

Background information

Architectural Engineering
P5 presentation

Mees Hehenkamp

Contents

Calculations p.3

Wood framing p.5

Building skin p.7

 Facades p.8

 Roof p.13

 Insulation p.14

Calculation electricity need

Electrisch verbruik machines:			
Hoofdgebouw:			
- 4 lintzagen	2000		
- 2 cirkelzagen	3000 W		
- 2 schuurmachines	2000 W		
- Boormachines	1500		
- Keuken	15000 W	op volle toeren	
8 laptops	1600		
- Vloerverwarming:	50		Daarnaast warmtewin nodig (zonnecollectoren)
Benodigd vermogen hoofdgebouw:	25150		
Werkgebouw:			
- Woodmizer	5500		
- 3 cirkelzagen	4500		
- 2 lintzagen	1000		
- Boormachines	1500		
- Laptops	800		
- Koffie	800		
	14100		
Benodigd vermogen werkgebouw	28200		
Totaal	53350 W	Vermogen zonnepaneel $1,65 \times 1 = 300,$	
		94 m2 aan zonnepanelen nodig voor alles	
		Houtgestookt: kan voor vloerverwarming	
		Als ik 's avonds ook wil produceren is	

Wood framing

Nederlandse houtsoorten geschikt voor draagconstructies:

Naaldhout

- Grenen: alleen dakspant en liggers. Kernhout is even sterk als spinhout. Oude grenen zijn sterker. Spinhout moet snel gedroogd worden.
- Lariks: Harder dan grenen. Vaak in kleine doorsnede en daarom vaak rond gebruikt. Werkt weinig. Aan de lucht drogen, niet te snel (scheurvorming): twee a drie jaar.
- Douglas: Oude stam is kwastvrij. Werkt weinig. Voorzichtig drogen.
- Vuren: bevat minder hars dan grenen: buigzamer.

Loofhout

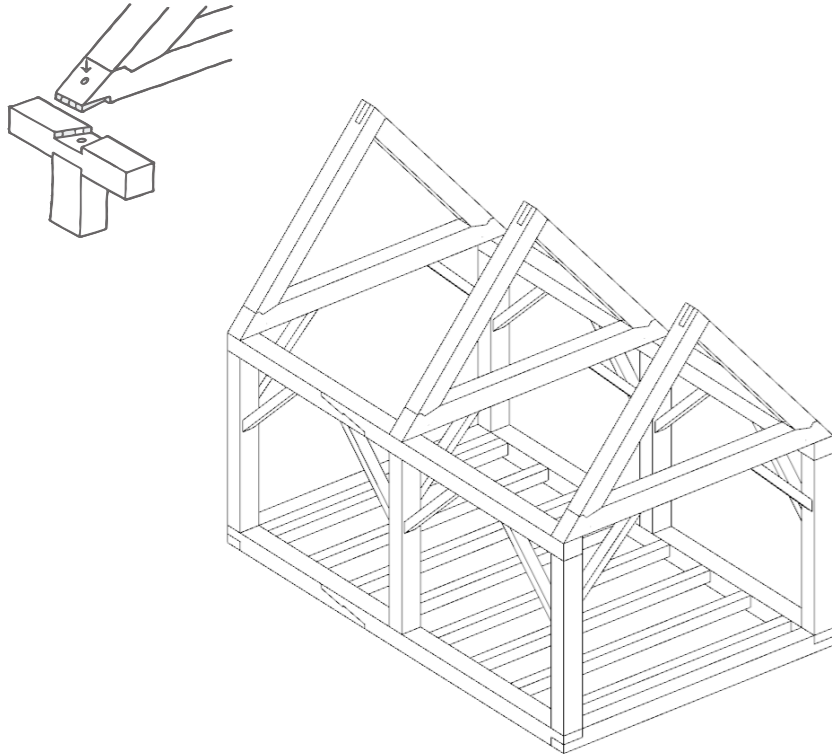
- Eik: Werkt weinig, goed te buigen.

Methodes voor houten skelet

Het bouwen van een houten skelet gebeurt in Nederland van oudsher volgens de 'paal en spantframe methode'. Met deze frames zijn 1-verdiepings huizen te maken, met een breedte van 3,6-5m. Er zijn drie configuraties:

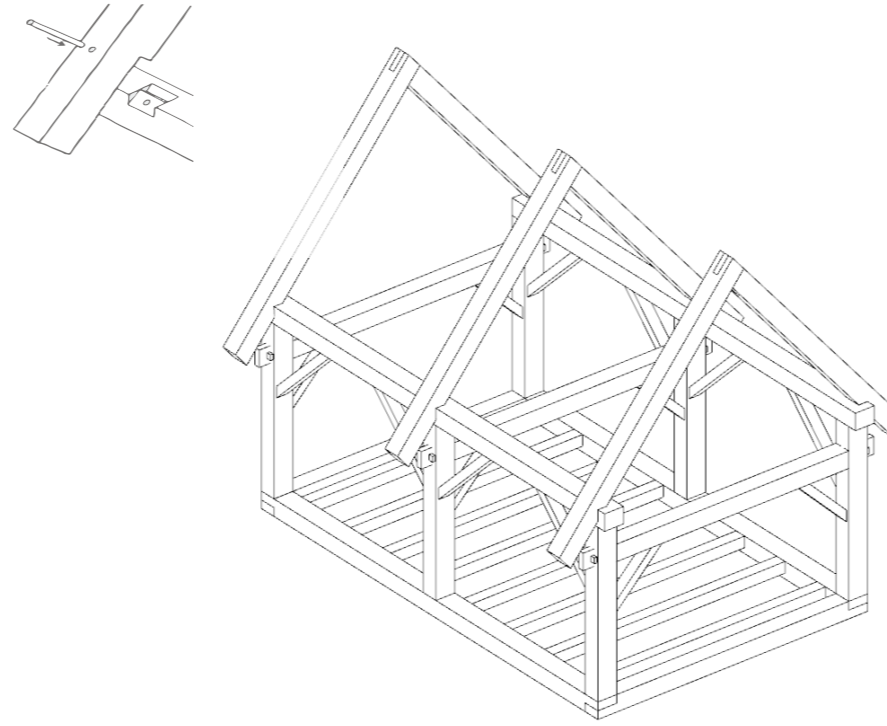
Normale constructie

De nokbalk draagt het dak (en niet de trekbal), waardoor deze twee liggers met een simpele inkeping verbonden zijn:



