forsøgene gentages 2 gange.

Forsøg 1:

Fiber	Dag 1	Dag 4	Dag 6	Dag 14
Træspåner dlg blå	Ok	ok	ok	ok
Træspåner dlg rød	Ok	ok	ok	ok
Træpiller dlg	Ok	ok	ok	Ok
Grøntpiller dlg	Ok	ok	lugter	Råd
Halmstrå byg	Ok	ok	lugter	råd
Snit halm hvede	Ok	lugter	lugter	Råd
hampestrøelse	Ok	ok	ok	lugter

Equsana strøelse	Ok	ok	lugter	lugter
halmpiller	Ok	ok	ok	lugter
hørstrøelse	Ok	ok	ok	lugter

Forsøg 2

Fiber	Dag 1	Dag 4	Dag 6	Dag 14
Træspåner dlg blå	Ok	ok	ok	ok
Træspåner dlg rød	Ok	ok	ok	ok
Træpiller dlg	Ok	ok	ok	Ok
Grøntpiller dlg	Ok	ok	lugter	Råd
Halmstrå byg	Ok	ok	lugter	råd
Snit halm hvede	Ok	lugter	lugter	Råd
hampestrøelse	Ok	ok	ok	lugter
Equsana strøelse	Ok	ok	lugter	lugter
halmpiller	Ok	ok	ok	lugter
hørstrøelse	Ok	ok	ok	lugter

Resultaterne af forsøg 1 og forsøg 2 er identiske. Træspånerne klarer sig godt. Det virker som om, at harpiksen har en konserverende effekt. I halmprodukterne er der jordbakterier i. Det gør, at de rådner hurtigt. Halmpillerne klarer sig noget bedre, de bliver opvarmet når de fremstilles. Hamp og hør klarer sig rimeligt. Der går relativt lang tid før de udvikler råd. Resultaterne af hvilke fiber der bør bruges er vigtig. Særligt kan det blive problematisk, hvis optørningstiden bliver for lang. Når fibrene iblandes ler udsættes de også for jord-baktier. Hvis produkterne optørres på teglværkets tørringsanlæg kan de opvarmes til 80 grader. Herved vil der ikke være flere jord-bakterier tilbage.

3.3 Egenskaber fibre: Væskeoptag

Det er afgørende at undersøge fibrenes væskeoptag for at kunne fremstille de lette plader så lette som muligt, og så stærke som muligt. En fiber der kan binde meget væske, ville kunne ved optørning blive let, og dermed have den ønskede isolerende effekt. Derfor foretages der undersøgelse af, hvor meget vand fibrene kan indeholde. Fibrene vejes tørre. Herefter sættes de i blød i 24 timer. Herefter vejes de med væske. Forsøget foretages 3 gange. Der afmåles 2,5 dl i rummål.

produkt	Tør gram	Våd gram
Træspåner dlj blå	21	88
Træspåner dlj rød	18	108
træpiller	143	660
grøntpiller	141	656
Hel halmstrå byg	10	53
Snit halm hvede	15	80
Hamp strø	26	150
Equsana strø	19	102
halmpiller	138	630

7/7 2014 2 timer

produkt	Tør gram	Våd gram
Træspåner dlj blå	20	89
Træspåner dlj rød	18	108
træpiller	143	663
grøntpiller	141	656
Hel halmstrå byg	10	50
Snit halm hvede	15	80
Hamp strø	26	150
Equsana strø	19	100
halmpiller	138	626

produkt	Tør gram	Våd gram
Træspåner dlj blå	21	88. 419%
Træspåner dlj rød	18	108. 600%
træpiller	140	668 477%
grøntpiller	141	656 465%
Hel halmstrå byg	10	54 540%
Snit halm hvede	15	80 533%
Hamp strø	26	148 569%
Equsana strø	19	100 526%
halmpiller	140	639 456%

Træspåner har procentmæssigt det største væskeoptag. Den har klart nogle fordele til isolationsplade, akustikplade eller hvis det ønskes at gøre en tung lerplade lettere. Hampen har også et relativt højt væskeoptag.

4. Forsøgsprogram: Let ler

4.1 Let ler: Indledning og konklusion

Der er to mål for let ler, der skal afprøves. Den ene, isolerende byggeplade/klods, er målet at få den så let og stærk som muligt. Der skal findes en metode, der er billig og enkel at fremstille. Der skal også være opmærksomhed på brandtest. Når der tages ler ud af blandingerne, består de for en stor del af brandbare fibre. Det andet spor er en akustikplade. Fokus her er rimeligt højt lerindhold, og i en form der er nemt, pænt og behændigt at arbejde med. Der arbejdes hen imod at udvikle en byggeplade/klods, bestående af forskellige fibre. Der arbejdes på at finde en blanding der er så let, og samtidig så fast, at den vil kunne bruges til at bygge med. Det er afgørende for produktet, at pladerne er i store størrelser, således at de er nemme og effektive at bygge med. De skal kunne konkurrere med konventionelle isoleringsmaterialer, både på pris og kvalitet.

I de første forsøg sættes der fokus på, blanding og optørring. Blandingen kommer i store former 2-3 m³. Herefter kommer de i teglværkets tørringsanlæg. Herefter skæres de ud i de ønskede størrelser (hvis de presses i en presse, vil fibrene blive presset sammen og pladens isolerende, evne vil blive forringet), og for at dette kan lade sig gøre, er der to ting der er afgørende:

- Blandingen skal være så fast at den kan skæres. Den må ikke flosse op og gå i stykker og blive porøs.
- Det er rimeligt bekosteligt (og CO₂ belastende) at få tørret blandingerne i tørrings-ovnene. Derfor er det vigtigt, at tørre tiden ikke bliver for lang.

På baggrund af resultaterne i arbejdet på fase 1 afgøres hvilken støbe- og skæreteknik der skal udvikles videre på. Der skal afprøves blandinger i stor skala. Der skal blandes med teglværkets blandemaskiner i en volumen der passer til disse. Der skal være støbekasser/ter/kasser, der passer til disse forhold. Der skal afprøves skæring af større mængder og støbning i en større volumen. Dette arbejde skal give et billede af, hvor meget tid, og penge pladerne kan fremstilles for, og om kvaliteten er ok.

De akustikplader der findes på markedet i dag, er som regel lavet af beton og har en ru og grov overflade. Ler har en særdeles god akustisk effekt. Det at overfladen er mere fleksibel gør, at lydbølger nemmere bliver optaget. Der skal forsøges at lave en plade med en ru overflade, men samtidig med så højt et lerindhold, at den er brandsikker. Der skal findes en størrelse der passer til, at de kan håndteres. De fleste akustikplader skal monteres i loftet, derfor skal de kunne skydes op i loftet med en dykkerpistol. Den laver ikke et stort indgangshul. Der skal tages stilling til, hvordan der evt. skal bygges med dem. Kan de få fer og not, og limes/mures sammen med erlerblanding. Således vil de være helt tætte.

Det har været muligt at fremstille små lette lerplader. Særligt har let ler 6 blandingerne fungeret fint. De er relativt stærke, men skal pudses eller beklædes, men vil kunne fungere som isolerende pudsbærende plader. Den største udfordring bliver helt klart, at få tørret pladerne. Det er vigtigt i forsøg med støbekasser, at der tages højde for optørringstiden. Styrkemæssigt er det ikke realistisk, at de lette lerplader har styrke nok til at blive akustikplader.

4.2 Let ler: Forsøg 1



Figur 4: Let ler 1

Der foretages en række prøver, hvor der lægges særlig fokus på at få en blanding hvor indholdet af ler er lavt, for at gøre pladen let. Der skal findes en blanding hvor fibre binder sammen. Jo mere forskelligartet blanding af fibre, jo stærkere bliver blandingen. Derfor forsøges der med mange typer af fibre pr. blanding. Resultaterne for de tunge forsøg har vist lang optørningstid. Derfor bruges en form med stor overflade, således at der sker en større fordampning. Fibrene tørres i en rustfri stålform 40x22x10. Fibrene har været sat i blød i 24 timer. Blandingen blandes våd i fritfaldsblander. Den blander i 60 min. og begynder at skumme. Herefter tilsættes der 2l danhamp for at modvirke opskummet. Det virker i nogen grad. Herefter hældes blandingen i formene.

Blanding:

2+2 l danhamp

1 l grov spåner

1 l mellem spåner

1 l hø equisana

1 l snit hø equisana

½ l opløst træpiller

½ l opløst grøntpiller

2 l ler

Fibrene har været sat i blød i 24 timer. Blandingen tørrer i 24 timer v. 90 grader. Den er tør, men svær at få ud af formen og den er meget uensartet. Pladen er for uensartet. Der er fuger pga. svind på 2-3 cm. Blandingen virker rimelig stærk og den har en rimelig massefylde. Dog er den noget tungere end forventet. Der laves forsøg med at skære i den, og det kan lade sig gøre, men det giver en temmelig ru og porøs overflade. Den er ikke egnet til at skære i. Derfor bør der arbejdes hen imod en løsning, hvor pladerne bliver støbt i færdig-forme. Pladen kasseres.

4.3 Let ler: Forsøg 2



Figur 5: Let ler 2

Forsøg let ler 1 viser, at det ikke er muligt at lave våde blandinger, i åbne forme. Det giver for stort svind-revner i overfladen. Derfor forsøges det, at tørre pladerne i dybere forme. 40x5x20. Formene er finér.

Blanding:

- 2 l danhamp
- 1 l grov spåner
- 1 l mellem spåner
- 1 l hø equsana
- 1 l snit hø equsana
- ½ l opløst træpiller
- ½ l opløst grøntpiller
- 1 l ler

Fibrene har været sat i blød i 24 timer. Blandingen blandes våd i fritfaldsblander. Den er mindre våd end let ler 1. Det er for at modvirke opskumning. Blandingen er dog stadig så flydende at den kan hældes/stampes i. Der skæres ned på leret for at gøre pladen lettere. Blandingen tørrer i 24 timer v. 90 grader. Den er stadig våd. Den kan ikke komme ud af formene. Den ene smuldrer og kasseres. Formen løsnes, og tørres videre i 24 timer. Herefter er den stadig våd, og går i stykker. Der skal findes en metode til at tørre den, og håndterer den efterfølgende, når den skal halv våd ud af formen.

4.4 Let ler: Forsøg 3

I forsøg LL 3 skal der skal prøves med de store forme. Der skal prøves en mere tør blanding, der skulle forhindre svind. Der skal blandes med et højere indhold af hampefibre og træfiber-piller. Det forsøges at ramme en blanding der har træets evner til at indeholde og dermed uddampe fugten. Det vil gøre pladen let. Hampens grove struktur og træets fine, bør arbejde fint sammen. Der iblandes få halmfibre også.

Blanding:

- 6 l danhamp
- 3 l opløst træpiller
- 3 l snit halm.
- 1 l ler

Fibrene har været sat i blød i 24 timer. Blandingen blandes i fritfaldsblander. Den er temmelig tør, dog kan den stadig støbes i formene. Blandingen er dog stadig så flydende at den kan hældes/stampes i. Den er tør efter 24 timers tørring v. 90 grader. Den sidder dog rigtig godt fast i formen, og smuldrer da den kommer ud. Pladen må kasseres. Pladen virkede fin inden den kom ud af formen. Det kan evt. afprøves med jordfugtig blanding og en form massen slås ud af. Som en form for glideforskaling, dog beholder der presset på den.

4.5 Let ler: Forsøg 4



Figur 6: Let ler 4

Der foretages en række prøver hvor der lægges særlig fokus på at få en blanding hvor indholdet af ler er lavt, for at gøre pladen let. Der skal findes en blanding hvor fibre binder sammen. Jo mere forskelligartet blanding af fibre, jo stærkere bliver blandingen. Derfor forsøgs der med mange typer af fibre, pr blanding. Herudover tørres de i en form, således at de er lette og har en fast form. Formen måler 35x20x4,5cm. Formen er fast på begge af de store sider. Blandingen hældes ned i sprækken på 4,5 cm. Blandingen har blandet i 2 timer og er våd. Blandes i fritfaldsblander. Den hældes i formen. Erfaringerne med de lukkede forme er at det er svært at få tørret dem op. Derfor er formen ikke skruet hårdt sammen, således at væsken kan sive ud i samlingerne. Massen vibreres og presses.

Blanding:

2 l danhamp

1 l grov spåner

1 l mellem spåner

1 l hø equisana

1 l snit hø equisana

½ l opløst træpiller

½ l opløst grøntpiller

2 l Ler

Fibrene har været sat i blød i 24 timer. Blandingen har blandet i 2 timer og er våd. Blandes i fritfaldsblander. Den hældes i formen. Erfaringerne med de lukkede forme er at det er svært at få tørret dem op. Derfor er formen ikke skruet hårdt sammen, således at væsken kan sive ud i samlingerne. Massen vibreres og presses. Blandingen tørres i 24 timer v. 90 grader. Den er ikke tør. Tørres yderligere 24 timer. Herefter skrues formen fra hinanden. Den er stadig våd og porøs i bunden. De nederste våde hjørner brækker af. Den tørres yderligere 24 timer. Herefter er den tør. Pladen har været længe om at tørre op. Den er særdeles let. Det er klart den vil have en isolerende effekt. Den er lidt porøs i overfladen. Den vil skulle pudses. Den er beskadiget i de nederste hjørner. Fordelene er, at pladen er absolut let og har en isolerende effekt. Den er lige i fladerne. Denne teknik med at tørre den i en form, gør pladen lige og ret. Den er relativ fast og er nem at skære i og tildanne. Ulempen er, at pladen tager lang tid om at tørre. Og det er dyrt at tørre i 3 døgn. Pladen er sandsynligvis brandbar med det lave lerindhold. Pladen skal pudses eller pålimes en tung lerplade. I næste forsøg skal der laves en mere tør blanding. Blandingsforholdet skal være det samme, men i en mere åben form. Målet er, at få en større overflade at fordampe på, men at få blandingens faste form og lethed.

4.6 Let ler: Forsøg 5



Figur 7: Let ler 5

Der laves en tørre blanding end i let ler forsøg 4. Blandingsforholdet skal være det samme, men i en mere åben form. Målet er, at få en større overflade at fordampe på, så den tørrer hurtigere op, men får blandingens faste form og lethed. Formens mål er 40x27x7 cm og 30x22x5 cm.

