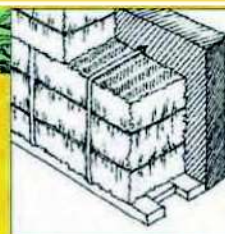
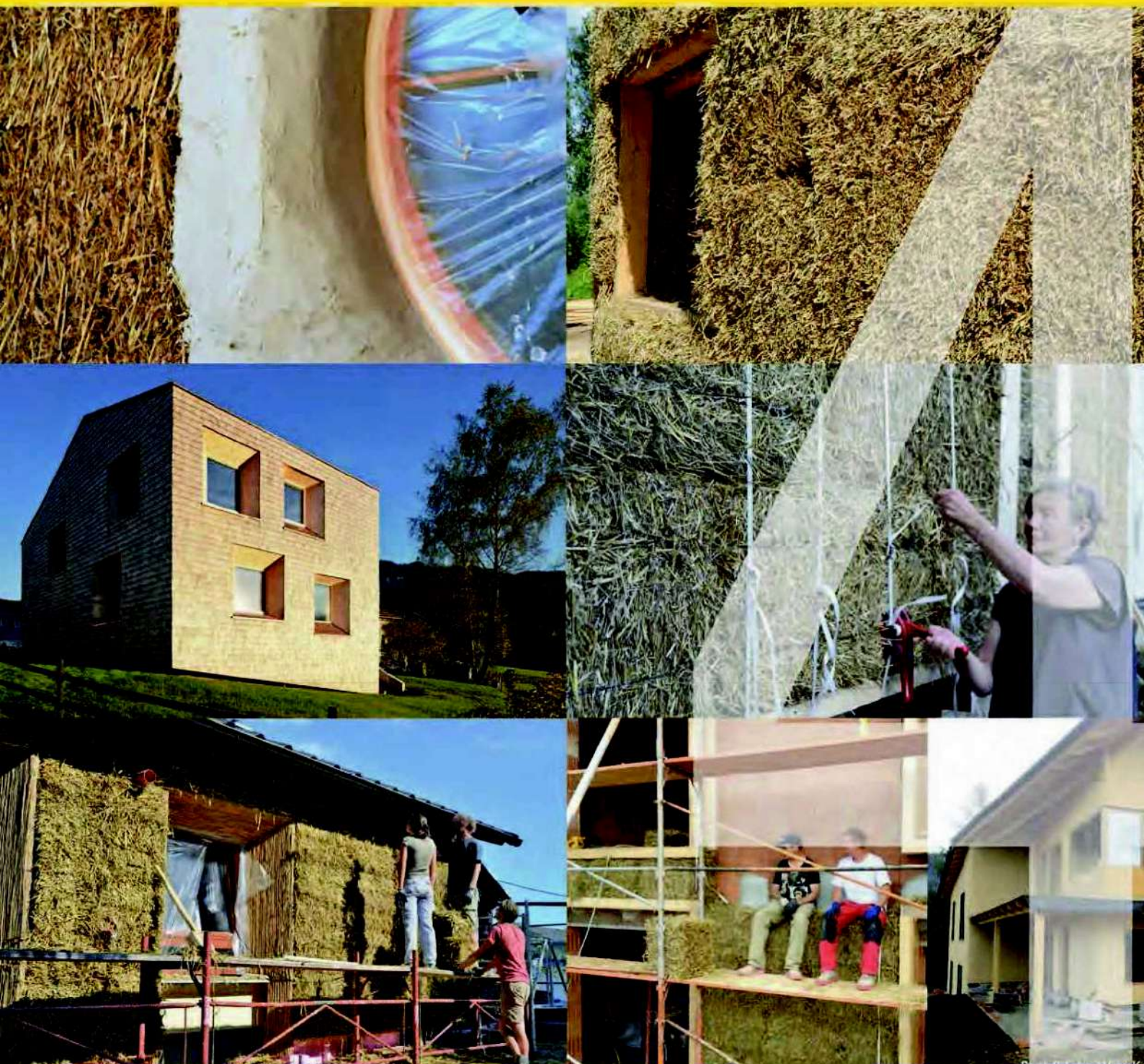




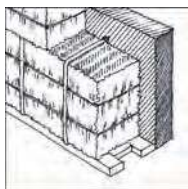
U4 IZOLACJA TERMICZNA



Kurs Budowania ze Słomy dla Europejskich Specjalistów

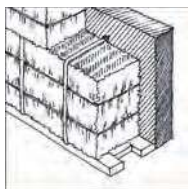






	CZAS	STRONA
U4 Efekty nauki		5
U4 Sesja 1: Projektowanie i planowanie	ok. 6 godz.	7
Info: Porównanie systemów izolacji termicznej		8
Info: Detale (fundamenty/okna)		12
Wskazówki: Lista kontrolna obkładania zewnętrzną izolacją termiczną		14
01-14 Fundament hybrydowy, 02-15 Izolacja cokołu, 03-16 Drenaż, 04-17 Okap, 05-18 Okna i drzwi, 06-19 Rusztowania		
U4 Sesja 2: Konstrukcje	2 dni	21
Info: Rodzaje konstrukcji		22
Wskazówki: Rodzaje konstrukcji		24
07-24 Słupki wyśrodkowane, 08-25 Słupki zlicowane do zewnątrz, 09-26 Mocowanie kostek do ściany, 10-27 Prasowanie kostek, 11-28 Wiązanie kostek do ściany, 12-29 Izolacja w paletach, 13-30 Klatka podtrzymująca słomę, 14-31 Kapinos, 15-32 Tynkowanie bezpośrednie, 16-34 Okładzina, 17-35 Fasada szklana		
U4 Sesja 3: Konstrukcje prefabrykowane	1 dzień	37
Info i wskazówki: Prefabrykowane systemy izolacji termicznej		38
18-38 System/haus/bau / ASBN, 19-39 Jules Ferry Residence / Bet Gaujard, 20-41 Complemedis / Werner Schmidt, 21-42 Fasada słomiano-trzciniowa / Kengo Kuma, 22-42 A-Recipe-To-Live-Straw-House / studenci Uniwersytetu Waseda, 23-43 Centrum Przedsiębiorczości Uniwersytetu Wschodniej Anglii: prefabrykowana fasada ze słomy i trzciny, 24-43 Schelfbauhütte: system izolowania kostkami słomy, 25-44 Szkoła Montreuil Issy les Moulineux: zewnętrzna modułowa fasada ze słomy, 27-45 Make your City Smart! / Paul Schulz, TU Wiedeń, 27-46 Obliczanie kosztów budowy		
U4 Sesja 4: Alternatywy dla kostek słomy	ok. 2 godz.	49
Info i wskazówki: naturalne alternatywy		49
23-47 Wtryskiwanie włókien słomy, 24-48 Maty słomiane, 25-49 Maty trzciniowe		
Współpraca		52