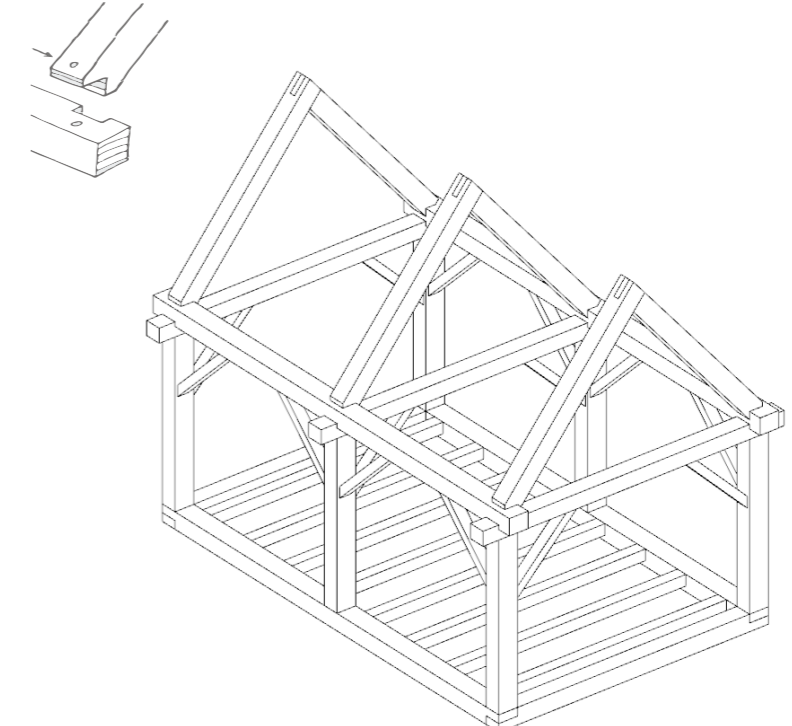
Verhoogde constructie

Nokbalk draagt dak: te gebruiken wanneer dwarsbalk ontlast moet worden (bv als het een verdiepingvloer moet dragen). Een gebint op basis van deze configuratie heet een ankerbalkgebint



Omgekeerde constructie

Makkelijker op te bouwen, en vrije plaatsing kolommen mogelijk doordat nokbalk het dak draagt. Een gebint op basis van deze configuratie heet een dekbalkgebint (zie technisch onderzoek p.<?>).



Liggers dienen met de noordzijde van de stam aan de bovenkant geplaatst te worden: de voorspanning die ontstaan is in de stam (de noordzijde is harder en daarom beter bestand tegen trekkracht) wordt zo gebruikt.

Building skin

Toepassing Nederlands hout voor gebouwschil

Naaldhout

- Grenen: Rechtdradig, makkelijk bewerkbaar maar harsrijk. Voor **kozijnen, deuren, vloeren, gevel**.
- Lariks: Voor **gevel- en dakbedekking** schors gebruiken voor waterkering (Zwenger & Olgiati, 2016, p.20). Droging kan met schors en al.
- Douglas: Oude douglas is kwastvrij en rechtdradig. Alleen voor **gevel en deuren, ramen**.
- Vuren: Over het algemeen rechtdradig. Voor **dakbedekking** schors gebruiken voor waterkering (Zwenger & Olgiati, 2016, p.39). Moet verduurzaamd worden als het blootgesteld is aan regen.

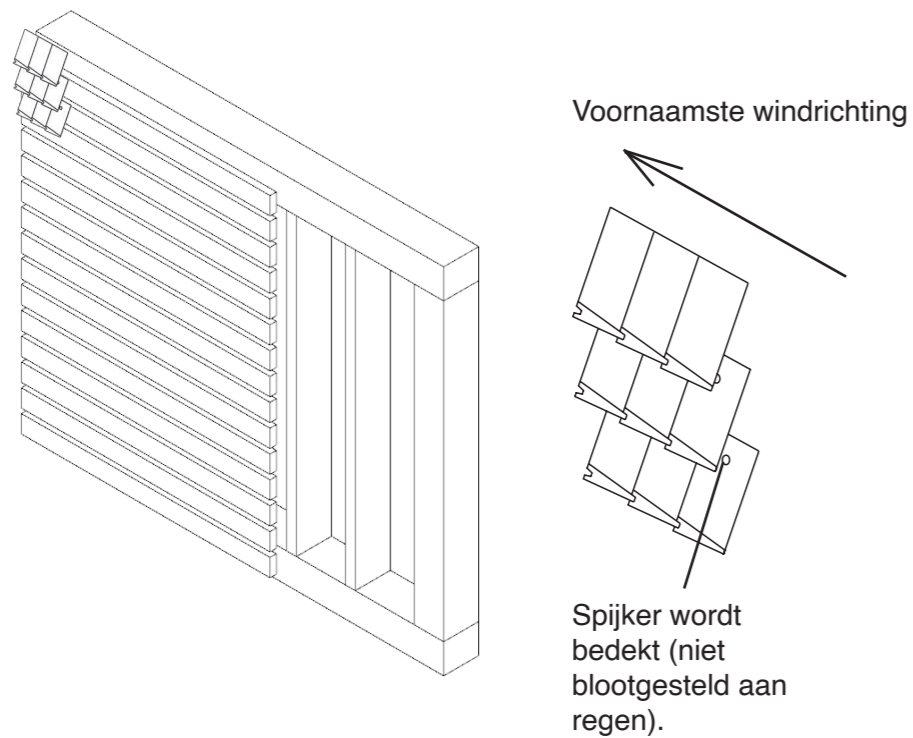
Loofhout

- Eik: Rechtdradig. Te gebruiken voor **dakbedekking (shingles), gevelbedekking, deuren, vloeren en ramen**.
- Berk: berkenschors wordt van jonge bomen gestript en in lappen gebruikt als onderkant graszoden **dak** (zie p.13).
- Rode ceder: groeit in Nederland (Probos, 2010), wordt gebruikt voor dak- en **gevelbedekking**.
- Cypres: komt niet veel voor in Nederland, heeft schors die net als berk erg sterk is en voor **gevel** geschikt is.