Blanding:

2+2 l danhamp

1 l grov spåner

1 l mellem spåner

1 l hø equsana

1 l snit hø equsana

½ l opløst træpiller

½ l opløst grøntpiller

2 l ler

Fibrene har været sat i blød i 24 timer. Blandingen har blandet i 2 timer og er våd. Blandes i fritfaldsblander. Herefter hældes blandingen i en balje, og tilsættes 2. l. tør hamp, for at gøre blandingen mere tør. Den hældes i formen. Massen vibreres og presses. Den tørres i ovnen i 24 timer. Herefter er den tør, men har sat sig godt fast i bunden af formen. Den får en del skader på undersiden. Den tørres i 24 timer v. 90 grader. Den har fået skader, men den er hurtig at tørre op. Den er let, men har dog ujævn på overfladen pga. svind. Forsøget har vist sig at tørre hurtigt. Der skal dog findes en løsning på formene, således at formen slipper pladen. Det skal vurderes om den er lige nok til at bygge med. Der er stadig ujævnheder på overfladen, som følge af svind. Den er dog markant bedre end forsøg 1.

4.7 Let ler: Forsøg 6



Figur 8: Let ler 6

Der er et minimum af ler i. Det skal undersøges om fibrene kan binde sammen og om opskummet kan bages fast. Dette skulle give en absolut let plade. Et stort problem er optørringstiden. En del af planen er, at støbe blandingerne i store kasser. Ca. 1 m³ pr kasse. De er kvadratiske og tørres i teglværkets ovne. Herefter tages de ud af formene og skæres ud i de ønskede størrelser. Problemet er dog optørringstiden og fastheden i pladerne. Hvis de skal kunne skæres skal de også være faste. De dyre ingredienser tages ud. Det skal undersøges, hvad optørringstiden er for en kvadratisk kasse, når der kun er en flade at fordampe væsken fra. Der udarbejdes kvadratiske kasser på 16x16x16cm. Herefter optøres de i varmluftovnen v. 90 grader svarende til teglværkets ovne.

Blanding:

- 12 l hamp
- 4 l opløst træpiller
- 4 l spåner
- 4 l snit halm
- 2 l ler

Hampfibrene sættes i blød dagen før. Blandingen røres i 2 timer u. ler. Herefter tilsættes ler og hamp. Gives godt med vand. Blandingen skummer kraftigt. Den sættes i forme og direkte i ovnen. En del stået i blandemaskinen og "faldet sammen" i et døgn. Den er kommet i form til tørring. Der tørres videre på anden blanding i samme forsøgsgruppe. Sat i ovnen. Blandingen har tørret i et døgn i formen. (16 x 16 x 16 cm) Herefter afmonteres siderne af formen og den tørres yderligere i 40 timer v. 90 grader og varmluft, før den er tør. Den virker temmelig let, men også porøs. Den samlede tørringstid er på 4x24 timer. Blanding 2 tørres ligeledes 24 timer efterfølgende. Blanding 1, der kom direkte i ovnen opskummet, er markant lettere. Blanding 1 vejer 661 gram. Blanding 2 vejer 892 gram. De er nogenlunde lige faste. Det er dog tvivlsomt, at det er muligt at skære en fast plade ud af dem. De vil blive for porøse og ru. De har fået skader på hjørnerne, da de kom ud af formen våde. Der er 2 cm svind på blanding 1 og ingen i blanding 2.

Det har en markant effekt på lethed af pladen, at den blandes våd og skummende. Den er dog ikke stærk nok. Der skal forsøges med flere finere fibre. Flere træpiller og halmpiller. Det er stadig et problem med optørringstiden. Det afprøves at arbejde på at udvikle en form for glideforskalling, der minder om pressen på teglværket, således at pladerne trykkes ud og tørres.

5. Forsøgsprogram: Hydratkalk

5.1 Hydratkalk: Indledning og konklusion

Hydratkalk købes billigt ved foderstofbutikker. Den bruges som oftest til at desinficere stalde. Kalken har dog nogle oplagte muligheder til byggeri:

- Fordelene er, at det er billigere end hydraulisk kalk. Hvid-hydratkalk kan bruges til afsluttede puds, smukke farver på produkterne. Det er ikke brændt hårdt, og der er mindre brug af energi for at fremstille produktet.
- Ulemperne er, at det er længe om at hærde op.

Der er udviklet et produkt der hedder hampbeton. Det er hamp iblandet hydraulisk kalk. Produkterne er relativt dyre og byggemetoden er ikke specielt effektiv, da der skal bygges en forskalling og herefter presses blandingen sammen med håndkraft i forskallingen. Det er oplagt at forsøge at fremstille en plade/byggeklods/akustikplade i et kontrolleret miljø, og få en bedre og mere effektiv byggeproces.

Det er muligt at lave nogle relativt våde blandinger der vil kunne egne sig både til isolerende byggeklodser eller akustikplader. Udfordringen er, at optørningstiden er lang. De skal tørre/hærde op langsomt op mod 30 dage. Det skal overvejes, hvordan skal et produktionsanlæg være for at have så lange liggetider. En løsning kunne være, hvis der findes en metode produktet pakkes, og hærder op i pakket tilstand. En anden mulighed kunne være en accelerator der kunne fremskønne ophærdningsprocessen. Det kunne være gips eller hvid cement, men så er produktet ikke længere økologisk bæredygtigt og er ikke inden for dette projekts mål.

5.2 Hydratkalk: Forsøg 1-5

Målet er

- at få en fornemmelse af, hvordan mangfoldigheden af forskellige fibre reagerer på kalken. Hampbeton har kun en type fiber. Hvis der blandes andre typer af plantefiber, bliver produktet sandsynligvis lettere og stærkere. Særligt træfibrene, som har en god evne til at absorbere vand, og have stærke fibre når de tørre op, bør have en god effekt på materialet.
- hydratkalk kan tørre/hærde selvom det er vådt. Det bør have en positiv effekt, hvis der skal støbes i kassetter og forme.
- det skal undersøges om de kan tørres i det fri uden at de får skimmelsvamp.

5 forskellige blandinger blandes med forskellige mængder af fibre. Kalkindholdet er fast 20%

5.2.1 Blanding 1

4 l danhamp
1 l grov spåner
1 l mellem spåner
1 l hø equsana
1 l snit hø equsana
½ l opløst træpiller
½ l opløst grøntpiller
2 . hyd. Kalk

Fibrene har været sat i blød i 24 timer. Fibrene blandes i fritfaldsblander. Blandingen har konsistens som våd beton. Forsøget er, at ramme blandingen således, at den ikke er jordfugtig, men netop så våd, at den falder sammen når den rystes/ vibreres sammen. Det høje indhold af vand gør pladen let, når væden er fordampet væk. Fibrene blandes først 1 time. Herefter iblandes kalken. Efter 5 min. sker der en kemisk proces, der gør at blandingen bliver mere tynd/våd. Den blandes i yderligere 30 min. og skummer kraftigt. Ca. 200% Blandingen kommer i træforme 30x30. 2 stk. i plastforme og en plastikform.

Ophærdning:

1 dag: Der ses ingen ophærdningsproces. Lige så blød som da den blev sat over.
3 dage: Stadig meget blød. Har dog en skorpe.
7 dage: Stadig våd. Den kommer ud af formene. De får nogle skader når de tages ud.
22 dage: Blandingen er halvtør. Dog stadig porøs. Ophærdningen har ikke fungeret.
30 dage: Den er stadig blød og blandingen kasseres.

5.2.2 Blanding 2

Blandes som blanding 1. Når den begynder at blive våd, iblandes yderligere 4 dele hamp og en del hydratkalk.

4 plus 4 l danhamp
1 l grov spåner
1 l mellem spåner
1 l hø equsana
1 l snit hø equsana
½ l opløst træpiller
½ l opløst grøntpiller
2 plus 1 hyd. Kalk

Denne blanding bliver betydelig federe. Den er mere tyk og nemmere at komme i forme.

Ophærdning:

1 dag: Der ses ingen ophærdningsproces. Lige så blød som da den blev sat over.
3 dage: Stadig meget blød. Har dog en skorpe.
7 dage: Stadig våd. Den kommer ud af formene. De får nogle skader når de tages ud.
22 dage: Blandingen er halvtør. Dog stadig porøs. Ophærdningen har ikke fungeret.
30 dage: Den er stadig blød og blandingen kasseres.

5.2.3 Blanding 3

Blandes som blanding 2 og kommes i en kraftig papkasse. Det skal afprøves om den kan hærde op i en papkasse og herefter skæres ud. Ideen er, at pappet kan fordampe væden væk. Her efter skæres ud på båndsav.

4 plus 4 l danhamp
1 l grov spåner
1 l mellem spåner
1 l hø equisana
1 l snit hø equisana
½ l opløst træpiller
½ l opløst grøntpiller
2 plus 1. hyd. Kalk

Blandingen hældes i kassen. Den fylder en hel stor flyttekasse.

Ophærdning:

1 dag: Der ses ingen ophærdningsproces. Lige så blød som da den blev sat over. Den har svundet ca. 20 %
3 dage: Stadig meget blød. Har dog en skorpe.

7 dage: Stadig våd. Den er faldet sammen med ca. 40 %

22 dage: Blandingen er halvtør. Dog stadig porøs. Ophærdningen har ikke fungeret.

30 dage: Den er stadig blød og blandingen kasseres.

5.2.4 Blanding 4

Blandingen kommer i en form der måler 10 cm. Bred 100 cm. Bred. Der hældes 32 cm i så pladen bliver 32 cm høje. Ideen er at, få en plade der 10 cm tyk, 100 cm brede. De skal være lette og nemme at bygge med.

4 plus 4 l danhamp
1 l grov spåner
1 l mellem spåner
1 l hø equisana
1 l snit hø equisana
½ l opløst træpiller
½ l opløst grøntpiller
2 plus 1. hyd. Kalk

Blandingen hældes i formen. Den er ikke våd, men en blanding af jordfugtigt og kan stadig flyde sammen.

Ophærdning:

1 dag: Der ses ingen ophærdningsproces. Lige så blød som da den blev sat over.

3 dage: Stadig meget blød. Har dog en skorpe.

7 dage: virker mere fast, men stadig for våd til at komme ud af formen.

22 dage: Blandingen er halvtør. Det forsøges at få dem ud af formene, men de brækker og smuldre og blandingen kasseres

Det er problematisk at den er så længe om at tørre op, da dette gør produktet dyrt. Der skal bygges rigtig mange forme, for at opnå en produktion. Og formene kan ikke producere mange plader om året, da de skal stå til ophærdning i formene i min 7-14 dage. Her vil der også være risiko for udvikling af skimmelsvamp.

5.2.5 Blanding 5

Blandingen kommer i forme der måler 40x50x40. Skal minde om små jumbo-blokke, og ideen er, at der skal bygges med dem som en jumboblok.

4 plus 4 l danhamp
1 l grov spåner
1 l mellem spåner
1 l hø equsana
1 l snit hø equsana
½ l opløst træpiller
½ l opløst grøntpiller
2 plus 1. hyd. Kalk

Blandingen hældes i formen. Den er ikke våd, men en blanding af jordfugtigt og kan stadig flyde sammen.

Ophærdning:

1 dag: Der ses ingen ophærdningsproces. Lige så blød som da den blev sat over.

3 dage: Stadig meget blød. Har dog en skorpe.

7 dage: virker mere fast, men stadig for våd til at komme ud af formen.

22 dage: Blandingen er halvtør. Det forsøges at få dem ud af formene, men de brækker og smuldrer og blandingen kasseres

5.2.6 Resultat og konklusion

Der sker en kemisk proces, der virker som om at kalken opløses. Der skal undersøges, om der er syre i træ eller i hø. Derfor konsulteres seniorkonsulent Bodil Pallesen fra AgroTech. Der er mange udestående i forhold til, hvordan ophærdningsprocessen kan sættes op, om pladerne evt. kan tørres i ovn eller om man skader kalkens ophærdningsproces ved at tvinge optørringen. Der sker en kemisk proces der er uhensigtsmæssig ved blanding af for mange forskellige fiber. Særlig græs har en negativ effekt på kalken. Blandingen kan ikke tørres i tørringsovne. Kalken kræver en langsom ophærdningsproces for at bevare sin styrke. Der er ingen tegn på skimmelsvamp.

5.3 Hydratkalk: Forsøg 6-9



Figur 9: Hydratkalk 6-9

5.3.1 Indledning og konklusion

Der sker en kemisk proces, når nogle af fibrene blandes med kalken. Det virker som om, at den opløser kalken. De næste forsøg, skal der afprøves hyd blanding med særskilte fibre. Det skal undersøges, hvordan de hærdet og massefylden. Der forsøges at bruge træpiller og opløste halmpiller. Blandingerne bliver så de våde, at de kan komme i forme og støbes. Blandetiden bliver kort for der er en tendens til at give det bedste resultat. Samtlige plader/støbninger er stærke og faste når de har hærdet op. De vil kunne bruges både til isoleringsplader og akustikplader. Udfordringen er den lange ophærdningstid. Blandingen med træspåner, snit halm og hamp, har en stærk struktur og lettest massefyldte. Den er både stærk og let. De forskellige fibre "pakker" fint sammen i blandingen.

Der forsøges at bruge træpiller og opløst halmpiller. Blandingerne bliver så de våde de kan komme i forme og støbes. Blandetiden bliver kort for der er en tendens til at give det bedste resultat. Blandingerne kommer i en 1 ½ l. kvadratisk form.

5.3.1.1 Blanding 6

1 snit halm
1 opløst træpiller
1 hamp
1 l vand
1 hyd. Kalk.

Blandes så tør som muligt. De kommer i forme. Slås ud af formen således at den kan tørre fra 5 flader. Vægt: 938g.

5.3.1.2 Blanding 7

4 l. snit halm
1 l hyd. Kalk.
1 ½ vand.

Blandes så tør som muligt. De kommer i forme. Slås ud af formen således at den kan tørre fra 5 flader. Vægt: 901.

5.3.1.3 Blanding 8

- 1 l. træspåner rød
- 1 l træspåner grov
- 1 l opløst træpiller
- 1 l hyd. Kalk.

Blandes så tør som muligt. De kommer i forme. Slås ud af formen således at den kan tørre fra 5 flader.
Vægt: 1159g

5.3.1.4 Blanding 9

- 1 l. træspåner
- 1 l. hamp
- 1 l. snit halm
- 1 l. vand

Der sker en kemisk proces, der virker som om, at den opløser kalken. Der skal undersøges om der er syre i træ eller i hø. Det skal undersøges, hvordan ophærdningsprocessen kan sættes op. Det er et problem, at de er så længe om at hærde op. Det skal undersøges, om de eventuelt kan tørres i ovn, og om man skader kalkens ophærdningsproces ved at tvinge optørringen. De næste forsøg skal der afprøves hyd. Blanding med særskilte fibre. Således der er kun er træ, kun halm. Osv. Det skal undersøges hvordan de hælder og massefylden. Vægt: 890g

5.3.2 Resultat og konklusion

Vægten fortæller hvor meget væske der er fordampet. Resultatet tyder på, at træfibrene er længere tid om at fordampe væsken. Det skal forsøges at tørre prøverne i ovnen, således, at al væsken er fordampet.