Poziom 3 (punkty ECVET: 15) / Poziom 4 (12)

Wiedza

Kursanci:

- Znać krajowe przepisy dotyczące budowania z kostek słomy.
- Znać specyficzne problemy związane z organizacją placu budowy straw-bale oraz rozwiązania (ochrona przed warunkami atmosferycznymi, bezpieczeństwo, logistyka).
- Znać oznaczenia i symbole niezbędne do zrozumienia rysunków konstrukcyjnych.
- Znać nowe i historyczne konstrukcje ścian i specyfikę obkładania ich izolacją termiczną (pozioma izolacja przeciwwilgociowa, wykończenie okien, konsystencja tynku, okap).
- Znać różne metody i techniki ocieplania, dotyczące ich wymagania, zalety i wady.
- Wiedzą o konieczności i znają techniki unikania i zamykania szczelin (między kostkami słomy i między kostkami a konstrukcją).
- Znać inne naturalne materiały izolacyjne, które mogą być dodatkowo stosowane w budownictwie z kostek słomy.
- Znać różne metody mocowania kostek słomy, ich charakterystykę oraz metody kompresji.
- Znać różne techniki ocieplania i dotyczące ich wymagania związane z harmonogramem budowy, budżetem i zasobami.
- Znać detale połączeń sąsiadujących elementów budynku (stropów, ścian, posadzek, dachów) w celu uniknięcia mostków termicznych.
- Znać technikę budowy dodatkowej płyty podwalinowej do izolacji słomianej w celu uniknięcia mostków termicznych.
- Znać techniki przygotowania podłoża o równej i wolnej od szczelin powierzchni.

Umiejętności

Kursanci potrafią:

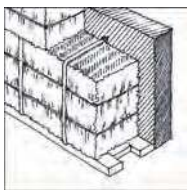
- Kontrolować jakość konstrukcji i możliwość jej zaizolowania kostkami słomy.
- Obsługiwać narzędzia i maszyny używane do wykonywania ociepleń.
- Stosować różne metody izolowania i modernizacji.
- Dostosować rozmiar kostek i sprasować je w razie potrzeby.
- Mocować kostki do istniejącej ściany i wypełniać szczeliny słomą lub innym trwałym materiałem izolacyjnym, aby stworzyć ciągłą warstwę izolacji, unikając mostków termicznych.
- Stworzyć trwałe połączenie między izolacją a istniejącą konstrukcją.
- Odczytać i zrozumieć oznaczenia na rysunkach konstrukcyjnych.
- Wykonać drewniane podkonstrukcje oraz słupki i nadproża otworów.
- Udzielać porad innym, np. wykonawcom cokołów, na podstawie znajomości detali.
- Przygotować bazę do pracy kolejnych specjalistów (tynk, okładzina, szczelność powietrzna i wiatrowa) lub zrobić to w porozumieniu z nimi (wyrównać i ostrzyć powierzchnię słomy, przymocować podłoże pod tynk do drewnianych elementów konstrukcyjnych).

Kompetencje

Kursanci mogą:

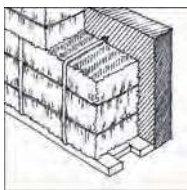
- Zorganizować plac budowy na wszystkich etapach oraz dostosować proces pracy, wykorzystanie narzędzi i odpowiednich technik związanych z ocieplaniem kostkami słomy (planowanie, przygotowanie, wykonanie, dodatkowe rzemiosło).
- Koordynować i omawiać potrzeby technologii izolowania kostkami słomy z innymi specjalistami.
- Przedstawić wady i zalety różnych metod wykonywania izolacji ze słomy.
- Wybrać dobrej jakości kostki, nadzorować cały proces wykonywania izolacji.





U4-S1: Projektowanie i planowanie

<p>Cele:</p> <p>Kursant:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Posiada umiejętność czytania i rozumienia rysunków architektonicznych i budowlanych. - Zna różne rodzaje konstrukcji. - Zna zalety i wady każdego rozwiązania. <p>Umiejętności:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tworzenie harmonogramu budowy. - Organizowanie i kończenie pracy zgodnie z harmonogramem. - Sporządzanie zestawienia drewna - Obliczanie kosztów budowy. <p>Metody:</p> <p>Wykład/rozmowa</p> <p>Wyjaśnienia</p> <p>Praktyka</p>		<p>Prowadzący:</p>
		<p>Miejsce:</p> <p>Sala zajęć</p> <p>Czas trwania:</p> <p>3 dni</p> <p>Sprzęt:</p> <p>Projektor</p> <p>Tablica</p>
Teoria	<p>Podstawy rysunków architektonicznych i budowlanych.</p> <p>Różne rodzaje konstrukcji, ich charakterystyka i wymagania dotyczące kostek słomy.</p> <p>Zalety i wady różnych technik.</p> <p>Jak przygotować harmonogram budowy.</p> <p>Jak sporządzić zestawienie drewna.</p> <p>Kalkulacja kosztów budowy (materiały, robocizna itp.).</p>	<p>Dokumenty:</p> <p>Arkusze informacyjne:</p> <p>I1 Podstawy rysunku</p> <p>I2 Charakterystyka różnych opcji</p> <p>I3 Rysunki zalet i wad</p> <p>Arkusze tekstowe:</p> <p>X1 Podstawy rysunku</p> <p>X2 Charakterystyka różnych opcji</p> <p>X3 Organizacja placu budowy i harmonogram</p> <p>Arkusze ćwiczeń:</p> <p>E1 Sporządzenie harmonogramu prac</p> <p>E2 Lista cięć</p> <p>E3 Obliczanie ilości materiałów i kosztów</p> <p>E4 Rysowanie detali konstrukcyjnych</p>
Praktyka	<p>Przeanalizuj i opracuj studium przypadku porównując wnioski z innymi kursantami.</p>	
<p>Organizacja:</p> <p>Przygotuj studium przypadku dla każdej grupy uczestników (2-3 osoby), przeanalizuj je, aby móc porównać je z wnioskami kursantów.</p>		<p>Ocena:</p> <p>Test wielokrotnego wyboru</p>