Gevelbedekking: hout

Shingles

Mo doet onderzoek naar:
spijkerloze bevestiging



Bouwwijze

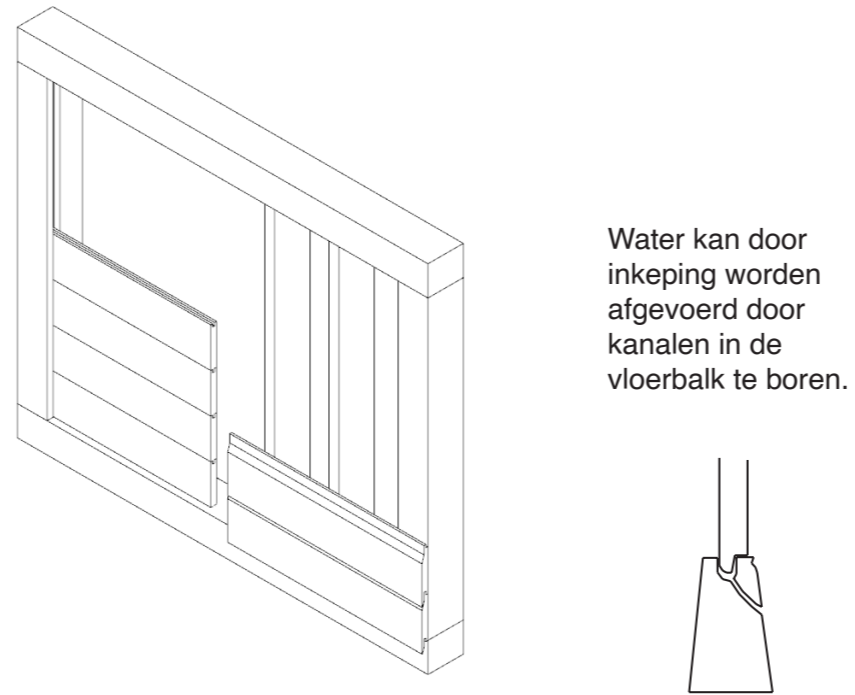
Met spijkers op planken (één spijker per shingle), planken zijn met deuvels aan regels vastgemaakt

Productie

D.m.v cirkelzaag (op maat zagen) en schindeleisen (met draad mee splijten, zie afbeelding rechtsonder. Dezelve vorm voor dak en gevel.

Zie technisch onderzoek p.<?>

Houten planken horizontaal



Bouwwijze

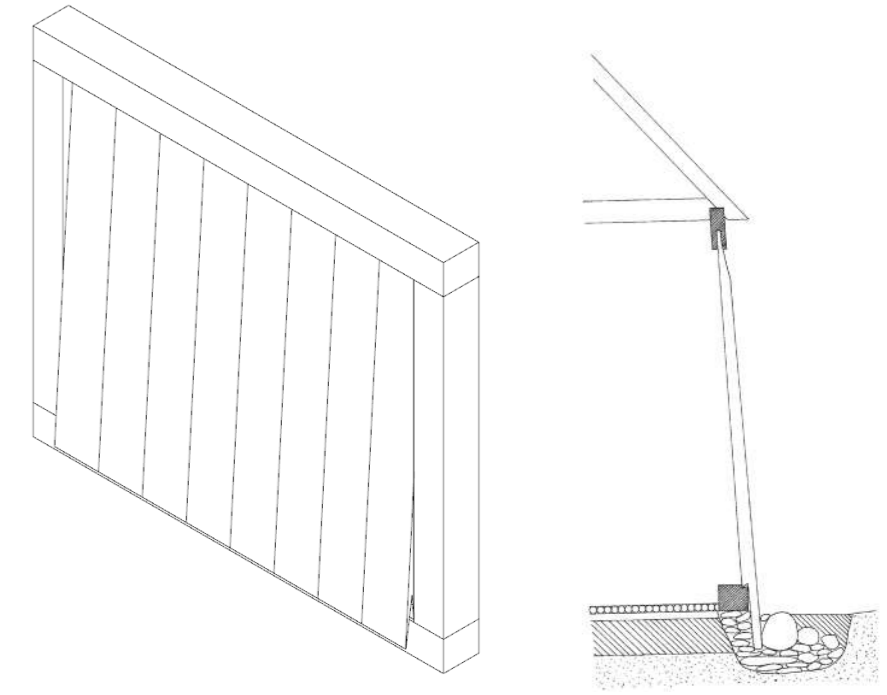
1. Door krimp worden de planken steviger in elkaar geduwd, als in kolommen aan beide zijden van de planken een gleuf is gemaakt (afbeelding). Door deze gleuf zijn de rotgevoelige uiteindes van de planken beschermd tegen regen.
2. Spijkereen aan achterconstructie, waarbij de planken elkaar en de spijkers overlappen.

Aan houten planken kan extra stabiliteit worden ontleend door balken met een gewigde pen-gatverbinding te verankeren.

Productie

Benodigd gereedschap: Woodmizer (planken op maat zagen), CNC (vorm en inkepingen).

Houten planken verticaal



Bouwwijze

Kunnen zonder schroeven worden bevestigd (houdt vocht buiten), en zo worden gedemonteerd.

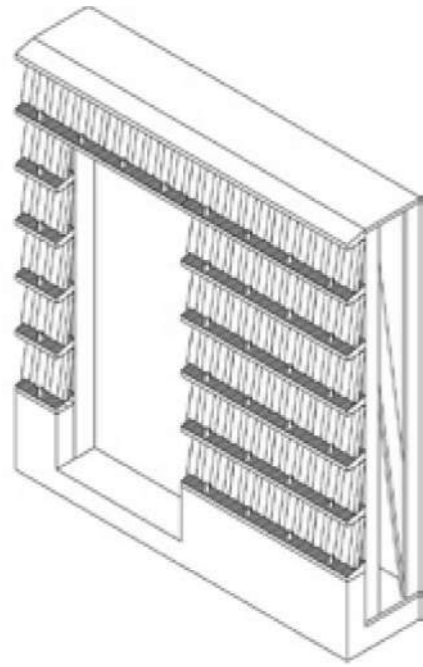
Productie

Benodigd gereedschap: Woodmizer (planken op maat zagen), CNC (vorm en inkepingen).