Styrke: prøven med meget halm i skiller sig ud. Den er svagere end de andre. Den mangler fin struktur i massen.

De 3 andre prøver er stærke. Det er muligvis cellulose og kalk, der binder sammen/skummer op, da hamp skulle være mere celluloseholdig end træ.

5.4 Hydratkalk: Forsøg 10-13

Forsøg 10

Slås ud i forme. Fordamper på 5 flader. Små tørrer hurtigst op, har størst overflade.



Figur 10: Hydratkalk 10-13

Der skal sættes fokus på optørringen. Den tid det tager for blandingerne bliver kritisk. Tørringstiden må hænge sammen med størrelser, om de er i forme (hvor stor er overfladen), hvilke fibre, luftfugtigheden i vejret, vind. Det forsøges med at komme den samme blanding i forskellige forme og se, hvorledes optørringsprocessen bliver. Der er en tendens til at græs/saftholdige fibre har en negativ effekt på kalken. Derfor bruges der kun træ, hamp og halm. Fibrene blandes først en time uden kalk. Det skal blødgøre fibrene så de binder mere sammen og bør gøre pladen stærkere.

Blanding:

- 1 l. opløst træpiller
- 3 l snit. Halm
- 2 l hamp
- 2 l. spåner
- 4 l. hyd. Kalk

Fibrene blandes først en time uden kalk. Herefter tilsættes kalken. Blandingen blandes i en fritfaldsblander i 20. min. og hældes i forskellige forme.

Som forventet er det de små blandinger, der er slået ud af deres forme, således at de kan fordampe fra alle 5 sider, der tørres og hærder først.

Den blanding, der kom i et lukket form, tørrer ikke op. Den er stadig blød efter en uge. Den kommer ud af sin form efter 3 uger og vejer 720 gram.

Selve blandingen er stærk og rimelig fast. De blandinger der har ligget åbent ud til frisk luft, har en lysere og stærkere overflade.

De er rimeligt ru/grov i overfladen og vil egne sig godt til evt. akustikplader.

Forsøg 11



Figur 11: Hydratkalk 11

Der skal sættes fokus på blandingens vandindhold og at få en metode der en enkel, nem og ensartet. Væsken er i fibrene når kalken kommer i. Ophærdningen sker uden for fibrene og ikke inde i fibrene, som når man iblander tørre fibre.

Der sker en kemisk proces der får blandingen til at blive mere våd. Kalken kommer i blandingen til sidst og blandet i ca. 5. min. Det skal forsøges at sætte alle fibrene i blød inden de blandes, og herefter tilsættes kalken. Der skal blot blandes og ikke tilsættes vand. Blandingen kommer i forme og tørres udvendig luft.

Blanding:

- 1 l opløst træpiller
- 1 l snit. Halm iblødsat
- 1 l hamp iblødsat
- 1 l. spåner
- 1 l hyd. Kalk.
- vand

Fibrene sættes i blød, og blandes 30 min. Herefter tilsættes kalken uden tilførelse af vand. Vandmængden skal være afmålt således at blandingen kan blandes med den givne mængde væske. Når kalken er tilsat blandes der i 5 min. Kalken optages ikke i fibre, da de er mættet af væsken. Dette bevirker, at blandingen bliver lettere når den er hærdet op, og giver et stærkere resultat.

Blandingerne er ikke helt tørret og endnu, de er stadig lidt tunge. De er forbavsende stærke. De er stærkere end forsøg 10. Den er også lysere, hvilket kan tyde på, at kalken er hærdet uden for fibre. Det ser ud til at der er en sammenhæng mellem, hvor mørke de er i farven, jo svagere er de, og jo lysere de er jo stærkere.

Forsøg 12



Figur 12: Hydratkalk 12

Der skal sættes fokus på blandingens vandindhold og at få en metode der er enkel, nem og ensartet. Væsken er i fibre når kalken kommer i. Ophærdningen sker uden for fibre og ikke inde i fibre, som når man iblander tørre fibre. At få en prøve der måler 30x30 cm. At finde ud af hvornår den kan håndteres. En af blandingerne forsøges at tørres i ovn efter 1 uge ved max 90 grader.

Der sker en kemisk proces der får blandingen til at blive vådere når kalken er kommet i og blandet i ca. 5. min. Det skal forsøges at sætte alle fibre i blød inden de blandes, og herefter tilsættes kalken. Der skal blot blandes og ikke tilsættes vand. Blanding kommer i forme og tørres udvendigt i luft.

Blanding er større end forsøg 11. Der blandes i to forme på 15x30. Den ene tørres i ovn efter en uge ophærdningstid.

Blanding:

- 3 l opløst træpiller
- 3 l snit. Halm iblødsat.
- 3 l hamp iblødsat.
- 3 l spåner
- 3 l hyd. Kalk
- vand

Efter en uge virker blandingerne rimelig faste. Den ene tørres videre ude, den er dog så blød at den knækker. Den anden prøve kommer i ovnen og tørres v. 90 grader i 24 timer. Da den kommer ud er den fuldstændig porøs. Kalken har mistet al sin styrke. Blandingerne er ikke helt tørret endnu og de er stadig lidt tunge. De er forbavsende stærke. De er stærkere end 10. Den er også lysere, hvilket kan tyde på, at kalken er hærdet uden for fibre. Det ser ud til at der er en sammenhæng mellem, hvor mørke de er i farven, jo svagere er de, og jo lysere de er jo stærkere.

Forsøg 13



Figur 13: Hydratkalk 13

Forsøg med accelerator. Gips skal få pladerne til at hærde hurtigere op, således at de kan pakkes efter 7 dage. Herefter kan pladen hærde færdig i pakket tilstand. Det er en mulighed at tilsætte en accelerator. Gips fungerer, men er det udestår om produktet stadig er økonomisk og økologisk. Det kunne også være Hydraulisk kalk (der hæder uden luft). Den er dog grå i farven og vil grimse farven på akustikprodukterne. Der er helt klart et problem med optørringstiden. Det bliver svært at få en produktion til at fungerer, hvis tørringstiden er en måned. Der gøres forsøg på at iblande gips i blandingen. Målet er en kortere optørringstid samt mulighed for at kort inde i forløbet opnå pladerne kan stå på højkant, og derved optørre dobbelt så hurtigt. Blandes med gips og kommer i forme.

Blanding:

- 1 l opløst træpiller
- 1 l snit. Halm iblødsat
- 1 l hamp iblødsat
- 1 l spåner
- 1 l. hyd. Kalk
- 1 dl gips
- vand

Efter en uge virker blandingerne rimelig faste. Den hærder hurtigere end de andre. Den er stærk i overfladen. Den kan arbejdes med efter en uge. Det skal undersøges, om man kan kalde produktet økologisk, når der er gips i og om der er problematisk at bruge gips. Hampbeton vil kunne snittes og bruges som kalktilskud- kvælstoftilskud på markerne. Det skal undersøges om dette også vil være muligt, hvis produktet indeholder gips, samt hvor meget dette vil fordyrer pladerne

Forsøg 14: Hyd. Plade mini-forsøg hampebeton

Målet er at afprøve en lille blanding med hyd. kalk og hamp. Normalt blandes hampebeton jordfugtigt. Her tilføres lidt lidt mere kalk, 30%. Ved de andre blandinger, at der sker en kemisk proces når kalken kommer i. Blandingen bliver mere våd. Efter ca. 5 min. blandingstid. Særligt hvis fibrene har været sat i blød inden og indeholder vand. Det virker som om, at kalken driver væsken ud af materialet. Forsøget går ud på, at blande våde fibre med kalk. Når processen sker, blandes der kort tid. Ca. 5 min. således at opskumingen ikke er for langt i processen, og kalken ikke optager for meget saft fra fibre. Dog er der stadig en lille forøgelse/ hævnning af blandingen.

Blanding:

3 l. hamp

1 l. hyd. Kalk.

Fibrene er sat i blød et døgn i forvejen. Væden hældes fra. Kalken iblandes under kraftig røring. Den jordfugtige blanding bliver vådere og hæver op. Blandingen hældes i forme og slås ud til tørring. Pladen er lang tid om at tørre op 30 dage. Pladen er dog stærk og let. Den er meget lys i farven, hvilket tyder på, at den ikke har taget saft fra fibre, eller også er det fordi, at hampen ikke afgiver så meget saft som de andre fibre. Den virker fuldt ud lige så stærk som almindelig hampebeton, men betydelig lettere. Kalken der bruges til disse forsøg er væsentligt billigere end NHL kalken, som normalt bruges til hampebeton. Det er muligt at bruge denne metode til fremstilling af hampebeton. Fordelene er, at det er billigere og at pladerne indeholder mere luft, er dermed lettere og bedre isolerende. Ulempen er, at blandingen er mere våd. Kræver en form for forskalling til fremstillingen. Lang ophærdningstid.

Tørring:

- At finde en tørringstid på plader i denne størrelse.
- At blande dem jordfugtigt, så det undersøges om de vil kunne passe i en flisestøbemaskine. Det vil give bedst mening at støbe dem i dette format, da der ellers vil gå lang tid før der tørre op. 50x50x5 har en stor overflade, derfor tørre de hurtigt.

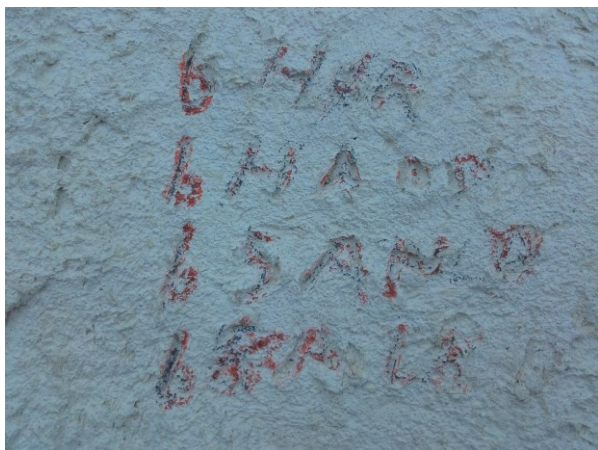
Forsøg med kort blandingstid.

Forsøg med gips

Forsøg med kort iblødsætning af fibre.

Blanding 3 er tørret hurtigere op. Den er nu så fast, at den kan stilles på højkant, således at den tørrer hurtigere. De to andre er ikke så tørre at de kan rejses op. Blanding 1 men kun hamp er lysere i farven end de to andre. Blanding 2 og 3 smuldrer og går i stykker og pladerne kasseres. Det er svært at få fibrene sammen i en jordfugtig blanding. Årsagen til at blandingen skal være jordfugtig er, at pladen presses som en flise, og kan pakkes og håndteres efter støbningen, med en presser. Enten pressen på teglværket eller på et flisestøberi. De er skøre og smuldrer let. De våde blandinger er langt stærkere.

Forsøg 15: Akustikplade muslingeskaller



Figur 14: Akustikplade muslingeskaller



Figur 15: Akustikplade muslingeskaller

Ideen er at udvikle en akustikplade der er belagt med blåmuslinger. Baggrunden skal være den hvide hyd. kalk/fiberblanding eller en kalkpuds. Vasket og slebet muslinger ligges først ned i en form. Herefter hældes blandingen over og presses samme med muslingerne. Når blandingen er hærdet op bliver muslingerne støbt fast til pladen. Muslingerne har en særdeles ru overflade. Det bevirker at lyden bliver absorberet af overfladen. Pladen må også give et smukt blålig skær. Der afprøves både med hele muslingeskaller og knuste. Knuste giver en mindre ru overflade. Der afprøves en blanding hvor muslingeskallerne iblandes kalkpladen.

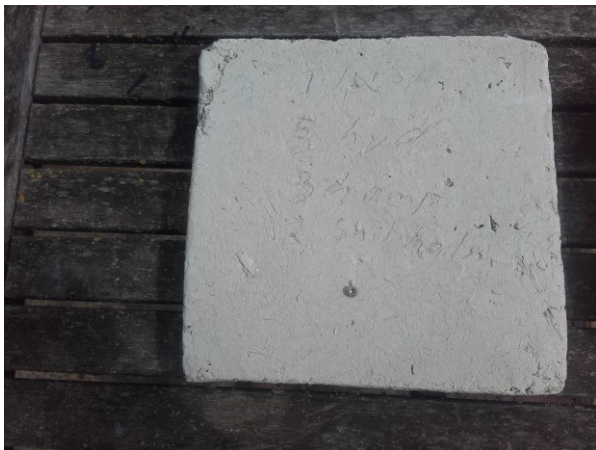
Optørringstiden er stadig lang, og de er svære at håndterer i våd/fugtig tilstand. Den ene plade er dog vellykket. Den er flot i farverne, og muslingeskallerne bliver hængende. Der er et højt fiberindhold i blandingen og den er både let og stærk. Pladen vil kunne bruges som akustikplade. Pladen der lykkedes er særdeles smuk og stærk. Udfordringen bliver stadig ophærdnings-tiden. Den tager lang tid til at lave, både når muslingeskallerne skal slibes og indstøbes. Der bør laves forsøg med større plader. For at få en god kvalitet, skal kalken bruge lang tid til at hærde op, og have en relativ høj luftfugtighed i tørringsprocessen.

6. Forsøgsprogram: Ler/kalk/fiberplader

6.1 Ler/kalk/fiberplader: Indledning og konklusion

Forsøg med hydraulisk kalk og ler/fiber. Formålet med forsøgene er at få et billede af, hvordan ler og hyd. kalk bliver. Der laves kun 4 forskellige blandinger for at se, om der skal gøres yderligere forsøg med disse blandinger. Der er endnu ikke mål for, hvordan de skulle anvendes. Dette må vurderes efter forsøgene.

Der er klart potentiale til at dette materiale kunne blive en udvendig klimaskærm. Der skal forsøges med længere tids påvirkning af vind og vintervej. Arkitektonisk er pladerne lyse, og der vil være mulighed for at farve pladerne med de kendte farvepigmenter der normalt bruges til kalk. Dette vil givetvis kunne give nogle flotte produkter. Der bør laves forsøg hvor pladerne ligges ud i vintermånederne. Det virker som om at pladerne kan opsuge en masse væske, men porerne i pladen er så åbne, at de ikke frostsprænger. Eventuelt skal der også forsøges med blandinger uden organisk materiale, således at de ikke kan rådne. Det vil være oplagt at forsøge at afprøve blandingerne i et produktionsanlæg til et betonstøberi, hvor der støbes fliser. Det store problem ville være optørringstiden. Den er ca. 30 dage for kalken, og den må absolut ikke få frost. Hvis der kunne støbes blandinger, der er så tørre og faste, lige efter de kommer ud af formene, vil det være muligt at pakke dem, således at de kunne hærde op i pakket tilstand.