U4-S1: Systemy izolacji termicznej - porównanie



U-Wert: 0,132 W/m²K
PEI n.e.: >19 kWh/m²

Kostki słomy pokryte bezpośrednio tynkiem wapiennym

Gęstość kostki około 100kg, łączna grubość 38,5cm

Powierzchnia: strzyżenie, upychanie, tynkowanie

System ocieplenia: Cena materiału/m² (AT)

Kostki słomy: około 10-17,4€/m² (certyfikowane)

Podkonstrukcja z/bez skrzynek okiennych: 13,05-36,5€/m²

Tynk wapienny 2,5cm, siatka: 10€/m²

Koszty materiałów łącznie: 33,05 - 63,90€/m²



U-Wert: 0,128 W/m²K
PEI n.e.: >23 kWh/m²

Kostki słomy z elewacją wentylowaną

Gęstość kostki około 90kg, łączna grubość 45cm

System ocieplenia: Cena materiału/m² (AT)

Kostki słomy: około 10-17,4€/m² (certyfikowane)

Podkonstrukcja z/bez skrzynek okiennych: 13,05-36,5€/m²

Otwarta dyfuzyjnie płyta (DWD): 8,46€/m²

Łaty, kontrłaty, deskowanie elewacyjne: 40€/m²

Koszty materiałów łącznie: 71,51 - 102,36€/m²



U-Wert: 0,178 W/m²K
PEI n.e.: >13 kWh/m²

Mata konopna Naporo + elewacja Capatect

20cm płyty/maty konopnej, całość 21cm grubości

System ocieplenia: Cena materiału/m² (AT)

Mata konopna (Naporo) 24,91-41,52€/m²

Wypełnienie, baza pod tynk, siatka z włókna szklanego,

CarcoPorPlaster: 24,80€/m²

+/- Skrzynki na okna z izolacją: 23,45€/m²

Koszty materiałów łącznie: 50 - 89,77€/m²



U-Wert: 0,173 W/m²K
PEI n.e.: >13 kWh/m²

Kostki słomy mini, płyta z włókna drzewnego, tynk wap.

26cm słoma, 4cm SteicoProtect, całość 32,5cm grubości

System ocieplenia: Cena materiału/m² (AT)

Kostki słomy: około 8-11,2€/m² (certyfikowane)

Podkonstrukcja z/bez skrzynek okiennych: 13,05-36,5€/m²

Otwarta dyfuzyjnie płyta: 13,18€/m²

Tynk wapienny 2,5cm, siatka: 8,70€/m²

Koszty materiałów łącznie: 43 - 69,58€/m²



U-Wert: 0,174 W/m²K
PEI n.e.: >13 kWh/m²

Dla porównania: Baumit WDVS EPS-F

18cm polistyren EPS-F, całość 20cm grubości

Powierzchnia: strzyżenie, upychanie, tynkowanie

System ocieplenia: Cena materiału/m² (AT)

Polistyren EPS-F: 22,60€/m²

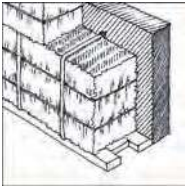
Siatka z włókna szklanego, grunt, SilikatTop: 17,09€/m²

+/- Otwory okienne z izolacją: 23,45€/m²

Koszty materiałów łącznie: 40 - 63,14€/m²

Ceny: baustrohballen.at/sonnenklee.at/frischeis.at/haeuser-in-wolle.com/baushilf.at/hagebau.at

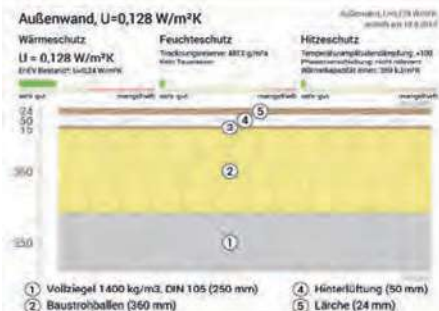
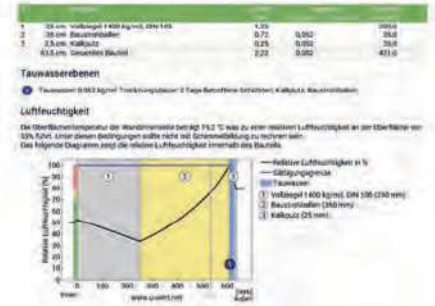
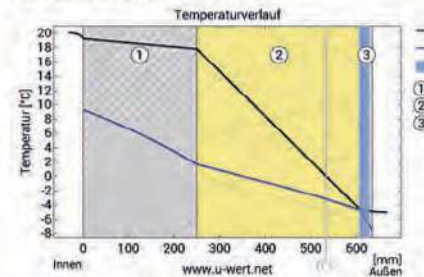
Ceny oraz dostępność materiałów w Polsce mogą się znacznie różnić od podanych [przyp. tłumacza].



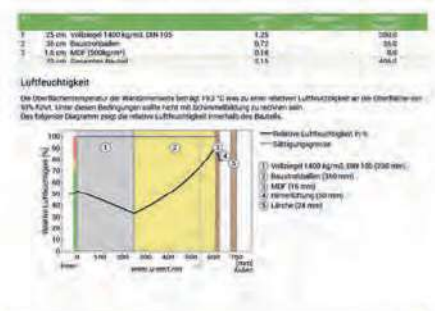
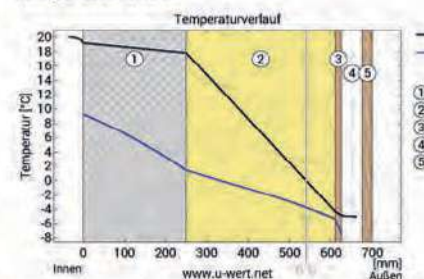
U4-S1: Systemy izolacji termicznej - porównanie