Gevelbedekking: klei en riet (invulling)

Riet



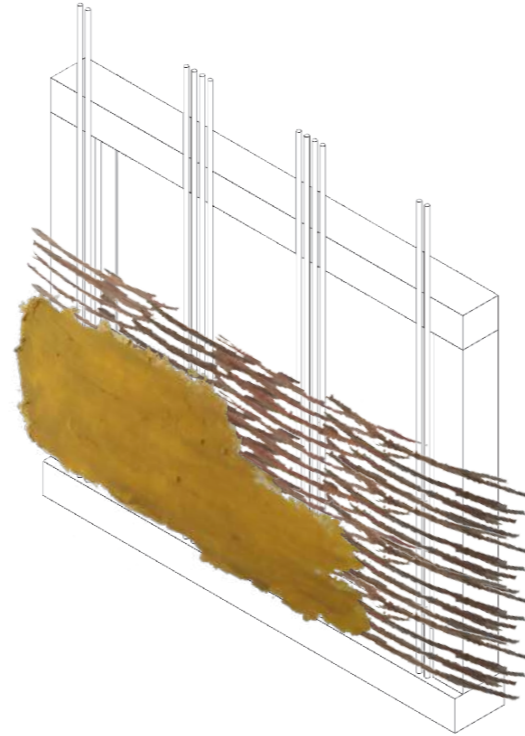
Bouwwijze

Net als op het dak kan riet voor een gevel aan regels bevestigd worden. Voor ramen en gevels kunnen regels geplaatst worden tussen de bundels.

Variaties: zie STRAATAGETS KONTOR NR. 2 • JUNI 2020, ISSN 2246-3275



Wattle and daub



Een dubbele rij takken maakt de constructie steviger, en zo kan isolatiemateriaal (droog gras of stro) toegevoegd worden. Een enkel weefwerk kan ook, tussen de kolommen in of voor de kolommen langs.

Alternatieve onderconstructie voor cob kan zijn:

- Houten ondergrond met deuvels of spijkers (methode Rijken, zie p.12)
- Stro gedoopt in een kleimengsel
- Bamboe

Cob is dampdoorlatend, wat goed is voor de ventilatie voor isolatiematerialen als stro. Daarnaast is klei vuurbestendig.

Levensduur W&D wand: heel lang (700 jaar)

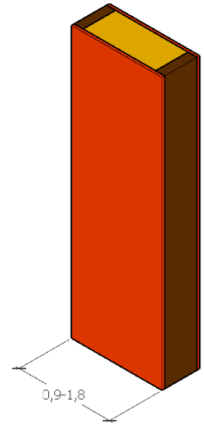
Aanhechting klei

Klei heeft oppervlakte nodig om goed te hechten. Het is daarom gunstig dat het weefwerk aan beide kanten van de stijlen loopt. Het houten raamwerk werd om dezelfde reden traditioneel grof gehakt (onder). Klei voor de gevel kan het beste in het voorjaar of zomer worden aangebracht.



Gevelbedekking: producenten zelfdragende stropanelen (prefab)

Dirk Scharmer (Duitsland)



Een laag basisleem wordt aan beide zijden aangebracht in een nabij de bouwplaats gelegen loods. Op de bouwplaats gaat er een tweede laag leem overheen.

Ramen en deuren worden zo veel mogelijk tussen de panelen geplaatst ter voorkoming van koudebruggen.

Stro: op zijn kant en aangeporst.

Ecococon



Dragende gevel, tot 2 verdiepingen.

Ecococon gebruikt hetzelfde principe als Dirk Scharmer: ramen en deuren worden tussen de panelen geplaatst. Stabiliteit wordt in het paneel geregeld dmv schuine balken.

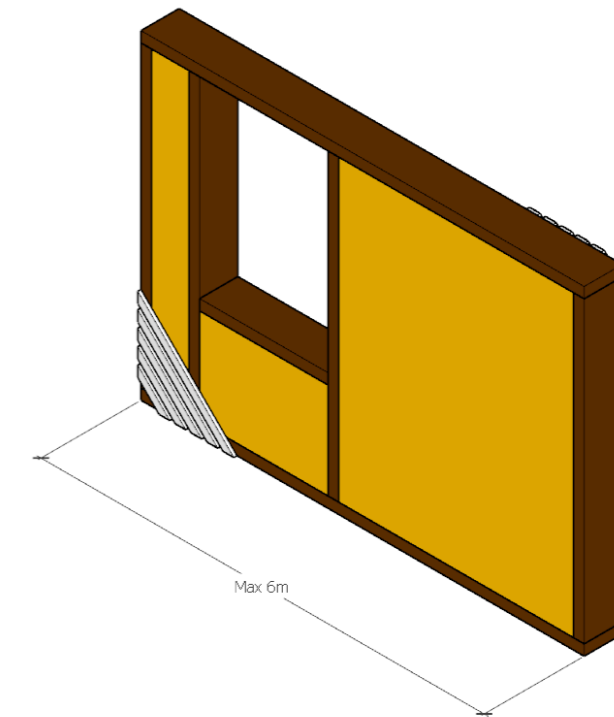
De panelen worden op de bouwplaats afgewerkt.

Levensduur: Ecococon geeft 25 jaar garantie op de isolatie.