Figur 16: Blanding 1 (1 ler, 1 hyd. Kalk, 1 hamp, 1 træfiber)



Figur 17: Blanding 2 (2 hyd. Kalk, 2 hamp, 1 ler)



Figur 18: Blanding 3 (5 hyd. Kalk, 3 hamp, 2 snit halm, 1 ler)



Figur 19: Blanding 4 (5 hyd kalk, 3 hamp, 2 snit halm)

6.2 Resultat

Pladerne er blevet særdeles stærke og rimelig lette. Optørringstiden har været 30 dage. Der bør foretages forsøg med, hvordan de reagerer på vand og frost. Pladerne sættes i vand 1 min. Herefter sættes de i poser og fryses v. 25 minusgrader. Pladerne har nu været udsat for vand 20 sek. Herefter frosset ned til minus 25 grader i 24 timer. Herefter udsættes de for 30 grader varmt vand i 10.min. Herefter tørres de ved 50 grader i varmluftsovn. På samtlige prøver er overfladen stadig upåvirket. Overfladen har samme farve og styrke, på samtlige prøver. Styrken er uændret på trods af de klimapåvirkninger de er blevet udsat for.

7. Forsøgsprogram: Støbekasser

7.1 Støbekasser: Indledning og konklusion



Figur 20: Støbekasse 1

Målet er at fremstille isolerende byggeplader i støbekasser. Blandingen hældes i formene og transporteres til teglværkets tørringsanlæg. Der afprøves med letler- blanding og kalkblanding. Der udarbejdes 5 støbekassetter. Kasserne bygges op omkring en europalle med siderne som pallekasser. Fordelen er, at hvis der skal produceres mange, er det nemt og relativt billigt at få fat i pallekasser. Støbekassetter, som bruges til beton forskalling er væsentligt dyrere. Det vil absolut være en fordel, hvis pallekasserne kan holde til trykket, når fibre sættes under pres. Kasserne vil være billige at fremstille og nemme at håndtere med gaffeltruck. Det vil være muligt, at fremstille kasserne så billigt, at tørringstiden kan være relativ høj og det vil være rimeligt rentabelt at fremstille pladerne.

- Letler: Blandingen danner skimmelsvamp på undersiden. Der skal store mængder af eddike for at konserverer fibre for at imødegå dannelsen af skimmel. Kasserne har svært ved at holde til at blive skilt ad.
- Kalkblanding: Blandingen danner skimmelsvamp på undersiden. PH-værdien på fladet må være faldet efter ophærdningen siden det er muligt at der kan dannes skimmel. Der arbejdes ikke videre med denne metode.

7.2 Fremgangsmåde

Der skal udarbejdes 1 model af en støbekasse (stor) og 5 bud på støbekasser med lameller/kassetter. De afprøves i tørringsovnen på teglværket, og der vurderes på; optøringstid, kvalitet af pladerne, hvordan kasserne er at arbejde med, er det muligt, hurtigt og effektivt, at få pladerne ud og kvaliteten af kasserne. Der bygges først en prototype, så det er muligt at se om pallekasserne er egnet til formålet. Fremgangsmåde: Der tages 1 europalle. Der kommer 3 stk. kassetter på pallen. En vandfast finerplade saves til og ligges ned i bunden af kassen. Bunden forstærkes med lægter i bunden. Der bores hul i hvert hjørne. En 9 mm. Gevindstang føres igennem hullerne til undersiden af pallen. Gevindstangen bores igennem lægteforstærkningen og fæstnes med en skive og møtrik. Gevindstængerne føres op gennem kassen tæt på kanterne. En topplade skæres til i vandfast krydsfiner. Pladen skæres så den passer ned i kassen. Der bores huller så gevindstængerne passerer igennem pladen. Toppladen forstærkes med lægter hvor gevindstængerne føres igennem toppladen. Lægterne sættes dobbelt og føres på tværs af pladen- Lægterne har til hensigt at stabiliserer trykket på pladen. Fibrene hældes i kassen toppladen sættes på, og via gevindstængerne presses fibre sammen. Når fibre er presset sammen, fjernes sidekasserne, således at det er muligt at væden kan fordampe ud og siderne. Kasserne måler 77 cm. * 115 cm. (indvendige mål). Hver rammekasse er 20 cm. høj. Der er 3 rammekasser så målet fra bunden af kassen til toppen er 60 cm. Pallekasserne er valgt da de er billige og nemme at bruge som skabelon. Resten af pladerne og gevindstængerne haves fra tidligere forsøg med halmellemerter. Derfor kan kasserne bygges uden udgifter til materialer.

Den første kasse virker overbevisende. Der er sat forstærkningsklodser på siderne, således at siderne bliver stærkere, og at der er noget at holde i når sidekasserne skal trækkes over kassen.

8. Forsøgsprogram: Demonstrations modeller

8.1 Demonstrationsmodeller: Indledning og konklusion

Der forsøges med 3 forskellige konstruktionsmodeller. Modellerne skal vise hvilke muligheder pladen indeholder. Modellerne skal bla. bruges til præsentation til projektseminar i Miljøministeriet.

- Model 1: Et lag plader skrues på en trækonstruktion. 38*40 cm. Herefter pudses pladen med en lerpuds der armeres med jutevæv. Overfladen glittes
- Model 2: Et lag plader skrues på en trækonstruktion. Herefter trækkes et lag lerpuds på med en tandspartel. Herefter påsættes jutevæv og et afsluttende lag lerplader skrues på. Pudsen er stadig våd således at pladen skrues på som man sætter en flise op. At pladen både limes og skrues gør at konstruktionen bliver stærk og tæt.
- Model 3: Et lag plader skrues op. Her efter, som i model 2, påføres et lag lerpuds med tandspartel. Det næste lag lerplader skrues op. Herefter fuges mellemrummet mellem pladerne og pladerne ligner lerfliser. Det giver et andet udtryk end en pudset væg. Pladernes overflade er fra fabrikkens side af, temmelig stærke. Denne stærke overflade beholdes og gør den færdige væg stærk.

Pladerne er absolut til at bygge med. Særligt når de pudses med væv efter de er sømmet op. De har fået en del skrammer, efter de er blevet transporteret rundt, men ingen revner. Vævet er særdeles effektivt til at modstå revner.

8.1.1 Demonstrationsmodel 1



Figur 21: Demo plade 1

Et lag plader skrues på en trækonstruktion. 38*40 cm. Herefter pudses pladen med en lerpuds der armeres med jutevæv. Overfladen glittes.

Målet er at vise, hvordan pladen kan bygges med, samt et bud på hvordan pladen/væggen kan komme til at se ud. Overfladen glittes, således at overfladen bliver helt tæt og stærk. Pladen er fin at skrue i. Konstruktioner virker stærk og overbevisende. Når den er tørret op er den særdeles stærk, og armeringen i pudsen gør at der ikke kommer revner. Materialerne arbejder godt sammen. Leret på pladen hæfter godt med lerpudsen. Helhedsindtrykket er fint, dog vil det gøre arbejdet hurtigere hvis pladen kunne skydes om med en dykkerpistol. Pudsarbejdet med en glittet overflade er også mere tidskrævende end en pudset overflade.

- Fordele: 1 lag plade giver en lettere konstruktion.
- Ulemper: Det er mere tidskrævende at indlægge væv i pudsen. Hvis der er 2 lag plader, er det muligt at indlægge rør til el og vand-varme. Denne mulighed er sværere med 1 lag puds. Der er ikke så stor en masse til at akkumulerer varme til bygningen

8.1.2 Demonstrationsmodel 2



Figur 22: Demo plade 2

Et lag plader skrues på en trækonstruktion. Herefter trækkes et lag lerpuds på med en tandspartel. Herefter påsættes jutevæv og et afsluttende lag lerplader skrues på. Pudsen er stadig våd således at pladen skrues på som man sætter en flise op. At pladen både limes og skrues gør at konstruktionen bliver stærk og tæt. Herefter pudses pladen med en lermørtel.

Målet er at vise, hvordan pladen kan bygges med, samt et bud på hvordan pladen/væggen kan komme til at se ud. Overfladen pudses. Pladen er fin at skru i. Konstruktioner virker stærk og overbevisende. Når pladen skrues op i en våd puds, der er armeret med jutevæv, bliver konstruktionen særdeles overbevisende og stærk. Materialerne arbejder godt sammen. Leret på pladen hæfter godt med lerpudsen. Helhedsindtrykket er fint, dog vil det gøre arbejdet hurtigere hvis pladen kunne skydes om med en dykkerpistol. Pudsarbejdet er betydeligt nemmere og hurtigere, når der kun skal pudses på pladerne, og ikke pudses med væv. At vævet er inde i konstruktionen letter arbejdet med at pudse. Der vil også være muligt at vandskure pladerne, så man kan ane pladerne. Også i farvenuancerne vil denne metode give mange flere æstetiske muligheder i en afslutning. Det er ikke sikkert at det bliver dyrere at bygge med 2 plader, da pudsearbejdet er betydelig lettere når der er 2 plader.

- Fordele: 2 lag giver en tung konstruktion og kan akkumulerer mere varme.
- Ulemper: Væggen bliver tykkere og tungere når der er 2 lag plader. Det er vigtigt at konstruktionerne kan bære sådan en tung konstruktion. Der er ikke så stor en masse til at akkumulerer varme til bygningen.

8.1.3 Demonstrationsmodel 3



Figur 23: Demo plade 3

Et lag plader skrues op. Her efter, som i model 2, påføres et lag lerpuds med tandspartel. Det næste lag lerplader skrues op. Herefter fuges mellemrummet mellem pladerne og pladerne ligner lerfliser. Det giver et andet udtryk end en pudset væg. Pladernes overflade er fra fabrikkens side af, temmelig stærke. Denne stærke overflade beholdes og gør den færdige væg stærk.

Målet er at vise, hvordan pladen kan bygges med, samt et bud på hvordan pladen/væggen kan komme til at se ud. Pladen er fin at skrue i. Konstruktioner virker stærk og overbevisende. Når pladen skrues op i en våd puds, der er armeret med jutevæv, bliver konstruktionen særdeles overbevisende og stærk. Materialerne arbejder godt sammen. Leret på pladen hæfter godt med lerpudsen. Helhedsindtrykket er fint, dog vil det gøre arbejdet hurtigere hvis pladen kunne skydes om med en dykkerpistol. Der er ingen puds på denne plade. Pladerne skal naturligvis fuges og skruehuller dækkes.

- Fordele: 2 lag giver en tung konstruktion og kan akkumulere mere varme. Det er hurtigt at arbejde med da der kun skal fuges og ikke pudses. Den stærke overflade pladen er født med er stærk.
- Ulemper: Væggen bliver tykkere og tungere når der er 2 lag plader. Det er vigtigt at konstruktionerne kan bære sådan en tung konstruktion.

9. Forsøgsprogram: Forberedende forsøg til teglværk

9.1 Forberedende forsøg til teglværk: Indledning og konklusion



Figur 24: Teglene

Der udføres forsøg på teglværke d. 9 oktober 2014. Maskinen, der skal forsøgs med, er en ekstruder. Det er en maskine som presser leret ud, og alt efter hvilket mundstykke der er på maskinen, afgøres hvilken form pladerne får. Når de kommer ud af maskinen, skæres pladerne ud i den ønskede længde. Herefter kører de på et transportbånd i kassetter til tørringsovnene. Det maskinen er indstillet til, ved forsøgene er, et skærmtegl som Wienerberger/Pederstrup Teglværket er ved at fremstille. Teglet måler 20*36*2 cm. Dette tegl er tyndt. Derfor er det vigtigt, at der er foretages forsøg med den ler-blanding de bruger som standard på teglværket.

Det er yderst vigtigt at teglene bliver fremstillet så tørt som muligt. Fibrene skal derfor ikke sættes i blød før de kommer i ekstruderen. De forsøg, der er foretaget nu, er ubrugelige, da de bliver for skæve under optørringen. Det er selvfølgelig en mulighed at tilføje mere sand i blandingerne, men det gør pladerne mindre fleksible. Det er vigtigt at pladerne tørre fra begge sider, og optørringen sker langsomt. Det er tydeligt, at hvis pladerne ligger på en plade, fordamper de mest fra overfladen der vender opad. Derfor bliver de skæve, særligt i overfladen. Teglværkets plader slår sig meget lidt. Derfor bør det overvejes om blandingerne skal indeholde mindre fibre. Hvis resultatet er, at de er så skæve at de er ubrugelige, er det bedre med et mindre indhold af fibre. Det vil betyde, at pladen nemmere knækker/flækker når der skrues i den. Det giver ikke mening at forsøge yderligere med glasuld da den ene plade revnede i optørringen.

Målet er at der

- afprøves med forskellige fiberblandinger i samme tykkelser (2 cm).
- arbejdes hen imod at finde en blanding der er så fed som muligt. Blandingen skal minde så meget om fed ler som muligt. Maskinerne på teglværket er konstrueret til at behandle ler. Derfor kan det risikeres, at hvis materialerne er for våde, eller indeholder for meget ler, kan maskinerne ikke bruges. Derfor er det vigtigt, der er blandinger og blandingsmetoder, der tager højde for disse forhold.
- sættes fokus på optørringen, herunder optørringstiden og hvor meget slår de sig under optørringen.

9.2 Fremgangsmåde

I de første 3 forsøg afprøves formene 30*30*4 cm. Her er fokus på pladens overflade ved forskellig mængder af fibre. Blandingerne tilføres vand så de akkurat kan piskes sammen.

Blanding 1: 5 l. ler, 3 l. savsmuld. 2 l. hamp.

Blanding 2: 5 l. hamp, 5 l. ler

Blanding 3: 5 l. ler. 2 l. hamp, 3 l. savsmuld. 2 l. træfiber.

Tørring: pladerne tørres først i to døgn ved lufttørring i ovn uden varme. Herefter sættes temperaturen op til 60 grader i 24 timer.

9.3 Resultater

Mål svind: T1 30*30. Overfladen:13 mm. Langsiden:2-3 mm svind.

Skruefasthed: 3 cm fra hjørnet. Stærk. Flosser ikke.

Mål svind: T2 30*30 overfladen: 13 mm langsiden: 2-3 mm svind

Skruefasthed: 3 cm fra hjørnet. Stærk. Flosser ikke.

Mål svind: T3 30*30 overfladen 11 mm. Langsiden: 2-3 mm svind.

Skruefasthed: 3 cm fra hjørnet. Stærk. Flosser ikke.