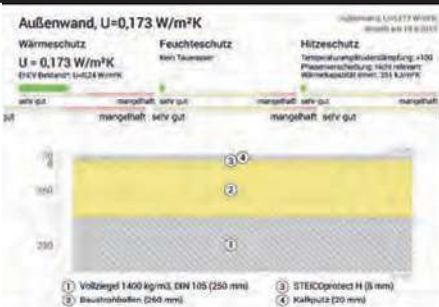
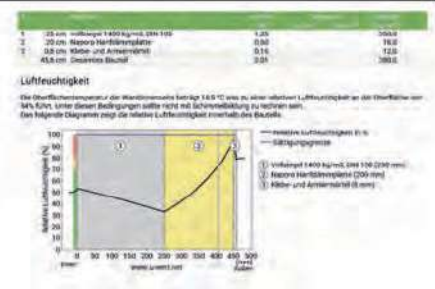
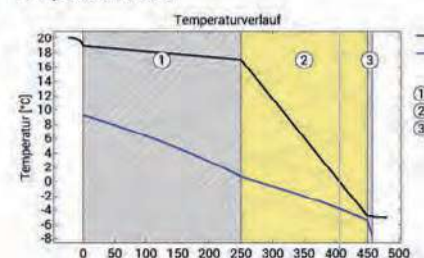
Temperaturverlauf



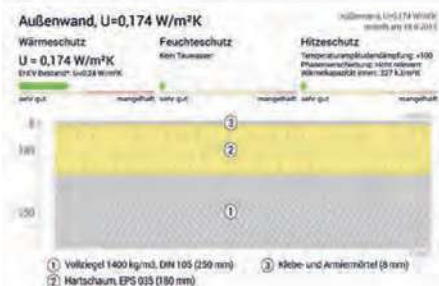
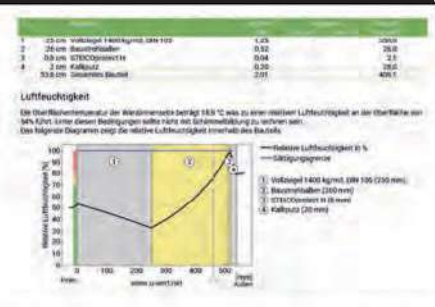
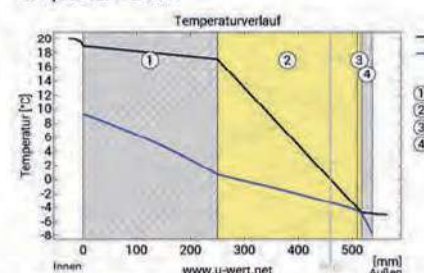
Temperaturverlauf



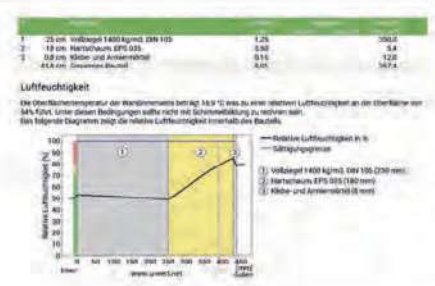
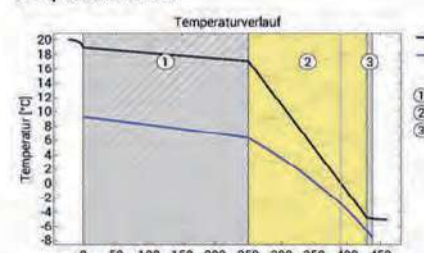
Temperaturverlauf