Straw works

Werken als architect met Ecococon samen.
Heeft haar bouwdetails op de website gezet:
<https://strawworks.co.uk/resources/technical-details/>

Oostenrijkse prefab panelen

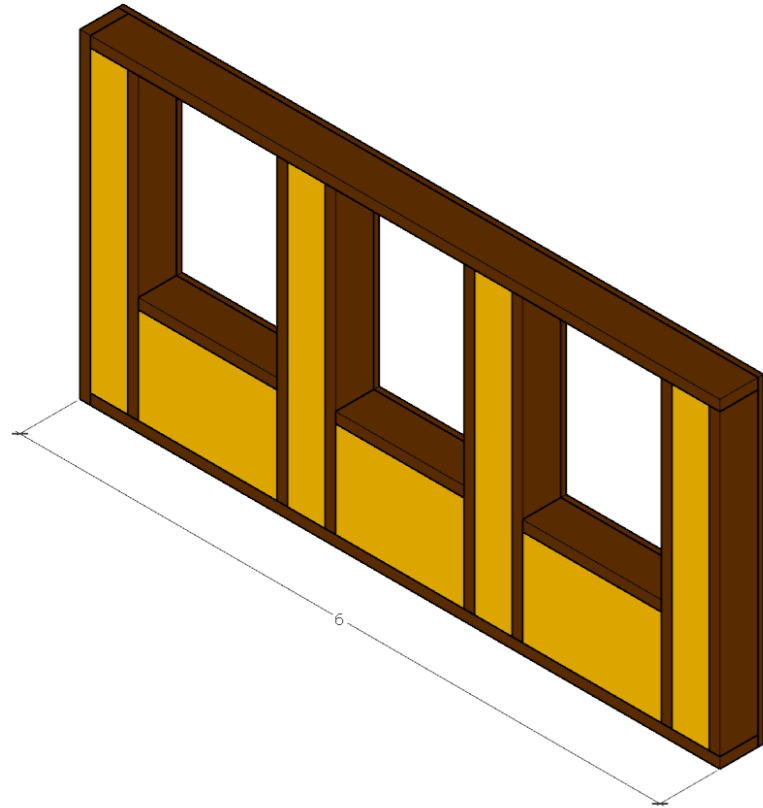


Afgetimmerd met schuine planken (regenbestendig en voor stabiliteit).

Prefab panelen met schuine planken, voor stabiliteit. De ruimte tussen de planken dient voor aanhechting leem, dat er op de bouwplaats op wordt gesmeerd.

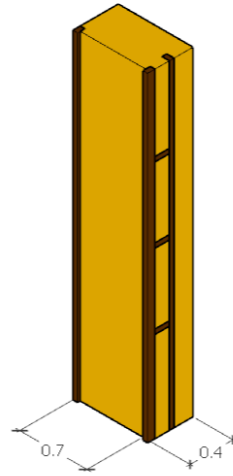


Rene Dalmijer

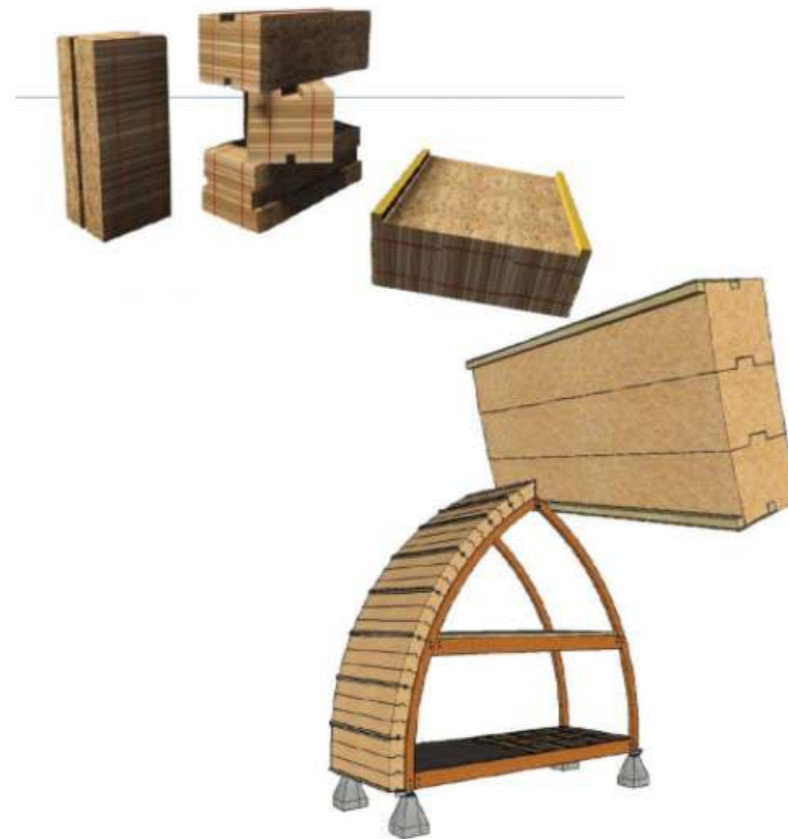


Geprefabriceerde 6m brede panelen aan de buitenkant afgewerkt met houten planken. Huis van 5 verdiepingen: <https://strobouw.nl/project/amsterdam-ijburg-2/>. Bij dit huis zijn de gevels enkel zelfdragend.

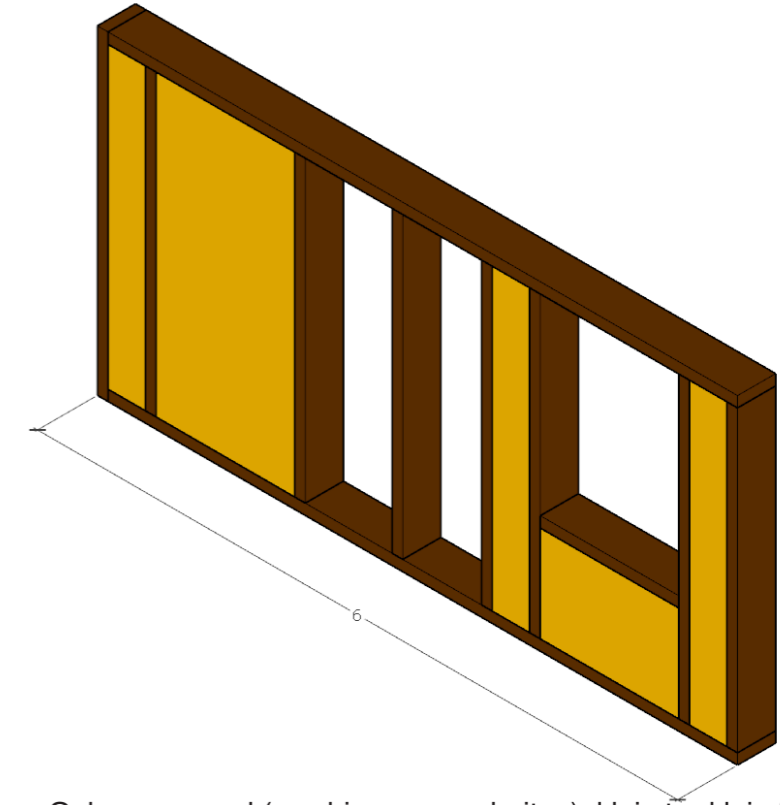
Straw Blocks systeem



Door zaagmachines geprofileerde prefab blokken van **in elkaar geperst stro**. Latten worden tegen elkaar aan **geschroefd**. Gevel, vloer, dak, binnenwanden.