Pladerne virker stærke og fleksible. De slår sig temmelig meget i overfladen. Så meget at de vil være uegnet til byggeplade. Der skal derfor sættes fokus på optørringstiden. Når produktet kommer i maskinerne på teglværket, bliver der ikke så meget væske i blandingerne. Dette bør have en effekt der gør, at produktet ikke slår sig så voldsomt. Ler blandingen er identisk med den som skal bruges på teglværket

I næste forsøg bruges forme på 23*23* 2 cm. Målene minder om den tykkelse teglene får fra teglværket. Blandingerne røres med piskeris i hånden, således at de bliver så tørre som muligt. Det skal undersøges hvor meget svind/hvor meget de slår sig ved optørring. Teglene tørres i ovn i 2 døgn uden varme. Herefter tørres de i et døgn v. 60 grader.

- **23*23 1:** 4 l. ler 2 l. smuld. mål: overflade 32 mm. Langside 3-4 mm svind.
- **23*23 2:** 1 l. ler 1 l. smuld 1 l. træfiber. Mål: overflade 25mm langside 6 mm. Svind
- **23*23 3:** 1 l. ler 1 l. fiber 1 l. smuld 1 l. hamp. Mål: overflade 30 mm. Langside 4 mm. Svind.
- **23*23 4:** 3 l. ler 3 l. træfiber. Mål overfladen 4 mm. Langside 3 mm. (7 cm lange revner v optørring)
- **23*15 5:** tørres på højkant uden varme. 4 dage: 1 l. ler 1 l. savsmuld. Overfladen 6 mm. Langsiden 3 mm.
- **23*23: 6+7** teglværkets blanding. Teglværket har haft problemer med at deres tegl revner ved optørring. Derfor forsøges det, om der kan blandes 10% glasuld i blandingen og derved forhindre revner. Prøve 6 er revnet men 7 er ikke.

10. Forsøgsprogram: Test af tegl

10.1 Test af tegl: Indledning og konklusion

Der blev testet forsøg med at producere lertegl med fibre. Produktionsanlægget er en ekstruder, der ekstruderer teglene ud, hvor efter de bliver skåret i de ønskede længder. Herefter køres de ud i et tørringsanlæg. Den ler blanding, der normalt bruges til skærmtegl, hældes på normal vis i maskinen. Her var det muligt at forsøge at tilføjer forskellige fibre for derefter at se resultatet. Vi kørte med maskinen i ca. 2 ½ time. Vi producerede 640 tegl. Herefter bliver de mærket. Der er blevet tilført først savsmuld savsmuld-sand, træfiber- savsmuld, og hampestrøelse. Der tages 10 % prøver.

Målet er at opnå viden om og hvor meget teglene varierer i størrelsen. De måles på alle fire sider, samt hvor retvinklet de er. Her måles hvor meget de varierer i målene. Det undersøges, hvordan er de at skrue i. Der skæres et stykke af dem, der opløses i vand. (Præcis 30 mm af enderne) Her undersøges det, hvilke fibre de indeholder og mængden af sand. Leret skylles ud af fibrene og vejes. Herefter skylles al leret ud og herefter vejes sandet. Metoden er ikke præcis, men undersøgelsen skal give et billede af sammenhæng mellem blandingerne og mål, styrke/flex. Prøverne er udvalgt efter forskelligheden i variationen af blandinger.

Det er nu klart, at det er ret beskedne mængder af fibre der er i blandingerne. Det var svært at afgøre mængden af fibre i blanderen/ transportbåndet. Samtidig var det vigtigt, at der ikke kom for mange fibre i og at maskinen gik i stykker. Der er en tendens til at jo højere fiberindhold jo mere rette er pladerne. Særligt hampen virker til at have en god effekt på svind. Der er ingen variation af styrken/ fleksibiliteten af pladerne. Der skal laves forsøg med højere indhold af fiber i pladerne. Der er en sammenhæng mellem mængden af tørringsrevner og mængden af fiber og sand. Ved et højt indhold af fiber og sand desto mindre svind-revner.

10.2 Forsøgsprogram forsøg med sømning/skruning af tegl

Der foretages forsøg med opskruning/opsømning af lertegl. Forsøgene udføres i samarbejde med tømrer/snedker Jan Lindegaard.

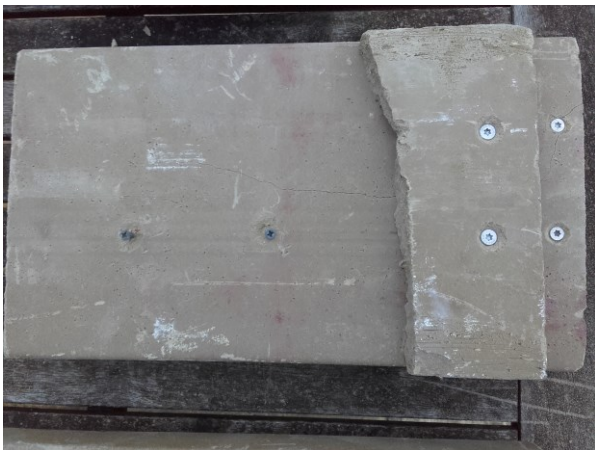
Forsøg 1



Figur 25: Tegl med 4 skruer

Pladen skrues på en lægte med 3 skruer. Resultatet er særdeles overbevisende. Den sidder rigtig godt til træet, og bærer godt, da den ikke er blevet stødt. Ulempen er, at det tager relativt lang tid at skrue dem i, frem for at skyde dem op med sømpistol.

Forsøg 2



Figur 26: To lag plader

To lag plader skrues sammen. Der er forsænket omkring skruerne. Resultatet virker overbevisende, men er også tidskrævende.

Forsøg 3



Figur 27: Plade med karmsøm

70 mm karmsøm skydes i, men sømmene er for kraftige og pladen revner.

Forsøg 4



Figur 28: Plade med hæfteklammer

60 mm hæfteklammer skydes i. De flækker pladen.

Forsøg 5



Figur 29: Med sømpistol

90 mm. Sømpistol forsøges. Sømmene flækker pladen.

Forsøg 6



Figur 30: Med dykkerpistol

50 mm dykkerpistol afprøves. Sømmene går fint ind og pladerne bliver ikke beskadiget. Lerpladen sidder ikke så tæt til træet som hvis de var blevet skruet op, men det er en hurtig og skånsom metode.

10.2.1 Resultater

Ud fra testene virker dykkerpistolen som det hurtigste og mest skånsomme bud. Der skal på sigt beregnes bæreevne af konstruktionerne, med dette arbejde udføres først når pladerne er videreudviklet. Der er få fibre i pladerne, derfor er det sandsynligt, at hvis der kommer flere fibre i blandingen, bliver pladerne også mere smidige.

10.3 Test af lertegl med produktionsanlæg i 2014

Der blev testet forsøg med at producere lertegl med fibre. Produktionsanlægget er en ekstruder, der ekstruderer teglene ud, hvor efter de bliver skåret i de ønskede længder. Herefter køres de ud i et tørringsanlæg. Den ler blanding, der normalt bruges til skærmtegl hældes på normal vis i maskinen. Her var det muligt at forsøge at tilføje forskellige fibre for derefter at se resultatet. Vi kørte med maskinen i ca. 2 ½ time. Vi producerede 640 tegl. Herefter bliver de mærket. Der er blevet tilført først savsmuld savsmuld-sand, træfiber- savsmuld, og hampestrøelse. Der tages 10 % prøver. De mest lovende testes for

- hvor meget de varierer i størrelsen. De måles på alle fire sider, samt hvor retvinklet de er. Her måles hvor meget de varierer i målene.
- hvordan er de at skrue i.

Der skæres et stykke af teglene der opløses i vand. (Præcis 30 mm af enderne) Her undersøges det hvilke fiber de indeholder og mængden af sand. Leret skylles ud af fibrene og vejes. Herefter skylles al leret ud og herefter vejes sandet. Metoden er ikke præcis, men undersøgelsen skal give et billede af sammenhæng mellem blandingerne og mål, styrke/flex. Prøverne er udvalgt efter forskelligheden i variationen af blandinger.

10.3.1 Prøve 1: Resultater fra et område hvor ca. 50% af teglene var revnet under optørring

Mål

Mål overfladen: 0-1 mm.

Mål enden: 1-2 mm.

Mål langsiden 1-2 mm.

Mål vinklen 1-2 mm.

Skruestyrke: Der skrues en skrue 5,0*100/54 gennem pladen. Der er ikke fast underlag ved indskrueningen.

5 cm inde i pladen midt på: ok. Bagsiden flosser

3 cm inde i pladen midt på: ok. Bagsiden flosser

Fiberindhold

Savsmuld 2 g.

Sand 79 g.

10.3.2 Prøve 2: Resultater fra et område hvor ca. 1% af teglene var revnet under optørring

Mål

Mål overfladen: 0-1 mm.

Mål enden: 1-2 mm.

Mål langsiden: 1-2 mm.

Mål vinklen: 1-2 mm.

Skruestyrke: Der skrues en skrue 5,0*100/54 gennem pladen. Der er ikke fast underlag ved indskruening.

5 cm inde i pladen midt på: ok. Bagsiden flosser

3 cm inde i pladen midt på: ok. Bagsiden flosser

Fiberindhold

Savsmuld 6 g.

Sand 113g

10.3.3 Prøve 3: Højt indhold af industrihamp

Mål

Mål overfladen: 0 -1 mm.

Mål enden: 1 mm.

Mål langsiden: 1 mm.

Mål vinklen: 1 mm.

Skruestyrke: Der skrues en skrue 5,0*100/54 gennem pladen. Der er ikke fast underlag ved indskruring.

5 cm inde i pladen midt på: ok. Bagsiden flosser

3 cm inde i pladen midt på: ok. Bagsiden flosser

Fiberindhold

Hamp: 15 g.

Sand: 180 g.

10.3.4 Prøve 4: Højt indhold af industrihamp

Mål

Mål overfladen: 1 mm.

Mål enden: 1 mm.

Mål langsiden: 1 mm.

Mål vinklen: 1 mm.

Skruestyrke: Der skrues en skrue 5,0*100/54 gennem pladen. Der er ikke fast underlag ved indskruring.

5 cm inde i pladen midt på: ok. Bagsiden flosser

3 cm inde i pladen midt på: ok. Bagsiden flosser

Fiberindhold

Hamp 7 g.

Sand 116 g.

10.3.5 Prøve 5: Højt ler indhold lavt fiber

Mål

Mål overfladen: 0-1 mm.

Mål enden: 2 mm.

Mål langsiden: 2 mm.

Mål vinklen: 2 mm.

Skruestyrke: Der skrues en skrue 5,0*100/54 gennem pladen. Der er ikke fast underlag ved indskruring.

5 cm inde i pladen midt på: ok. Bagsiden flosser

3 cm inde i pladen midt på: ok. Bagsiden flosser

Fiberindhold

8g fiber

96 g sand

10.3.6 Prøve 6: Højt ler indhold lavt fiber

Mål

Mål overfladen: 1 mm.

Mål enden: 2 mm.

Mål langsiden: 2 mm.

Mål vinklen: 2 mm.

Skruestyrke: Der skrues en skrue 5,0*100/54 gennem pladen. Der er ikke fast underlag ved indskrueningen.

5 cm inde i pladen midt på: ok. Bagsiden flosser

3 cm inde i pladen midt på: ok. Bagsiden flosser

Fiberindhold

4g fiber

120 g sand

10.3.7 Prøve 7: Højt ler indhold lavt fiber

Mål

Mål overfladen: 1 mm.

Mål enden: 2 mm.

Mål langsiden: 2 mm.

Mål vinklen: 2 mm.

Skruestyrke: Der skrues en skrue 5,0*100/54 gennem pladen. Der er ikke fast underlag ved indskruening.

5 cm inde i pladen midt på: ok. Bagsiden flosser

3 cm inde i pladen midt på: ok. Bagsiden flosser

Fiberindhold

3 g fiber

124 g sand.

10.3.8 Prøve 8: Højt ler indhold lavt fiber

Mål

Mål overfladen: 1 mm.

Mål enden: 3 mm.

Mål langsiden: 2 mm.

Mål vinklen: 3 mm.

Skruestyrke: Der skrues en skrue 5,0*100/54 gennem pladen. Der er ikke fast underlag ved indskruening.

5 cm inde i pladen midt på: ok. Bagsiden flosser

3 cm inde i pladen midt på: ok. Bagsiden flosser

Fiberindhold

3g fiber

134g sand

10.3.9 Prøve 9: Højt ler indhold lavt fiber

Mål

Mål overfladen: 0-1 mm.

Mål enden: 2 mm.

Mål langsiden: 2 mm.

Mål vinklen: 2 mm.

Skruestyrke: Der skrues en skrue 5,0*100/54 gennem pladen. Der er ikke fast underlag ved indskruring.

5 cm inde i pladen midt på: ok. Bagsiden flosser

3 cm inde i pladen midt på: ok. Bagsiden flosser

Fiberindhold

8g fiber

96 g sand

10.3.10 Prøve 10

Mål

Mål overfladen: 2 mm.

Mål enden: 0 mm.

Mål langsiden: 0 mm.

Mål vinklen: 2 mm.

Skruestyrke: Der skrues en skrue 5,0*100/54 gennem pladen. Der er ikke fast underlag ved indskruring.

5 cm inde i pladen midt på: ok. Bagsiden flosser

3 cm inde i pladen midt på: ok. Bagsiden flosser

Fiberindhold

16g fiber

101g sand

10.3.11 Prøve 11

Mål

Mål overfladen: 0 mm.

Mål enden: 2 mm.

Mål langsiden: 0 mm.

Mål vinklen: 2 mm.

Skruestyrke: Der skrues en skrue 5,0*100/54 gennem pladen. Der er ikke fast underlag ved indskruring.

5 cm inde i pladen midt på: ok. Bagsiden flosser

3 cm inde i pladen midt på: ok. Bagsiden flosser

Fiberindhold

6g fiber

175 g sand

10.3.12 Prøve 12: Revnet ved tørring

Mål

Mål overfladen: 2 mm.

Mål enden: 3 mm.

Mål langsiden: 3 mm.

Mål vinklen: 4 mm.

Skruestyrke: Der skrues en skrue 5,0*100/54 gennem pladen. Der er ikke fast underlag ved indskruring.

5 cm inde i pladen midt på: ok. Bagsiden flosser

3 cm inde i pladen midt på: ok. Bagsiden flosser

Fiberindhold

2g fiber

118 g sand

10.3.13 Prøve 13: Højt ler indhold lavt fiber

Mål

Mål overfladen: 2 mm.

Mål enden: 2 mm.

Mål langsiden: 2 mm.

Mål vinklen: 2 mm.

Skruestyrke: Der skrues en skrue 5,0*100/54 gennem pladen. Der er ikke fast underlag ved indskruring.