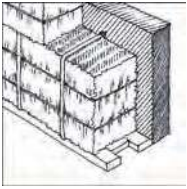


Temperaturverlauf

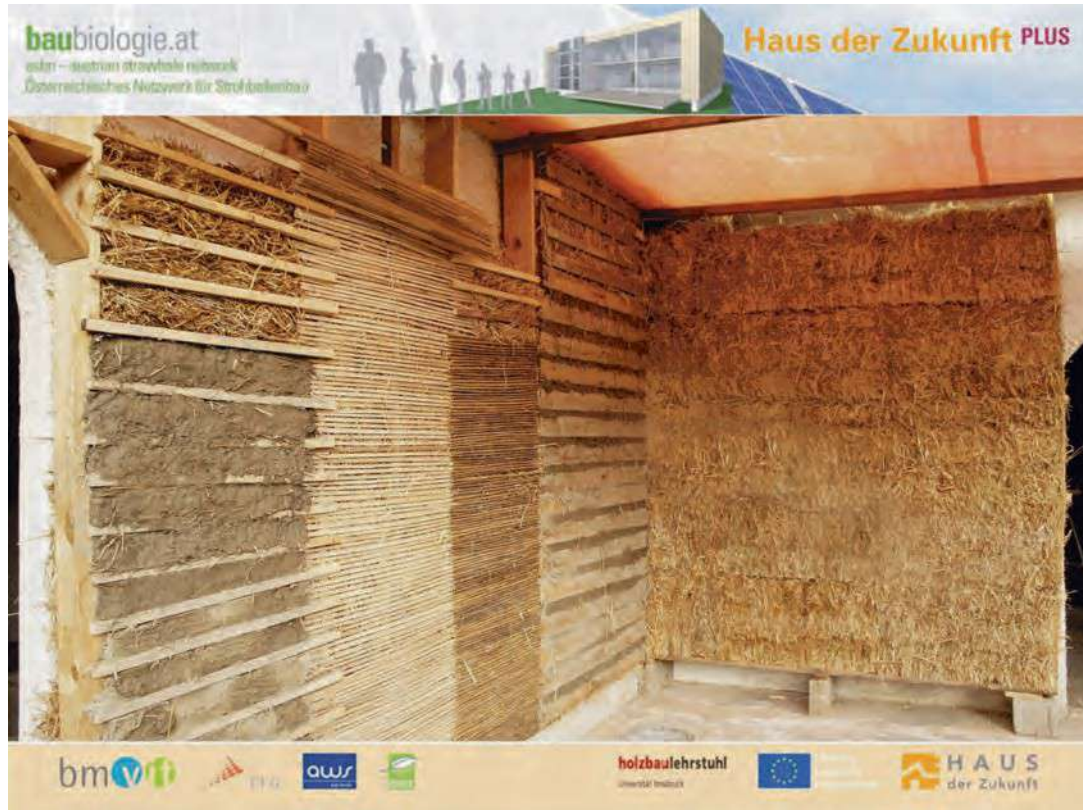


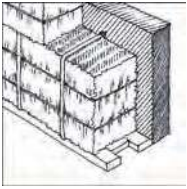
Temperaturverlauf



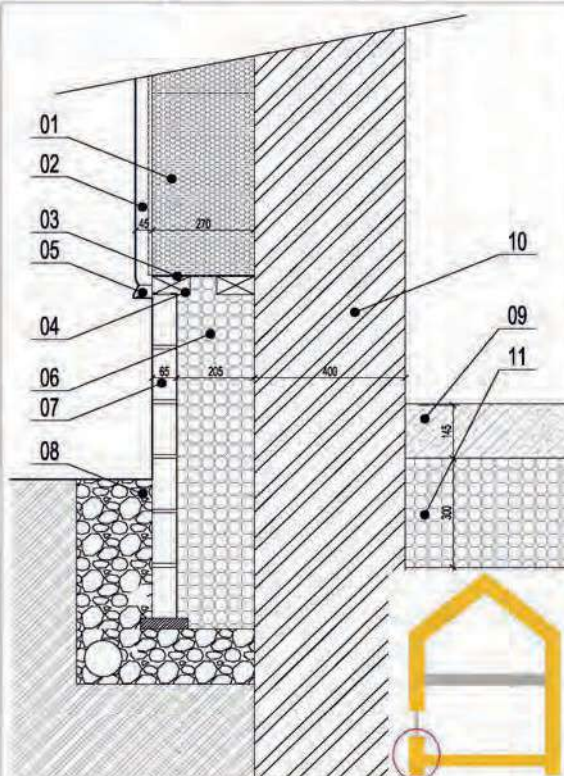


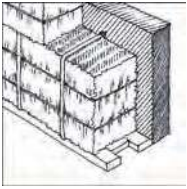
U4-S1: Systemy izolacji termicznej - porównanie



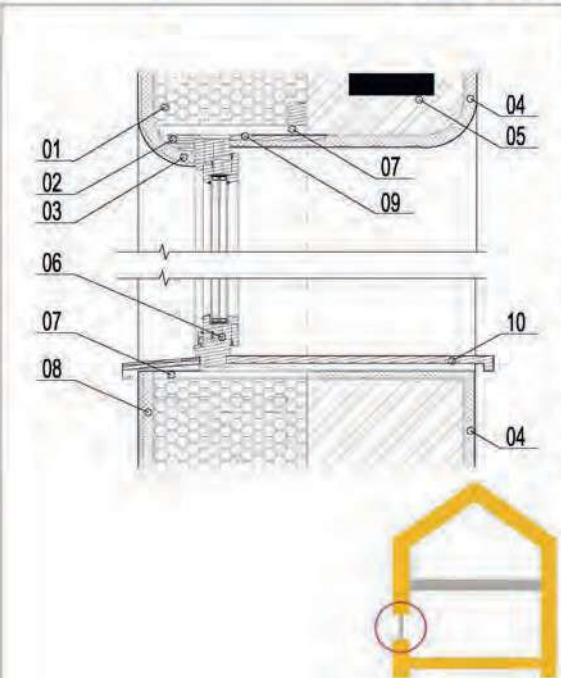


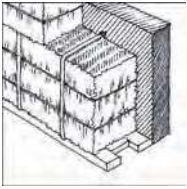
U4-S1: Projektowanie i planowanie

	Good Building Practice for wrapping	Unit 4	S1																																																		
Detail: additional foundation to strawbale retrofitting Var. 1 WRAPPING		Technical Sheet 1/4 4/2013																																																			
		<table><tr><th colspan="2">Specific Features</th></tr><tr><td>Diffusion-Open <i>outside lime plaster</i></td><td>✓</td></tr><tr><td>Water-Resistance <i>brick wall in splash-water-area, waterbarrier on base plate</i></td><td>✓</td></tr><tr><td>Fire-Safety <i>tested for 120 min fire-resistance</i></td><td>✓</td></tr><tr><td>Airtightness</td><td>✓</td></tr><tr><td>Windproofness <i>lime plaster, wooden cladding</i></td><td>✓</td></tr><tr><td>Sound Insulation</td><td>✓</td></tr></table>		Specific Features		Diffusion-Open <i>outside lime plaster</i>	✓	Water-Resistance <i>brick wall in splash-water-area, waterbarrier on base plate</i>	✓	Fire-Safety <i>tested for 120 min fire-resistance</i>	✓	Airtightness	✓	Windproofness <i>lime plaster, wooden cladding</i>	✓	Sound Insulation	✓																																				
Specific Features																																																					
Diffusion-Open <i>outside lime plaster</i>	✓																																																				
Water-Resistance <i>brick wall in splash-water-area, waterbarrier on base plate</i>	✓																																																				
Fire-Safety <i>tested for 120 min fire-resistance</i>	✓																																																				
Airtightness	✓																																																				
Windproofness <i>lime plaster, wooden cladding</i>	✓																																																				
Sound Insulation	✓																																																				
<table><tr><th colspan="3">Description of Materials:</th></tr><tr><th>Nr.</th><th>mm</th><th>Material</th></tr><tr><td>1</td><td>270</td><td>strawbales fixed to the wall</td></tr><tr><td>2</td><td>45</td><td>earth plaster, directly to bales with mesh</td></tr><tr><td>3</td><td></td><td>water barrier</td></tr><tr><td>4</td><td></td><td>wooden baseplate (2x 50x100 mm)</td></tr><tr><td>5</td><td></td><td>wooden ending (nose)</td></tr><tr><td>6</td><td>200</td><td>foamglass</td></tr><tr><td>7</td><td>70</td><td>brick wall</td></tr><tr><td>8</td><td></td><td>gravel</td></tr><tr><td>9</td><td>145</td><td>new floor on foamglass</td></tr><tr><td>10</td><td>400</td><td>existed wall</td></tr><tr><td>11</td><td>300</td><td>foamglass</td></tr><tr><td>12</td><td></td><td></td></tr></table>		Description of Materials:			Nr.	mm	Material	1	270	strawbales fixed to the wall	2	45	earth plaster, directly to bales with mesh	3		water barrier	4		wooden baseplate (2x 50x100 mm)	5		wooden ending (nose)	6	200	foamglass	7	70	brick wall	8		gravel	9	145	new floor on foamglass	10	400	existed wall	11	300	foamglass	12			<table><tr><th colspan="2">Tests/Calculations:</th></tr><tr><td colspan="2"> </td></tr><tr><td colspan="2"> </td></tr><tr><td colspan="2"> </td></tr></table>		Tests/Calculations:							
Description of Materials:																																																					
Nr.	mm	Material																																																			
1	270	strawbales fixed to the wall																																																			
2	45	earth plaster, directly to bales with mesh																																																			
3		water barrier																																																			
4		wooden baseplate (2x 50x100 mm)																																																			
5		wooden ending (nose)																																																			
6	200	foamglass																																																			
7	70	brick wall																																																			
8		gravel																																																			
9	145	new floor on foamglass																																																			
10	400	existed wall																																																			
11	300	foamglass																																																			
12																																																					
Tests/Calculations:																																																					
<table><tr><th colspan="2">Advantages/Disadvantages:</th></tr><tr><td colspan="2"> </td></tr><tr><td colspan="2"> </td></tr><tr><td colspan="2"> </td></tr></table>		Advantages/Disadvantages:								<table><tr><td colspan="2">U-value A (W/mK)</td></tr><tr><td colspan="2">U-value B (W/mK)</td></tr><tr><td>Bales need compression</td><td>++</td></tr><tr><td>Density of bales kg/m³</td><td>90</td></tr><tr><td>Structural strength</td><td>+++</td></tr></table>		U-value A (W/mK)		U-value B (W/mK)		Bales need compression	++	Density of bales kg/m ³	90	Structural strength	+++																																
Advantages/Disadvantages:																																																					
U-value A (W/mK)																																																					
U-value B (W/mK)																																																					
Bales need compression	++																																																				
Density of bales kg/m ³	90																																																				
Structural strength	+++																																																				