Paille-tech

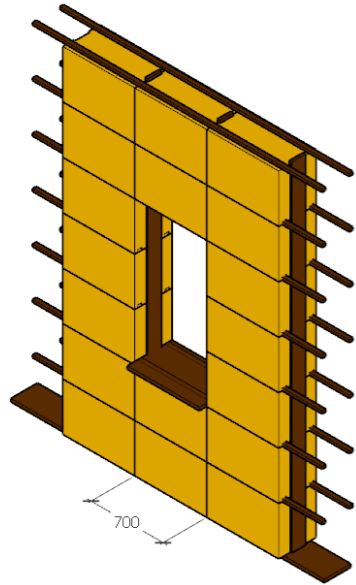


Opbouw paneel (van binnen naar buiten): klei-stro-klei of klei-stro-HSB en houten planken.

Levensduur: PailleTech geeft 10 jaar garantie op de panelen.

Gevelbedekking: stropanelen prefab of in het werk

CUT (Tom Rijven)



Bouwwijze

- Funderingsbalk (minimaal 150mm hoog)
- Multiplex plank (21mm). Deze draagt de eerste baal en is een vochtontderbreking tussen fundering en het stro. Moet worden vastgemaakt aan fundering.
- Stijlen
- Strobalen,
- Regels op de balen. Om de balen fijn te persen wordt hierop gedanst en worden de balen met een krik ('mammoet') verder samengeperst. Na plaatsing van de laatste baal wordt met een waterpas gekeken hoe deze bovenste baal getrimt moet worden. Op de bovenste baal worden niet twee regels gelegd maar een dikkere balk, die dient als nokbalk.
- Dakconstructie
- Strobalen op dakconstructie, afwerking dak
- Afwerking gevel

Strohalmen worden door Rijven verticaal gebruikt voor grootste draagkracht en betere isolatiewaarde.

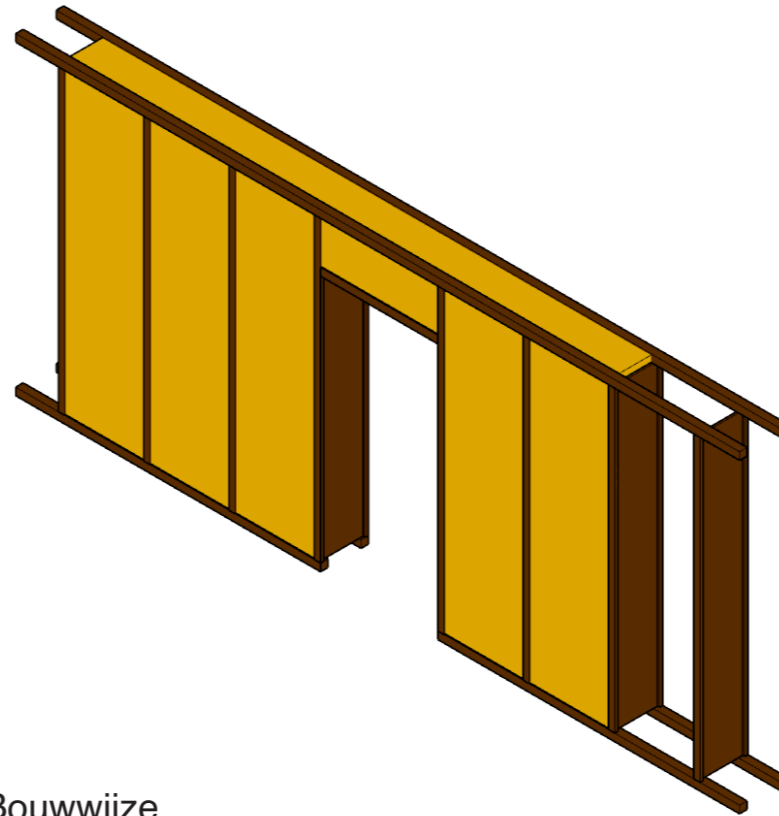
Productie

Met een **baalpers** (te vinden op veel boederijen) kan het hele jaar door (ipv bij de oogst) strobalen gemaakt worden.

Prefab en in het werk

De CUT kan zowel volledig in het werk als volledig prefab gemaakt worden. Voor prefab elementen kunnen de panelen plat gelegd worden en de balen worden ingesmeerd met klei of leem (dezelfde methode als PailleTech).

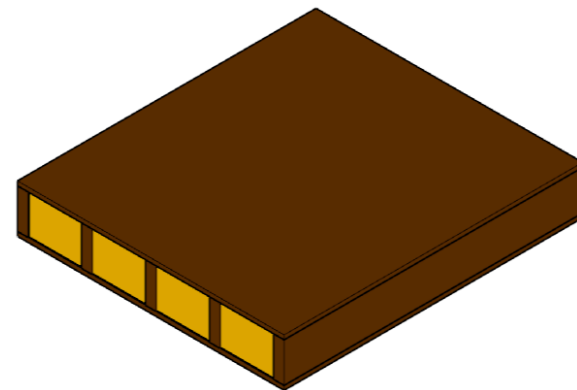
Sander Giesen



Bouwwijze

- Het frame wordt prefab in elkaar getimmerd.
- Het frame wordt bevestigd aan multiplex vloerplaten.
- De balen tussen de stijlen gelegd,
- De balen worden ingesmeerd met klei of leem.