5 cm inde i pladen midt på: ok. Bagsiden flosser

3 cm inde i pladen midt på: ok. Bagsiden flosser

Fiberindhold

4g fiber

130 g sand

10.3.14 Resultater

Det er nu klart, at det er ret beskedne mængder af fiber der er i blandingerne. Det var svært at afgøre mængden af fiber i blanderen/ transportbåndet. Samtidig var det vigtigt, at der ikke kom for mange fibre i, og maskinen gik i stykker. Der er en tendens til at jo højere fiberindhold jo mere rette og lige er pladerne. Særligt hampen virker til at have en god effekt på svind. Der er ingen variation af styrken/ fleksibiliteten af pladerne. Der skal laves forsøg med højere indhold af fiber i pladerne. Der er en sammenhæng mellem mængden af tørringsrevner og mængden af fiber og sand. Ved et højt indhold af fiber og sand desto mindre svind-revner.

11. Forsøgsprogram: Betonblandeanlæg

11.1 Indledning og konklusion

Målet er at forsøge om der kan laves ler-kalk plader på et betonflise-støbeanlæg. Blanding nr. 4 (12 l. stenmel, 3 l. ler, 2 l. læsket kalk, 1 l. træfiber 1 l. hamp) fungerer fint. Den testes med at der bliver sømmet og bygges en lille model med den. Resultatet af prøverne er afprøvet. Lerblandingen med ler, kvarts og hamp, fungerer fint. Der blev lavet 6 stk. 40 *40 plader af dem. De er skrue/sømfaste og er i en god og brugbar kvalitet. Der er blevet bygget en model med dem og pladerne virker fine. De skrues og skydes fast i en trækonstruktion. Herefter pudses den med kalk-kvarts mørtel. Der indpudses væv i pudsen, så den bliver stærkere.

Pladerne kan fremstilles, men det er uvist om de kan fremstilles billigt effektivt og sikkert. Der er forskellige udfordringer der skal undersøges:

- 1: Blandingerne kommer ind i maskinen med håndkraft, og de blandes med en tvangsblender. Hvis produktionen skal være effektiv, skal blandingerne blandes på teglværket, med deres maskiner således, at den færdige blanding køres i lastbil til betonstøberiet, og kommer ind i anlægget via transportbånd.
- 2: Tørring. Prøverne har tørret i en uge. I det tidsrum har det været sommer og de har tørret fint. Hallen, hvori anlægget står i, er en uopvarmet fabrikshal. Det er dog mest sandsynligt, at fabrikken kan lejes i vinterhalvåret, hvor der ikke støbes fliser med det. Derfor skal der en form for varmeblæser til at tørre pladerne op efter at de er produceret.
- 3: Pakning. Det er ikke sandsynligt, at de kan pakkes med anlæggets maskiner. Disse maskiner klemmer hårdt med hydraulik, og det kan pladerne næppe holde til. Derfor skal de højst sandsynligt pakkes på paller i hånden. Der skal nok en papskive mellem lagene, således at de ikke bliver mast sammen.
- 4: Skimmelsvamp. I forsøgene lavede vi nogle blandinger med et højt indhold af vand træfiber og ler. Der var udviklet skimmelsvamp på bagsiden af disse. Det er fatalt, hvis der udbryder skimmelsvamp på pladerne. Problemet er, at hvis man kommer organisk materiale i pladerne kan de udvikle skimmelsvamp. Kommer der ikke organisk materiale i, bliver pladerne så hårde, at de flækker hvis der skrues eller skydes søm i dem. En løsning kunne være, at hampfibrene lagres og mættes i kalk. Dette vil give dem en høj PH værdi og kan modvirke skimmel. Træ-fibre og kalk arbejder ikke godt sammen. Derfor bør der undersøges videre med hamp. En anden model kunne være, at beregne prisen på at få dem fragtet tilbage til teglværket, og tørres i deres ovne. Et andet alternativ kunne være, at konserverer fibre i eddike. Herved ville fibre ikke udvikle skimmelsvamp.
- 5: Kvantssand. Der er en relativ stor mængde af kvartssand i blandingen. Kvantssand har en stor overflade i kornene, hvilket gør, at pladen bliver stærkere og mere fast. Kvantssand er dog generelt dyrere og der skal undersøges, om det er muligt at forhandle nogle gode priser på kvartssand.
- 6: Hamp. Blandingens fibre består overvejende af hampefiber. Det er snittet stængler der bruges til strøelse i stalde. Det bør undersøges, om der er forskellige former for fibre. Hampen kommer fra en stor fabrik i Holland, som hovedsagligt udvikler fibre til plastindustrien. Deres øvrige produkter skal undersøges i forhold til størrelse m.v.
- 7: Videre testning. Der bør udvikles videre på den blanding som fungerer og der bør køres en del test videre frem.
- 8: Pris på fremstilling af pladerne.
- 9: Forsøg med læskning af fibre
- 10: Kontakt med Bara Minerals. Firma i Malmø, som sælger lergranulat, tørret og de vil kunne leveres i silo. De leverer også i 20 kg sække og bigbags.
- 11: Forsøg med stenmel herunder møde med Vejle Kalk og Mørtelværk.

11.2 Forsøg 1: Blanding af ler og kalk til betonstøberi.

Målet er at kunne fremstille ler-plader eller kalk-plader med et anlæg/produktionslinje, som bruges til at støbe betonfliser. Samarbejdspartneren hedder Midtgaard Beton. Der skal laves forsøg som afprøver muligheden for at fremstille ler-pladerne på dette eksisterende anlæg. Anlægget består af en blandeenhed. Blanderen bliver "fodret" af lodretstående siloer. Derfor skal materialerne der skal indgå i fremstillingen kunne indblæses i silo. På de forestående forsøg bliver de små blandinger ført ind i "pressen" -/- vibratorren med håndkraft. Målet er at kunne fremstille forskellige blandinger med lille tvangsblender, således at det er realistisk at kunne fremstille blandingerne i stor skala med tvangsblenderen i det store anlæg. Blandingerne skal være så tørre som muligt. Når der støbes betonfliser er blandingerne jordfugtige. Blandingen bliver presset og vibreret på samme tid, dette bevirker at det er muligt at få en relativt tør blanding presset sammen og fast. Hvis blandingerne bliver for fugtige, vil der være en stor sandsynlighed for pladen klistrer sammen i pressen. Målet er: at kunne fremstille en ler og en kalkblanding, der er så tør at den kan indgå i anlægget og som er blandet med en tvangsblender.

Der foretages de ønskede blandinger. Der blandes med tvangsblender og rækkefølgen af, hvordan ingredienserne indblandes, registreres. Målet med forsøget er at finde en blandemethode, som svarer til tvangsblenderen på betonstøberiet. Der er foretaget en kalk-ler prøver i etape 1, som er overbevisende. Det bør undersøges om der kan fremstilles kalk-lerplader til brug som byggeplader eller akustikplader. Der laves 4 blandinger med ler. Der blandes med:

- 1 del ler 3 dele kvartssand, 1 del savsmuld.
- 1 del ler 3 dele kvartssand, ½ del savsmuld ½ del hamp.
- 1 del ler 3 dele kvartssand 1 del hamp.
- 1 del ler 3 dele kvartssand 1 del hamp 1 del savsmuld.

Blandingerne har særdeles svært ved at blandes uden at klumpe. Når man laver en jordfugtig beton 3 dele grus 1 del cement og bruger en tvangsblender, er det ikke svært at lave en jordfugtig blanding. Når der bruges ler og fibre er det anderledes. Leret har en tendens til at klumpe sig sammen i kugler. Der forsøges i blanding 2-3-4 at røre leret vådt op som en vælling. Herefter iblandes fibrene. Fibrene opsuger væsken og klumper. Der tilsættes mere vand og blandingen har konsistens som en mørtel. Herefter tilsættes sandet, men blandingen er stadig for tynd og ikke egnet. Det er vanskeligt at få blandingerne tørre nok. En af årsagerne kan være, at tvangsblenderen er slidt og kan ikke presse materialerne sammen. Når den fede ler og fibre iblandes, har den svært ved at blande materialerne sammen. Motoren stopper og blandingen må tages om. Det bør overvejes om der skal købes en ny tvangsblender.

11.3 Forsøg 2: Blanding af ler og kalk til betonstøberi

Der laves 3 blandinger med kalk og kvartssand.

- 1 del hyd. kalk 1 del kvartssand
- 1 del hyd. kalk 2 del kvartssand
- 1 del hyd. kalk 1 d kvartssand ½ del hamp.

Det er fortsat svært at undgå blandingerne klumper. Forsøgene tages om 3 gange. Der forsøges med at blande uden vand, og herefter tilsættes vandet gradvist. Det er dog ikke muligt at lave en tilfredsstillende blanding uden klumper. Der bør forsøges med en ny og stærk tvangsblender. Der bestilles en ny tvangsblender, en 200 l Sterling som har et relativt lille blandingshoved og en temmelig kraftig motor. Denne bør være ideel til blanding af ler og fibre.

11.4 Forsøg 3: Blanding af ler og kalk til betonstøberi.

Der laves 3 blandinger med ler. Der blandes med

- 1 del ler, 3 dele kvartssand, 1 del savsmuld.
- 1 del ler 3 dele kvartssand, ½ del savsmuld ½ del hamp.
- 1 del ler 3 dele kvartssand 1 del hamp.

Blandingerne begynder at virke bedre, men der er stadig problemer med klumper. Det er vigtigt, at leret er godt oprørt når fibrene kommer i og herefter tilsættes sandet.

11.5 Forsøg 4: Blanding af ler og kalk til betonstøberi.

Målet er at kunne blande tørre blandinger. Der laves 3 blandinger med kalk og kvartssand.

- 1 del hyd. kalk 1 del kvartssand
- 1 del hyd. kalk 2 del kvartssand
- 1 del hyd. kalk 1 d kvartssand ½ del hamp.

Kalk og kvartssand fungerer rimeligt. Forsøgene tages om to gange. Der er dog stadig klumper i den fede kalkblanding. Fibrene er heller ikke helt overbevisende.

11.6 Forsøg 5: Blanding af ler og kalk til betonstøberi.

Målet er at kunne blande tørre blandinger. Der er foretaget 12 blandinger, der lykkedes.

- 2 forsøg med højt fiberindhold 1 ler 2 sand 2 fiber hamp og savsmuld
- 2 med højt indhold af hamp og ler: 2 ler 2 sand 2 hamp
- 2 forsøg med højt sandindhold 1 ler 2 sand 1 fiber
- 2 forsøg med højt indhold af kalk 1del Kalk 1 del kvartssand
- 2 forsøg med kalk og kv. Sand 1 kalk 2 dele kvartssand.
- 2 forsøg med kalk sand og fibre: 1 del kv. Sand 1 el kalk 1 del hampefibre

Der er lavet forsøg med både kalk og ler. Den absolut bedste metode er med ler. Leret blandes først til den har en blød og smidig konsistens. Herefter tilsættes fibrene løbende og der holdes øje, med at den ikke begynder at klumpe. Hvis den begynder at klumpe tilsættes vand. Herefter tilsættes sandet løbende.

Særligt blandinger med højt indhold af kalk og fiber er vanskelige at håndterer. Det er afgørende, at kalken først blandes til en mørtelkonsistens. Herefter tilsættes sand og fiber løbende. Det kan også være en mulighed at tørblende ingredienserne først, og herefter tilsætte vand. Denne metode har dog en tendens til at gå galt, da den pludselig begynder at klumpe. Hvis den først klumper, og man forsøger at rede blandingen, bliver den temmelig våd og må kasseres. Det anbefales, at man har prøvet blandingerne, før de skal bruges. Det har hjulpet, at blandemaskinen er ny og har en kraftig motor. En anden mulighed er, at iblødsætte fibrene inden de blandes. Fibrene suger fugt i blandingen og begynder at klumpe.

11.7 Forsøg 6: Blanding af ler og kalk til betonstøberi.

Målet er at kunne blande tørre blandinger. Blandinger der skal bruges til forsøg testes.

- 1 højt træfiberindhold: 1 l ler 2 l sand 2 l fiber hamp og savsmuld
- 2 Savsmuld hamp: 2 l ler 2 l sand 2 l hamp
- 3 Hamp savsmuld fed: 1 l ler 2 l sand 2 l fiber
- 4 kvartssand hamp: 1 l ler 2 l sand 1 l fiber

Der blandes forskellige blandinger, hvor de bedste skal afprøves d. 22. Det er stadig svært at få blandingerne til at være jordfugtige og ikke klumpe sig sammen. Blandingerne skal være så tørre som muligt. Fibrene er iblødsat et døgn inden de bruges.

11.8 Møde med Midtgaard Beton.

Målet er at få aftalt forsøg med deres produktionsanlæg og høre deres faglige vurdering af, om det er en mulighed at fremstille ler-pladerne. Finde ud af hvordan forsøgene praktisk skal kunne lade sig gøre. Midtgaard Beton er imødekommende for projektet. De mener, at forsøget godt kan lade sig gøre. Når der støbes fliser, opbevares grus og cement i siloer. Det er ikke muligt at få ler ind i siloen, og der skal også fiber i blandingerne. Jeg leverer de blandinger, der skal afprøves og blander dem i en tvangsblender i fabrikkshallen. Her efter kommer blandingerne ind i pressen. Det er dog afgørende at blandingerne bliver tørre, som blandingen er når der skal støbes fliser, og således at tiden, hvor pladerne ligger til tørring i fabrikkshallen, til de er klar til at blive pakket og håndterbar, bliver så kort som mulig.

12. Udarbejdelse af blanding med Steen Møllers produktionsanlæg

12.1 Beskrivelse og mål

Forsøgene på Fabrikken på Friland skal bruges til, at fremstille ler-plader, hvor pladerne støbes i forme. Fabrikken indeholder en bjælkevibrator til at afrette blandingerne, gaffeltruck til at få en effektiv arbejdsproces og kran til at flytte rundt på elementerne. Steen Møller har bygget fabrikken op fremstilling af halmellementer. Dette er halmellementer, der er pudset på begge sider og samles som vægellementer. Fabrikken har stor erfaring med at bygge med ler, og integrerer disse arbejdsmetoder i fremstillingen af halmellementer. Der bruges importeret tyske ler-plader. Pladerne er belagt med fibervæv på begge sider af pladen. På bagsiden er den glat og på oversiden er den ru. Fibrene i pladen er snittet halm, Pladerne måler 125 cm*25 cm*2.5 cm. Blandinger er ikke særlig stærk, og pladen hænger sammen via fibervævet. Det skal forsøges, at fremstille forskellige former for plader.