U4-S1: Projektowanie i planowanie

Good Building Practice for wrapping		Unit 4	S1																																							
Detail: opening connected to wall, strawbale retrofitting		Technical Sheet 2/4																																								
Var. 1 WRAPPING		4/2013																																								
		Specific Features																																								
		Diffusion-Open	✓																																							
		outside earth plaster																																								
		Water-Resistance	✓																																							
		additional roof extention, lime plaster																																								
		Fire-Safety	✓																																							
		tested for 120 min fire-resistance																																								
		Airtightness	✓																																							
		airtight folie under bales																																								
		Windproofness	✓																																							
		lime plaster,																																								
		Sound Insulation	✓																																							
<p>< Outside Inside > cross-section — windproof — airtight — insulation — vapour barrier — installation</p>		Description/Notes																																								
Description of Materials:																																										
<table><thead><tr><th>Nr.</th><th>mm</th><th>Material</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>400</td><td>strawbales fixed to the wall</td></tr><tr><td>2</td><td></td><td>woodfiberboard attached to windows frame</td></tr><tr><td>3</td><td>40</td><td>lime plaster</td></tr><tr><td>4</td><td>35</td><td>clay plaster</td></tr><tr><td>5</td><td>400</td><td>existing wall</td></tr><tr><td>6</td><td></td><td>window</td></tr><tr><td>7</td><td>25</td><td>OSB box for reposition of window</td></tr><tr><td>8</td><td>40</td><td>lime plaster</td></tr><tr><td>9</td><td></td><td>reed for holding plaster</td></tr><tr><td>10</td><td></td><td>hardwood</td></tr><tr><td>11</td><td></td><td></td></tr><tr><td>12</td><td></td><td></td></tr></tbody></table>				Nr.	mm	Material	1	400	strawbales fixed to the wall	2		woodfiberboard attached to windows frame	3	40	lime plaster	4	35	clay plaster	5	400	existing wall	6		window	7	25	OSB box for reposition of window	8	40	lime plaster	9		reed for holding plaster	10		hardwood	11			12		
Nr.	mm	Material																																								
1	400	strawbales fixed to the wall																																								
2		woodfiberboard attached to windows frame																																								
3	40	lime plaster																																								
4	35	clay plaster																																								
5	400	existing wall																																								
6		window																																								
7	25	OSB box for reposition of window																																								
8	40	lime plaster																																								
9		reed for holding plaster																																								
10		hardwood																																								
11																																										
12																																										
Tests/Calculations:																																										
<table><tbody><tr><td>U-value A (W/mK)</td><td></td></tr><tr><td>U-value B (W/mK)</td><td></td></tr><tr><td>Bales need compression</td><td>++</td></tr><tr><td>Density of bales kg/m³</td><td>90</td></tr><tr><td>Structural strength</td><td>+++</td></tr></tbody></table>				U-value A (W/mK)		U-value B (W/mK)		Bales need compression	++	Density of bales kg/m ³	90	Structural strength	+++																													
U-value A (W/mK)																																										
U-value B (W/mK)																																										
Bales need compression	++																																									
Density of bales kg/m ³	90																																									
Structural strength	+++																																									
Advantages/Disadvantages:																																										



U4-S1: Projektowanie i planowanie - lista

Zadanie:
Obliczyć PEI
tego fundamentu
na metr bieżący

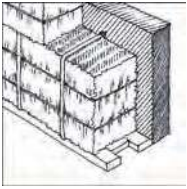


01 Izolowany **fundament** hybrydowy: Stosować czy nie stosować betonu?

Podatne na wilgoć materiały naturalne nie powinny być stosowane w części ściany zewnętrznej najbardziej narażonej na ochłapnię wodą odbijającą się od podłoża. Musimy zastosować w tym miejscu (30cm w cokole ściany) innego rodzaju materiał. Zazwyczaj część ta wykonana jest z betonu, choć nie potrzebujemy go ze względów konstrukcyjnych, ponieważ jedynym obciążeniem są otynkowane kostki słomy. Czemu właściwie jesteśmy przeciwni stosowaniu betonu? Jest on sztuczną mieszanką cementu, piasku lub żwiru i wody, zazwyczaj uzupełnioną jeszcze innymi dodatkami. Cement jest składnikiem decydującym o tym, że produkcja betonu wymaga bardzo dużych nakładów energii. Rozróżniamy beton zbrojony (żelbet) i niezbrojony. Stopień zazbrojenia to kolejny czynnik decydujący o energochłonności tego materiału (beton klasy C20 / C25: energochłonność: 315 kWh/m³, $\lambda = 2,0$ W/mK, bloczki betonowe: energochłonność 379 kWh/m³, $\lambda = 1,35$ W/mK). **Zalety betonu:** wysoka wytrzymałość na ściskanie, dobra izolacyjność akustyczna, dobra ochrona przeciwpożarowa, dobra ochrona przed wilgocią, wysoka masa termiczna, dowolność w kształtowaniu. **Wady betonu:** słaba izolacyjność termiczna, proces starzenia, "kompozytowy materiał budowlany". Bloczki termoizolacyjne (wypełnione perlitem) mają jeszcze wyższy współczynnik energii wbudowanej (Cegła S, Poroton: energochłonność: 484 kWh/m³, $\lambda = 0,09-0,11$ W/m.K).