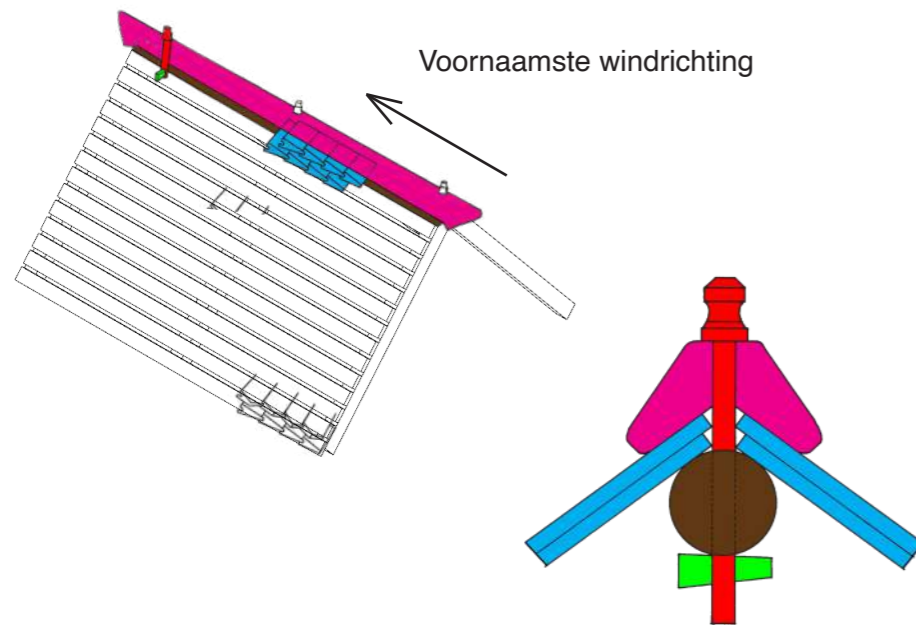
In het biotel worden deze panelen gedragen door vloerdozen (afbeelding onder) en dragen zelf een verdiepingsvloer met dezelfde opbouw. Het dak wordt gedragen door kolommen.



Multiplex vloerdozen, gevuld met stro, bedekt met multiplex platen. In het biotel liggen hieronder schelpen tegen vocht en ongedierte.

Dakbedekking

Shakes



Bevestiging aan dakconstructie

Met spijkers (één spijker per shingle). Kan elke mogelijke dakvorm bekleden. Volgens producent Marley kunnen shakes met waterdichte, dampopen laag onder een helling van 14-22 graden gelegd worden. Bij steilere dakhellingen (zoals bij de 16 eiken schuur) is deze laag niet nodig.

Productie

D.m.v cirkelzaag (op maat zagen en taps laten toelopen) en schindeleisen (met draad mee splijten, afbeelding). Dezelfde vorm voor dak en gevel.

Bevestiging met touw mogelijk?

Levensduur

Vergelijkbaar met riet.

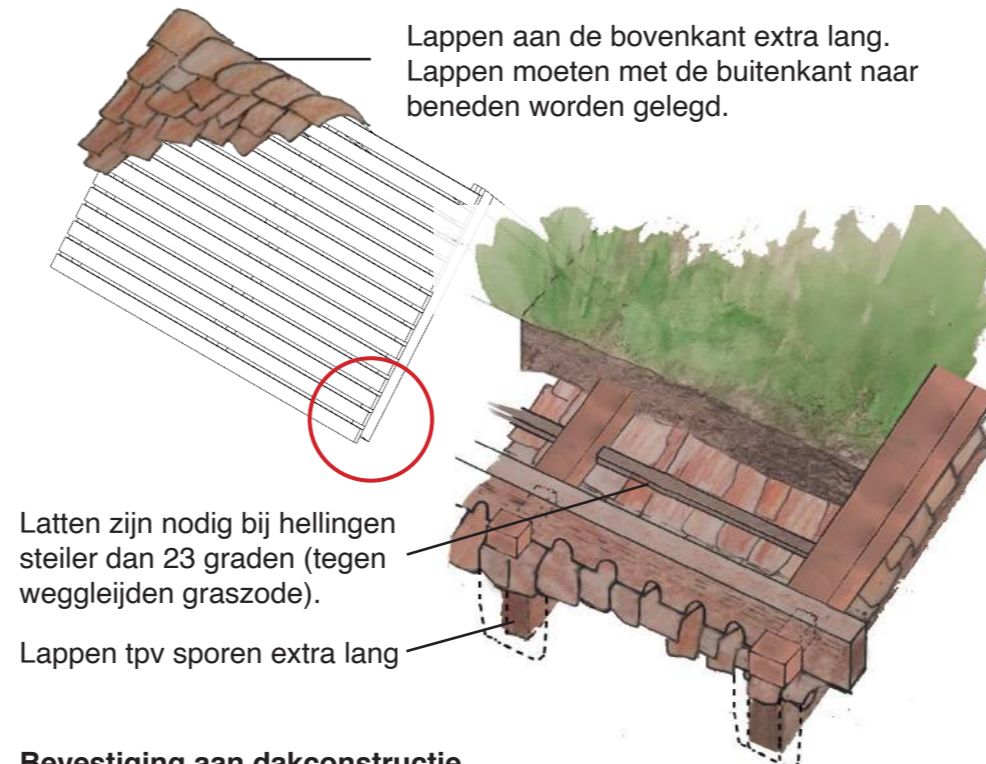
Bron:

<https://www.marley.co.uk>

100m² aan shakes (3 lagen) kost €3000 (bron: Ecomat).



Schors met graszoden



Bevestiging aan dakconstructie

Zonder bevestiging, blijft door eigengewicht liggen. De lappen berkerschors t.p.v. de bovenkant van het dak moeten langer zijn (er is geen windveer nodig). Voor waterkering zijn 6 tot 16 lagen berkerschors nodig.

Dakhelling moet steiler zijn in gebieden met zware regenval (tenminste 18 graden, zoals in Faeröere, waar daken soms 45 graden hellen). In Noorwegen is de optimale helling 20-27 graden.

Alternatieve bovenlagen zijn losse bovengrond, compost of stro. De bovenlaag kan worden beplant met kruiden of op natuurlijke wijze groeien.

De constructie moet berekend zijn op 300kg/m².