12.2 Forberedende forsøg til Friland: TTF-test.

Før forsøgene gennemføres på Friland, skal der først foretages forsøg, der er målrettet relative våde støbninger. Blandingerne på teglværket og betonflise støbefabrikken har været tørre blandinger. Derved har det været muligt at holde et relativt højt indhold af ler. Når der støbes med blandinger, der skal kunne afrettes med bjælkevibrator skal du have et højere vandindhold i blandingerne, for at materialerne pakker sig sammen, og giver en stærk overflade. Hvis der iblandes et højt indhold af ler og blandingen er våd, vil der ofte dannes revner. Stenmel bruges i dag til underlag til stier og under fliser. Stenmel er knust granit. Stenmel er mere "skarpt" end almindeligt grus, dvs. at kornene i gruset er mere kantet. Dette bevirker, at der er et større overflade på kornene og derfor et større areal som leret kan hæfte sammen på. Dette giver en stærkere plade. Hvis pudsen skulle pudses i hånden, vil det være svært at arbejde med så "skarpt" en blanding. Det vil være svært at arbejde materialerne sammen. Derimod hvis der bruges en bjælkevibrator, vil der være muligheder for at bruge stenmel.

Kalk: Der laves forsøg med at iblande kalk i blandingerne. Dels har kalken til formål at forstærke pladen, og konserverer således, at der ikke kommer skimmelsvamp i pladerne.

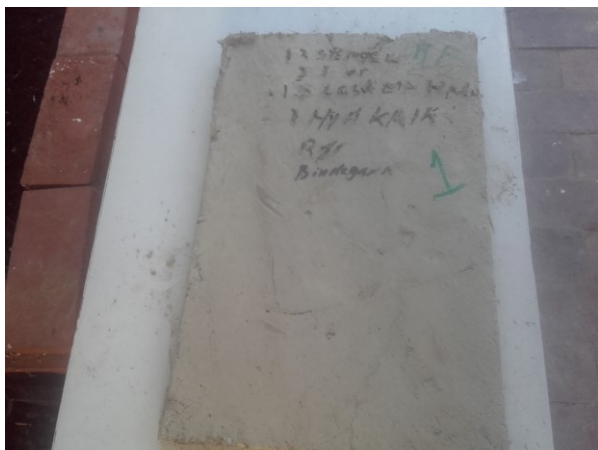
At fremstille plader i forme af træ og OSB plader: Der skal afprøves forskellige forme til fremstilling af plader. Der bygges forskellige forme, hvor det afprøves hvilke forme der er mest effektive.

Væv: Der undersøges hvilken type af væv skal der evt. bruges. Jutevæv er et naturprodukt og kunstfibervæv som bruges til pudsarmering til puds, er et plastprodukt. Til dette projekt vil det være at foretrække jutevævet, da det er et naturprodukt. Det skal afprøves, om juten har den samme kvalitet som plastproduktet.

Det undersøges hvor i indstøbningen det er hensigtsmæssigt at placerer vævet for at sikre en effektiv proces, samt om det er muligt, kun at bruge væv på den ene side.

Fibre-blandetid: Det har været muligt at skaffe hørfibre og der gode resultater med at bruge hørfibre i ler-pudser. Erfaringen er, at fibrene arbejder særdeles godt sammen med leret. Men hør fravælges, da jeg engang oplevede, at en nypudset ler væg begyndte hør-kernerne at spire. Dette bevirkede, at der kom en masse små huller i slutpudsen. Derfor læsses hørren i kalk, inden den kommer i blandingen. Den høje PH værdi i kalken bevirker, at kernerne ikke kan spire.

Blanding nr. 1: Forsøg med sisalsnor og tagrør til armering af pladen



Figur 31: Sisalsnor & tagrør

Rør optager ikke så meget fugt som andre fibre. Rørene vil hurtigt og effektivt fordele fugten i pladen. Rør er kendt som pudseunderlag gennem historien. Tagrøret kan fordele fugten effektivt i pladen. Fibrene i tagrøret er lang og gennemgående i pladen. Dette bør bevirke, at pladen bliver stærkere. Sisalsnoren har til hensigt at forstærke pladen.

Blanding:

12 l stenmel

3 l ler

1 l læsket kalk

1 l hed. Kalk.

Blandingen er blandet våd. Der hældes et tyndt lag ud. Tagrør og sisalsnor lægges ud i blandingen. Resten af blandingen hældes i formen og vibreres.

Pladen er god og fast. Vævet i pladen forstærker pladen. Vævet og tagrørene har klart en forstærkende effekt. Spørgsmålet er om det er muligt at massefremstille sådan en plade effektivt og hurtigt. Der går en del tid med at tilrette fibrene. Dette vil fordyre pladen. En mulighed kunne være, først at støbe et tyndt lag ler, herefter lægge løse tagrør ud og derefter støbe hele blandingen ind i pladen.

Blanding nummer 2



Figur 32: Stenmel, ler & træfiber

Blanding:

16 l stenmel

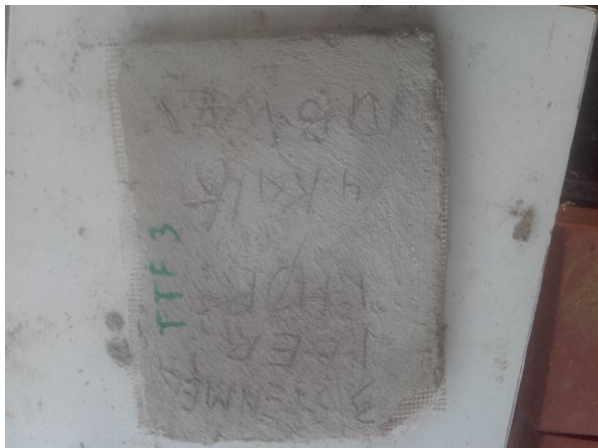
4 l ler

4 l træfiber.

Det skal undersøges om det er muligt, at lave en våd blanding med højt ler og fiberindhold. Pladen er armeret på bagsiden for at undgå revner og ikke svinder i formen, så pladen bliver skæv. Blandingen blandes temmelig våd. Den støbes på en OSB plade med rammer. Der udlægges først et tyndt lag ler ca. 2 mm, herefter udlægges der pudsarmeringsvæv over pladen. Herefter hældes resten af blandingen i.

Blandingen er revnet en del i overfladen. På bagsiden har vævet haft stor effekt og der er ingen revner på bagsiden. Blandingen svinder en del, da blandingen er våd, og fibrene og stenmelet er relativt fine materialer. Selve lerets struktur er stærkt og overbevisende. Det bør forsøges at ligge væv på forsiden af pladen for at modvirke revner.

Blanding nummer 3



Figur 33: Ler, hør, hyd. kalk

Blanding:

3 l stenmel

1 l ler

1 l hør

4 l hyd. Kalk

1 l DB stampet læsket kalk.

Målet er at lave en stærk og fleksibel plade med højt indhold af kalk. Der kommer fibervæv på begge sider af blandingen. Kalk, træfiber og hør blandes først 30 min. Fibrene optager en del af kalken og modvirker hermed råd. Herefter iblandes stenmel i 40 min. Slutteligt tilsættes leret og blandingen kan en konsistens der kan vibreres.

Pladen er stærk, men virker ikke fleksibel. Den har dog ikke den fleksibilitet som ler-pladerne har.

Blanding nr. 4: Træfiber-hør-blandingen



Figur 34: Træfiber & hør

Målet er at forsøge at efterligne fibergips-pladerne. I fibergips-pladerne er der træfiber i blandingen. Dette kombineres med hør, som har længere fiber, hvilket skulle bevirke, at den pakker fint. Der afprøves at bruge læsket kalk i blandingen.

Blanding:

12 l stenmel

3 l ler

2 l læsket kalk

1 l træfiber

1 l hør

Blandingen blandes rimelig fed. Den sættes til tørring og pudses efter et døgn for at undgå revner. Den pudses på en OSB plade i en ramme, og vibreres med en excentersliber på limet et stålfad. Der er ingen væv i pladen. 25 mm tyk

Der dannes næsten ingen revner. Selve fibre er pakket særdeles fint i blandingen. Den knækker og brækker let, hvilket sandsynligvis skyldes kalken. Hvis bindemidlet var ler og fiber vil pladen være mere fleksibel. Træfiber og hør og stenmel ser ud til at arbejde fint sammen.

Blanding nr. 5: Blanding på OSB plade med væv på bagsiden

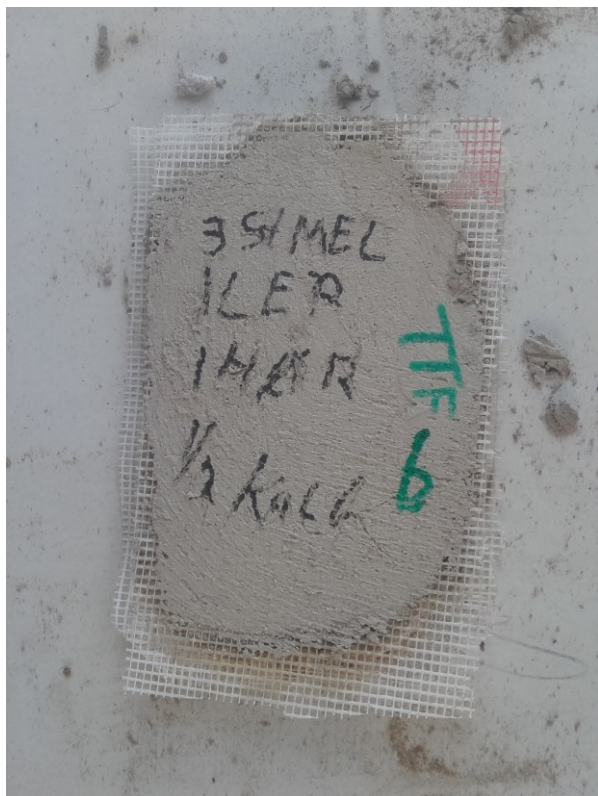


Figur 35: OSB plade

Målet er at lave en stor plade på 100 cm gange 50 cm. Pladen skydes fast på OSB plade. Det skal undersøges om pladen kan flekse give sig uden at knække, når den er færdigstøbt. Den skal pudses med kalk som afslutning. Kalk, træfiber og hør blandes først 30 min. Fibrene optager en del af kalken og modvirker hermed råd. Herefter iblandes stenmel i 40 min. Til slut tilsættes leret, og blandingen har en konsistens der kan vibreres. Den støbes på OSB plade i 2 cm. tykkelse. Der er lister på siderne og der indstøbes fibervæv. Når fladen har tørret 24 timer og er halvtør, skydes klammer i pladen.

Pladen sider godt på pladen. Den kan give sig, men kalkpudsen revner. Ler pladen kan flekse fint. Udfordringen bliver kalkpudsen. Den bør vævarmeres for at kunne bruges uden revner.

Blanding nr. 6: Få komponenter og væv på begge sider



Figur 36: Stenmel, ler, hør & kalk

Målet er at afprøve kvaliteten med læsket hør.

Blanding:

3 l stenmel

1 l ler

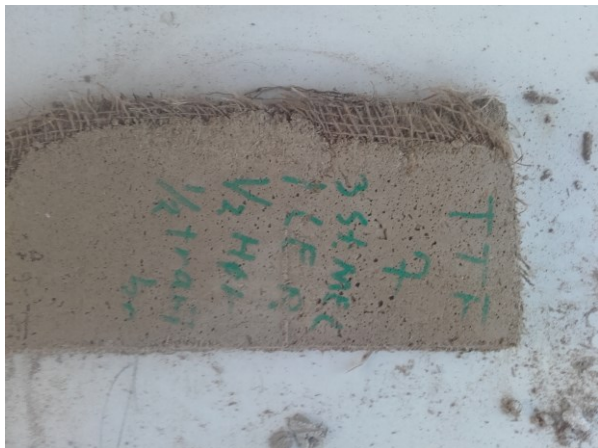
1 l hør

½ l kalk

Kalk og hør blandes først 30 min. Fibrene optager en del af kalken og modvirker hermed råd. Herefter blandes stenmel i 40 min. Til slut tilsættes leret og blandingen kan en konsistens der kan vibreres.

Pladen er stærk, men ikke fleksibel. Det giver en særdeles stærk plade, at den er vævarmeret på begge sider. Pladen er dog ikke fleksibel. Dette skyldes kalken i blandingen.

Blandingen nr. 7. Ler blanding med jutevæv på begge sider



Figur 37: Ler med jutevæv

Blanding:

3 l stenmel

1 l ler

½ l hør

½ l træfiber

Fibrene er sat i kalkvand et døgn i forvejen. Blandingen blandes i 50 min. Et tyndt lag af blandingen vibreres ud på pladen. Herefter lægges væv ud. Resten af blandingen hældes i og vibreres ud. Herefter lægges et lav væv ud på overfladen. Vævet pudses ned i leret.

Pladen virker fleksibel og stærk. Jutevæven virker som god armering på pladen. Denne blanding er både fleksibel og stærk. Et godt bud på en plade.

Blanding nr. 8. Få komponenter og grove fibre lang blandetid med stenmel

Målet er at se kvaliteten af en plade med få komponenter med væv på forsiden. Det afprøves uden fine træfibre. Den lange blandetid skulle gerne findele fibrene, således blandingen pakker godt. Der kommer væv på den ydersiden. Når pladen skrues op på væggen kommer der væv på ydersiden med kalkpuds. Således er der både væv på ydersiden og indersiden af pladen.

Blanding:

3 l stenmel

1 l ler

1 l hør

Blandingen blandes i tvangsblender i 90 min.

Hør fibrene er ikke opløst ordenligt. Vævsiden er stærk, men brækker let på bagsiden af vævet. Det er ikke muligt at få en stærk blanding med kun 1 lang fiber. Fiberen skal eventuelt iblødsættes i længere tid før, den kan opløses af stenmelet. Pladen kasseres.

12.3 Konklusion af TTS-test til Friland.

Stenmel har en god og forstærkende effekt. Den skarpere blanding pakker godt. Der bør fortsættes med stenmel. Prisen på stenmel er ikke dyrere end andre sten/grus-produkter. Kalk fungerer fint til at undgå skimmel og blødgøre fibre, men hvis der kommer større mængder kalk i blandingerne, mister leret sin fleksibilitet. Derfor bør kalk undgås eller holdes på et minimum af indhold, og kun bruges til at fibre. Jutevæv versus Skalcem plasticfibervæv. Plasticvæven virker bedst. Den er kraftigere og arbejder bedre ned i pudsen. De resultater der er med juten er også gode og stærke. Derfor vurderes det, at der på Friland fortsættes med jutevævet, da det er et naturligt plantemateriale. Der bør komme væv på begge sider af pladerne. Dette forstærker dem væsentligt. Dog besværliggør det støbeprocessen. Blandingen mellem træfiber og hør 6 dele stenmel 2 ler 1 hør 1 træfiber fungerer bedst. Fibrene skal sættes i blød i 24 timer. Der blandes min. 40. min. I tvangsblender. Blandingen "maler" fiber og stenmelet sammen. OSB-pladerne fungerer nogenlunde plademateriale til forme. Der bliver dog ler hængende i nogle af hjørnerne, hvilket besværliggør processen med at få dem ud.