Rozwiązaniem może być próba maksymalnego zmniejszenia udziału betonu na naszej budowie i zastosowanie zamiast niego mineralnych materiałów izolacyjnych, jednak ich właściwości są również bardzo zróżnicowane: perlit (energochłonność: 187 kWh/m³, $\lambda = 0,06$ W/mK), szkło piankowe (energochłonność: 224 kWh/m³, $\lambda = 0,07$ W/mK), Leca (energochłonność: 850 kWh/m³, $\lambda = 0,035$ W/mK), a także styropian XPS mają wyższą zawartość energii pierwotnej, niż beton (energochłonność: 548 kWh/m³, $\lambda = 0,16$ W/mK). Rozsądnym rozwiązaniem będzie zastosowanie 15 cm bloczków betonowych z perlitem lub szkłem piankowym. W ten sposób zawartość energii pierwotnej jest optymalna i uzasadniona.

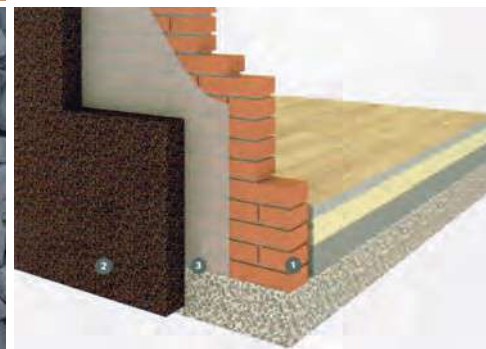
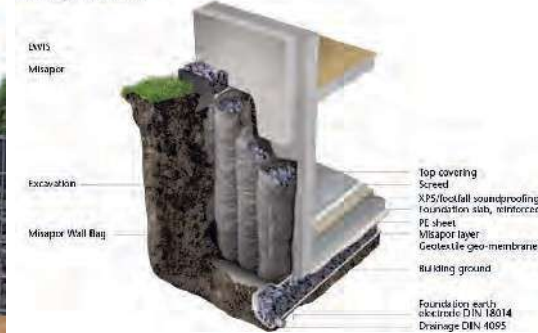
Źródło wszystkich wartości dla energochłonności i λ : TU Monachium



U4-S1: Projektowanie i planowanie - lista



Wall Bag Installation



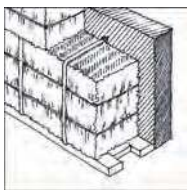
02 Izolacja z pianki szklano-zwirowej i korka zamiast XPS

Czy są jakieś na uniknięcie betonu i styropianu XPS do wykonania izolacji fundamentów? Cena wyjściowa dla porównania wynosi: 9,74€/m.

Jeśli weźmiemy pod uwagę budynek jednokondygnacyjny (o wysokości 3m), otrzymamy obciążenie od kostek słomy (100 kg/m³ = 108kg) i tynku wapiennego (1400kg/m³ = 105kg) na poziomie 227kg/m fundamentu. Jest to stosunkowo niewielkie obciążenie. Co więcej, nie jest ono przenoszane całkowicie przez fundament, ale częściowo też przez samą ścianę i krokwie dachowe (konstrukcja podwieszana).

Wiemy już, że np. szkło piankowe nadaje się zarówno na izolację termiczną jak i przenoszącą obciążenia warstwę znajdującą się pod poziomem terenu. Warstwa 30-40cm kruszywa ze szkła piankowego będzie w zupełności wystarczająca (cena przy zastosowaniu na głębokość 50cm to 11,7 - 15,7€/m). Szklęm piankowym mogą być również wypełnione gabiony (30x30x30cm: 8,95€) lub worki na piasek (0,83€, 4 rzędy po 40x60cm = 6,46€/m).

Innym rozwiązaniem izolacji po obwodzie budynku może być korek. Korek nie powinien być układany bezpośrednio na wilgotnym podłożu, ale może stanowić 30 cm izolacji ponad szkłem piankowym (cena przy grubości 10cm i wysokości 30cm: 12,53€/m). Tynk cementowo-wapienny na siatce z włókna szklanego zabezpieczy ten pomocniczy fundament przed osiadaniem. Ale: bez gwarancji!



U4-S1: Projektowanie i planowanie - lista



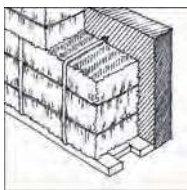
03 Zalety i wady **drenażu** przy renowacji

Podczas renowacji i oczyszczania ścian zewnętrznych starych piwnic zwykle nie napotykamy drenażu. Ma to swoje uzasadnienie w budowie podłóg tych piwnic. W wielu starych piwnicach układana była tylko luźna cegła, bez żadnego rodzaju uszczelnienia od strony gruntu. Fundamenty budowane były jako przepuszczalne dla wody, w żadnym wypadku nie z wodoszczelnego betonu. Od zewnątrz materiał posadzkowy montowany był w nieco bardziej "ściśły" sposób tak, by u podstaw ścian zachodziło tylko podciąganie kapilarne z gruntu wilgoci nie usuwalnej za pomocą drenażu. Jeśli nie zmieniamy warunków glebowych w danym miejscu, zastosowanie drenażu nie ma sensu ponieważ rury drenażowe mogą odprowadzić wodę jedynie w stanie ciekłym.

Instalacja systemu drenażowego z przepuszczalnego granulatu, płyt drenażowych bądź rur wokół ścian zewnętrznych i fundamentów, znacznie pogorszyłaby stan starych konstrukcji piwnic. Woda stale napływałaby do przestrzeni przepuszczalnego wypełnienia, co prowadziłoby do ciągłego jej oddziaływania i uszkodzeń ścian i fundamentów. Zwłaszcza wilgoć obecna do tej pory pod podłogą piwnicy nasyciłaby glebę, a drenaż znajdujący się po zewnętrznej stronie fundamentów nie dałby rady jej odprowadzić.

Biorąc to pod uwagę, wykonywanie drenażu w starym budynku jest bezcelowe. Zwłaszcza, że drenaż w wodonośnych warstwach gleby spowodowałby jedynie zmniejszenie ilości cennej wody na całym terenie.

Źródło: trockenlegung-hannover.de/drainagen



U4-S1: Projektowanie i planowanie - lista



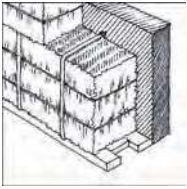
04 Czy **okap** po bokach i po stronie szczytowej dachu jest wystarczający?

Podczas gdy dostosowanie wysięgu okapów bocznych do nowej warstwy izolacji jest stosunkowo proste, większe szerokości okapów szczytowych będą wymagały obliczeń konstrukcyjnych oraz przeprowadzenia procedury administracyjnej uzyskania pozwolenia na budowę. Przepisy definiują minimalną odległość od sąsiednich działek, a także od drogi. W wielu przypadkach konieczne będzie też uzyskanie pisemnej zgody wszystkich sąsiadów.