Productie

Zie technisch onderzoek p.<?>

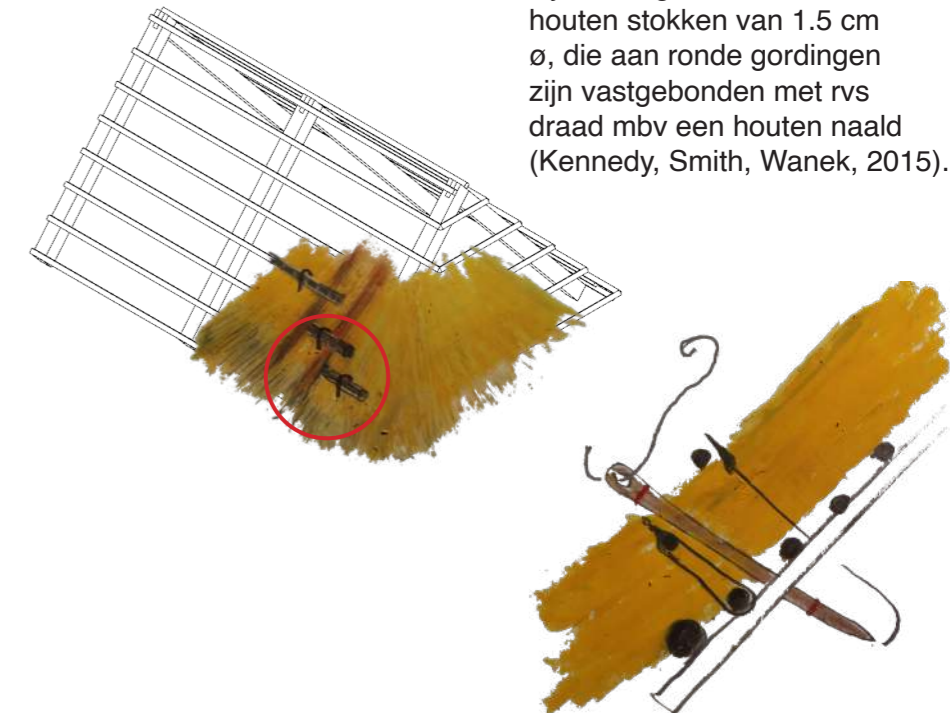
Levensduur

30 jaar. Hergroeien schors duur 10-20 jaar.

Bronnen:

<https://www.smartcitiesdive.com/ex/sustainablecitiescollective/new-well-forgotten-old-scandinavian-vernacular-experience-biodiverse-green-roof/329816/>
<https://toverlevenaar.cultu.be/tag/berkerschors/>
<https://emupauto.ru/nl/trava-na-krovle-ozelenenie-krovli-zel-naya-travyanaya-krysha.html> (meest uitgebreid)

Riet



Bevestiging aan dakconstructie

Manieren van maken nok: 1. Onderkant stro naar boven toe 2. Gebruik lisdodde 3. Koperen of bakstenen kap. Voor het maken zie https://www.youtube.com/watch?v=xKT_ZVX5PFE

Isolatie

De isolatiewaarde is maximaal als geen luchtstroom is tussen het rieten dak en onderisolatie. Een vuurbestendige laag is nodig en moet elke 5 tot 7 jaar worden aangebracht. Ook een luchtdichte aansluiting van isolatiepaneel en rieten dak reduceert de kans op brand, almede een houten plafondafwerking met klei ingesmeerd.

Productie

Waterriet is het beste voor dakbedekking (Kennedy, Smith, Wanek, 2015). De hoogste kwaliteit riet is één jaar oud, sterk, fel van kleur, en ongeveer 2m lang. Op dezelfde plek blijven oogsten zorgt ervoor dat het riet steeds geschikter wordt voor rietdekken. Riet wordt gesorteerd op lengte en gebundeld. 2ha stro is nodig voor 140m² dak: 114m² per m² dakoppervlak.

Levensduur

25 tot meer dan 40 jaar, afhankelijk van omstandigheden volgens Vakfederatie Rietdekkers, 75 jaar volgens Kennedy, Smith, Wanek (2015).

Kosten

100m² rietdekken kost €10.000 (inclusief arbeid, bron: verbouwkosten.com).

Gevelisolatie

Kennedy et al. (2015) raden voor wanden (het simpelst te isoleren) aan: stro, hemp- or papercrete, lichte klei (stro-klei, houtvezel-klei, minerale klei) en gemetseld hout.

Stro

Bevestiging: balen kunnen tussen stijlen worden geklemd.

Hemp-papercrete

Blokken die kunnen dragen en isoleren.
Soortelijk gewicht: 275 kg /m³

Lichte klei

Gemaakt uit gerecycled papier.
Niet geschikt voor natte ruimtes
 $R_c = 0,040 \text{ W/mK}$
Kan brandveilig worden gemaakt door toevoeging boorzout

van <https://www.isolatie-info.nl/isolatiemateriaal/cellulose>

Gemetseld hout

Tekst p.327

Dakisolatie

Voor daken is lichtgewicht isolatiemateriaal nodig.

Katoenen platen (gerecyclede kleding)

$\lambda = 0.04$.
Duurzaam indien geen pesticiden zijn gebruikt.
Ingesmeerd met Boorzuur brandveilig, schimmelvrij.

Als rol tussen latten (afbeelding).

Schapenwollen platen

$\lambda = 0.04$
Behoeft volgens Ecomat (producent) geen brandwerende toevoeging.
Schapenwol is van nature schimmelbestendig (door vochtregulering).

Als rol tussen latten (afbeelding).

Cellulose (gerecycled papier)

Niet geschikt voor natte ruimtes
 $\lambda = 0,04$
Ingesmeerd met Boorzuur brandveilig, schimmelvrij.

Snippers: kan los worden aangebracht (bv zolders). Voor gevels en daken onder een hoek moet cellulose worden verdicht, of worden gespoten (beide high-tech).

van <https://www.isolatie-info.nl/isolatiemateriaal/cellulose> en Kennedy et al., 2015

Rijsthulsels

Rijst wordt niet veel in Nederland geproduceerd.
Brandveilig (net als stro)
Heel goede isolator: $\lambda = 0.0082$

Kan goed tegen druk. Verpakt in zakken te gebruiken.



Katoenen platen. Van <https://www.ecobouwers.be/duurzaam-bouwen/artikels/katoen-isolatie-als-bio-ecologisch-bouwmetaal>



Schapenwollen platen. Van <https://isolatieprijs.be/isolatiemateriaal/minerale-wol/>