12.4 Fremstilling af test-elementer

I Det Åndbare Hus i Ringsted (<http://detaandbarehus.dk/>) har Helt Huse deltaget i med opsætning af importerede tyske ler-plader. Ler-pladerne er pudset med en kalkpuds udviklet af Helt Huse. Væggene der bliver testet, er ler-vægge med kalkpuds. Isoleringen er træfiber, og den ydre beklædning er ru brædder og der er ikke nogen former for dampspærre eller dampbremse. DTU har fugtmålere i vægkonstruktionerne for at undersøge om der er ophobning af fugt i konstruktionen. Derfor vil det med testresultaterne være muligt at efterprøve, at der med denne konstruktion kan bygges uden dampspærre, og at leret kan håndtere fugten i konstruktionen. Selve byggeriet med at opskyde ler-plader på en trækonstruktion og pudse ler-pladerne med en kalkpuds armeret med væv, er temmelig tidskrævende og dermed dyr. Når man arbejder med elementer, er det hele væg eller loftelementer og dermed store flader, der arbejdes på, og der er mange arbejdsprocesser, der letter arbejdet ved at der arbejdes på en vandret flade. Derfor afprøves det, om det er muligt at bygge et element på en trækonstruktion. Det skal undersøges, hvor stærk elementet er samt arbejdsgangen i at lave elementet.

12.5 Fremstilling af test-elementer

I de indledende forsøg var nogle af akustikpladerne interessante. Særligt plader med muslinger viste sig at være både stærke og de kunne hæfte skallerne. Problemet med dem er størrelsen. Derfor skal det forsøges at støbe akustikplader med kalk og hør og stenmel. Det skal undersøges om pladerne kan bygges mere tørre og tykke således, at de kan sømmes op. Foruden muslingestøbningen forsøges der også med tang og halm på undersiden. På fabrikken i Friland har Steen Møller nogle laminatplader. Disse plader har en temmelig glat overflade. Derfor vælger vi at bruge disse plader, frem for OSB-plader. OSB-pladerne havde en tendens til ikke at kunne slippe pladerne i hjørnerne. Derfor prøves laminatpladerne.

1. model: Lerplade 144 cm gange 44cm gange 2 cm. Væv på begge sider.



Figur 38: Lerplade



Figur 39: Lerplade



Figur 40: Lerplade



Figur 41: Lerplade

Målet er at fremstille en ler-plade med væv både på for og bagsiden. For at vævet skal have en effektiv effekt, skal den helst ligge et par millimeter inde i pladen. Derfor hældes der først et lag på 2 mm ud på pladen. Herefter trækkes jutevæven ud over formen (der er endnu ikke kanter på formen). Jutevæven strækkes, så den er helt stram. Herefter vibreres vævet ned i ler-massen med en ex center- sliber med et på limet stålfad. Herefter lægges rammen ud over pladen. Rammen presses ned i væv-ler massen. Herefter fungerer rammen som kant. Der hældes ler masse til overkant af rammen. Overkanten afrettes med en bjælkevibrator. Herefter trækkes der jutevæv ud på overkanten. Vævet strækkes ud. Juten vibreres ned i ler massen med bjælkevibratoren. Pladen er klar til tørring.

Blandingen er resultatet fra test til Friland:

6 l stenmel

2 l ler

1 l hør

1 l vasket og læsket træfiber.

Blandes i 60 min i tvangsblender. Formen er bygget på en plade, således at hele formen kan flyttes i en vindtunnel bygget op af presenninger. I enden af tunnelen blæser en varmeblæser varmt luft ind i tunen.

Processen er relativt tidskrævende, da der er mange arbejdsgange i fremstillingen. Resultatet er særdeles overbevisende. Pladen er stærk og kan håndteres uden at knække, trods den store størrelse. Produktet er særdeles godt. Det er en plade i en stor størrelse, hvilket letter arbejdet når den er monteret på væggen. På denne model vil det udelukkende være samlingerne der skal pudses med væv. Normalt er det hele fladen med ler-plader, der skal armeres med væv og pudses. I denne model med en relativ stor flade, vil det være muligt blot at spartle/pudse samlingerne, som ved brug af konventionelt brug af fibergibs.

Udfordringen ligger i at effektiviserer fremstillingen af pladen.

2. model: Lerplade 80 cm. Gange 40 cm gange 2 cm. Støbes i form med faste sider.



Figur 42: Lerplade model 2

Målet er at fremstille en plade i en fast form, med faste sider. Der kommer kun væv på oversiden af pladen. Der støbes 3 plader af gangen. Formene er monteret op en stor plade således at formene kan transporteres til vindtunnelen. Dette skulle give en hurtig og effektiv arbejdsproces. 20 mm. tykke lister skrues på en laminatplade. Der er 3 støbninger på 1 plade. Listerne fungerer som rammer. Der hældes ler-masse til overkant af rammen. Overkanten afrettes med en bjælkevibrator. Herefter trækkes der jutevæv ud på overkanten. Vævet strækkes ud. Juten vibreres ned i ler massen med bjælkevibratoren. Pladen er klar til tørring.

Blandingen er resultatet fra test til Friland:

6 l stenmel

2 l ler

1 l hør

1 l vasket og læsket træfiber.

Blandes i 60 min i tvangsblender. Formen er bygget på en plade, således at hele formen kan flyttes i en vindtunnel bygget op af presenninger. I enden af tunnelen blæser en varmeblæser varmt luft ind i tunnel.

Pladerne brækker let på den side, der ikke har fået væv. Arbejdsgangen er effektiv og hurtig. Der skal væv både på for og bagsiden af pladerne for at de er stærke nok.

3. model: Lerplade 100 cm gange 50cm gange 2 cm. Væv på oversiden.



Figur 43: Lerplade med væv på oversiden



Figur 44: Lerplade med væv på oversiden



Figur 45: Lerplade med væv på oversiden



Figur 46: Lerplade med væv på oversiden



Figur 47: Lerplade med væv på oversiden

Målet er at fremstille en ler-plade med væv på oversiden på 20 mm tyk ru træbeklædning. Pladen skulle kunne skrues direkte op på en regelkonstruktion, hvilket skulle effektiviserer bygge-processen, da en tømrer sætter plade og forskalling op i én og samme plade. De ru brædder samles og skydes sammen. Så de måler 100 cm gange 50 cm. De lægges imellem regler der er klodset op. Således der plads til 20 mm på oversiden af formene. Reglerne fungerer nu som forme til pladerne. Der hældes ler masse til overkant af rammen. Overkanten afrettes med en bjælkevibrator. Herefter trækkes der jutevæv ud på overkanten. Vævet strækkes ud. Juten vibreres ned i ler massen med bjælkevibratoren. Pladen er klar til tørring.

Blandingen er resultatet fra test til Friland:

6 l stenmel

2 l ler

1 l hør

1 l vasket og læsket træfibre.

Blandes i 60 min i tvangsblender. Formen er bygget på en plade, således at hele formen kan flyttes i en vindtunnel bygget op af presenninger. I enden af tunnelen blæser en varmeblæser varmt luft ind i tunen.

Processen er relativt tidskrævende, da der er mange arbejdsgange i fremstillingen. Resultatet er særdeles overbevisende. Pladen er stærk og effektiv at arbejde med. Den er relativ tung, da den vejer 15 kg. Produktet er særdeles godt. Det er en plade i en stor størrelse, hvilket letter arbejdet når den er monteret på væggen. På denne model vil det kun være samlingerne, der

skal pudses med væv. Normalt er det hele fladen med ler-plader, der skal armeres med væv og pudses. I denne model med en relativ stor flade, vil det være muligt blot at spartle/pudse samlingerne, som ved brug af konventionelt brug af fibergibs. At der er træ på bagsiden gør, at den er hurtig og effektiv at bygge med. Der behøves ikke at forskalles op på regelkonstruktionen eller spær konstruktionen. Pladerne ville kunne skrues direkte op på spær eller regelkonstruktion. Ved skillevægge vil pladerne blot skulle skrues sammen om en lodret gulv til loftkonstruktion. Udfordringen ligger i at effektiviserer fremstillingen af pladen.

4. model: Ler-element 210 cm gange 110. Væv på oversiden.



Figur 48: Lerplade med væv på oversiden

Målet er at fremstille et ler-element. Der bygges et træelement bestående af 3 reglar på 210 cm. Der skrues 20 mm ru brædder på tværs af reglarne således, at der er en ru træflade der måler 210 gange 110 cm. Der skrues brædder på siderne i 20 mm. Højde. Der hældes ler-masse til overkant af rammen. Overkanten afrettes med en bjælkevibrator. Herefter trækkes der jutevæv ud på overkanten. Vævet strækkes ud. Juten vibreres ned i ler massen med bjælkevibratoren. Pladen er klar til tørring.

Blandingen er resultatet fra test til Friland:

6 l stenmel

2 l ler

1 l hør

1 l vasket og læsket træfiber.

Blandes i 60 min i tvangsblender. Formen er bygget på en plade, således at hele formen kan flyttes i en vindtunnel bygget op af presenninger. I enden af tunnelen blæser en varmeblæser varmt luft ind i tunnel.

Processen er relativt tidskrævende, da der er mange arbejdsgange i fremstillingen. Resultatet er særdeles overbevisende. Elementet er stærk, fleksibelt og effektivt at arbejde med. Den er relativ tung, da den vejer 90 kg. Det er tænkt, at der skal bygges med elementet, som der bygges med gasbetonlementer (50-60 kg) i dag. Produktet er særdeles godt. Det er en plade i en stor størrelse, hvilket letter arbejdet når den er monteret på væggen. På denne model er det udelukkende samlingerne, der skal pudses med væv. Normalt er det hele fladen med ler plader, der skal armeres med væv og pudses. I denne model med en relativ stor flade, vil det være muligt blot at spartle/pudse samlingerne, som ved brug af konventionelt brug af fibergibs.

Byggemetoden kræver løftegrej til byggeprocessen, men elementet er hurtigt og effektivt at bygge med, hvis løfteredskaberne er på byggepladsen.

5 model: Akustikplade 3 stk. 73 cm gange 34 cm x 4,5 cm.



Figur 49: 3 akustikplader



Figur 50: Akustikplade



Figur 51: Akustikplade



Figur 52: Akustikplade med muslingskaller



Figur 53: Akustikplade med muslingskaller

Målet er at støbe akustikplader, med kalk og hør og stenmel. Det skal forsøges om pladerne kan bygges tørrere og tykkere, således at de kan sømnes op. Foruden muslingestøbningen forsøges der også med tang og halm på undersiden. Der bygges rammer på 73 cm x 34 cm. x 4,5 cm. I bunden udlægges henholdsvis muslingskaller, tang- ålegræs og halm. Der blandes 1 del hed kalk 1 del hør 1 del stenmel. Blandingen er relativt våd. Der kommer et lag jutevæv ud i bunden af formen. Blandingen hældes i formene og vibreres. Kalken er ikke hydraulisk, dvs. at den hærdet op ved lufttørring. Med kalk er det afgørende, at det bliver en langsom optørringsproces. Derfor kan den ikke tørres i lufttunnelen. Efter 14 dage er den stadig ikke hærdet op, og kan ikke komme ud af formen. Først efter 60 dage kan den komme ud af formen.

Kalken er blevet mat i farven. Pladerne er rimelig stærke, men også tunge. Det vil udgøre en sikkerhedsrisiko at monterer dem i et loft. Pladerne er for tunge, og for længe om at hærdet op. Farven bliver mat af at ligge i formene i så lang tid. Kasserer.

12.6 Konklusion udarbejdelse af blanding med Steen Møllers produktionsanlæg

Ler pladerne: Det er klart et godt produkt, når der er fiber på begge sider af pladen. Udfordringen må være, at få væv på bagsiden, uden der bruges for meget tid på omstændelige arbejdsprocesser.

Ler på træbund: Hvis trærammerne kan samles hurtigt og effektivt, er der klart en mulighed i at lave plader på denne måde. Pladerne er særdeles stærke og hurtige at bygge med.

Ler-elementet: Ler-elementer rummer også muligheder. Elementet er stærkt, men også tidskrævende at bygge. Der er en del tid at spare på elementet, når der skal pudses. Der er meget få samlinger i en elementkonstruktion, og det vil sandsynligvis kun være samlinger der skal pudses med væv.

Akustikpladerne: Akustikpladerne er besværlige at fremstille med kalk. Hydraulisk kalk er sandsynligvis ikke en mulighed, da det et temmelig dyrt produkt, og farven er grå. En mulighed kunne være at bruge hvid cement, men så er produktet ikke bæredygtigt.

Udvikling af lerplader

Projektets formål er at skabe elementer til sunde miljøeffektive økologiske huse, i en kvalitet, således at huse kan finansieres og forsikres på konventionelle vilkår. Konkret er der i projektet udviklet byggeplader, der har et højt ler indhold samt plantefibre, der har lerets gode egenskaber på indeklimaet. Pladerne er væsentlig stærkere end f.eks. end gipsplader, er formstabile og er nemme og enkle at bygge med. Lerpladerne har flere anvendelsesmuligheder: Indvendig skillevæg, loftplade, væg konstruktion, akustikplade.

Pladerne har et lavt CO2 forbrug ved fremstillingen, er konkurrencedygtig på prisen og skal udvikles til at passe i et eksisterende produktionsanlæg. 3 produktionsformer er blevet undersøgt i projektet:

- 1: Teglværkets ekstruder og produktionsanlæg.
- 2: Betonflise-støbeanlæg.
- 3: Forsøg på Friland

I forhold til 1. Teglværkets ekstruder og produktionsanlæg er de tekniske udfordringer for en egentlig produktion, at der skal indkøbes en silo og en dosseringsenhed til blanderen på teglværket, til opbevaring og iblanding af fibre.

I forhold til 2. Betonflise-støbeanlæg viste forsøg, at det var muligt at fremstille lerplader i betonflise-støbeanlægget, men dette vil bl.a. kræve en investering i silo til fibre. I forhold til 3. Forsøg på Friland var resultatet, at pladerne kan produceres for små midler, da det er en simpel proces at bygge dem, men en stor udfordring er, at den tager lang tid at fremstille og der skal bruges en del manuelle timer til at save træet ud og bygge træpladen/formen og støbe elementet.



Miljøstyrelsen
Strandgade 29
1401 København K

www.mst.dk