Oznacza to również, że potrzebny będzie konstruktor lub architekt, mogący przygotować i podpisać odpowiednią dokumentację rysunkową przed przedłożeniem jej organom do zatwierdzenia.

Przed pokryciem domu izolacją należy sprawdzić wysięg okapu ze wszystkich stron - do izolacji słomą potrzebne będzie co najmniej 36-40cm przestrzeni chronionej okapem. Jeśli taka przestrzeń nie jest dostępna, warto pomyśleć o cieńszej warstwie izolacji termicznej (na przykład wykonanej z minikostek słomianych grubości 26cm, fragmentów większych kostek lub z innego materiału - patrz strona 8 lub wskazówka 13). Można też przedłużyć okap w niekonwencjonalny sposób: dodając na przykład drugi, krótki daszek chroniący słomę poniżej dachu głównego, przykryty na przykład blachą (patrz rysunek w prawym górnym rogu).

Polskie przepisy nieco inaczej podchodzą do tego zagadnienia, najlepiej skonsultować się z architektem, bądź lokalnym urzędem. [przyp. tłumacza]



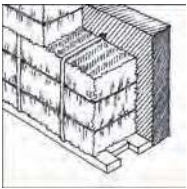
U4-S1: Projektowanie i planowanie - lista



05 Solidne skrzynie w otworach na **okna i drzwi**:

Jeśli w ocieplanej ścianie pozostają istniejące okna (np. dlatego, że nadal odpowiadają standardowi izolacji termicznej), w ich okolicy powstaje mostek termiczny. Okna są zawsze słabym punktem domu (8-12cm drewniana lub plastikowa rama ma znacznie gorsze właściwości izolacyjne, niż 36cm słomy). Ramy okienne muszą być od zewnątrz przykrywane izolacją, co nie ułatwia sprawy, bo zazwyczaj jest to nie więcej niż 5-6cm słomy nachodzącej na okno.

W idealnej sytuacji okna są demontowane i umieszczane w warstwie izolacji. W tym celu stosuje się solidne drewniane skrzynki (im większe okno lub drzwi, np. tarasowe, tym solidniejsze), które po demontażu okien wsuwa się we wnęki, mocuje bocznie i izoluje. Płyty szalunkowe do betonu spełniają się w tej roli lepiej niż płyty OSB. Są też tańsze niż płyty trójwarstwowe. Dodatkowo, ich impregnacja zapewnia podwójną ochronę przeciwdeszczową, zwłaszcza w obszarze parapetu. Z przodu mocuje się je do słupków. Parapet ma lekki spadek na zewnątrz (2°), a ponieważ dodatkowa 40-centymetrowa warstwa izolacyjna znacznie zmniejsza ilość światła dziennego dostającego się do pomieszczenia, skrzynka może mieć boki ścięte na zewnątrz pod kątem 45°. Łatwiejsze jest jednak wykonanie skrzyni sięgającej tylko do połowy grubości izolacji z kostek słomy, montaż okna na jej końcu i wytworzenie wspomnianego wcześniej ścięcia glifu poprzez odpowiednie przycięcie słomy (np. przy pomocy piły do żywopłotu).



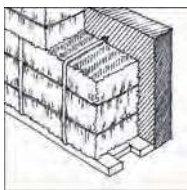
U4-S1: Projektowanie i planowanie - lista



06 Bezpieczeństwo i wydajność: Czy potrzebujemy **rusztowania**?

Każdy, kto stojąc na opartej o ścianę drabinie montował ważącą 14 kg kostkę słomy, a nie posiada mięśni Arnolda Schwarzeneggera, nie będzie miał wątpliwości: rusztowanie pomaga nie tylko oszczędzać energię (a co za tym idzie utrzymywać odpowiedni poziom motywacji do pracy), ale także wykonać pracę dużo dokładniej. Kostki muszą być skompresowane przy pomocy ciężaru naszych ciał lub przy pomocy drewnianego młota i dodatkowo upychanej słomy. Muszą też być zamocowane tak równo, jak to możliwe i tworzyć jednolitą powierzchnię pod późniejsze tynkowanie. Pracę wysokiej jakości możemy wykonać tylko na bezpiecznym rusztowaniu. W domach parterowych doskonale sprawdzi się kilka stabilnych kozłów i desek rusztowaniowych lub małe przesuwne rusztowanie aluminiowe (które można łatwo i tanio wypożyczyć, np. na stronie geruestverleih.at: 70 EUR / tydzień). W budynkach dwukondygnacyjnych zaleca się, aby rusztowanie zostało wzniesione przez monterów rusztowań lub mistrza budowlanego, ponieważ może być używane również przez innych wykonawców (np. tynkarzy i dekarzy). Oszczędzanie pieniędzy w tym przypadku może ostatecznie mieć odwrotne rezultaty. Niewygodne warunki pracy zmniejszą motywację budowniczych i pomocników, zwiększając jednocześnie nakłady pracy podczas późniejszej obróbki ścian. Dodatkowo, dzięki rusztowaniom plac budowy staje się znacznie bezpieczniejszy.





U4-S2: Konstrukcja

Cele:

Kursant:

- Zna różne metody izolacji i modernizacji oraz ich charakterystykę i wymagania dotyczące kostek słomy.
- Wie, jak naprawiać i stabilizować kostki.
- Zna różne sposoby kompresji kostek słomy.
- Zna detale połączeń: fundamenty, narożniki, okna, drzwi, dach, itp.
- Wie, jak przygotować różne powierzchnie do tynkowania.

Umiejętności:

- Stosowanie różnych technik kompresji i mocowania kostek.
- Organizowanie i wykonywanie prac zgodnie z harmonogramem.
- Wykonywanie prawidłowych detali połączeń.
- Wiedza na temat zachowania ciągłości izolacji.
- Przygotowanie różnych powierzchni do tynkowania.

Metody:

- Praktyka w zakresie różnych systemów izolacji.

Prowadzący:

Miejsce:

Warsztat lub plac budowy i sala zajęć

Czas trwania:

5 dni

Sprzęt:

Projektor

Kostki

Konstrukcja lub model do pracy z narzędziami

Dokumenty:

Arkusze informacyjne:

I1 Ocieplanie

I2 Modernizacja

I3 Detale

Arkusze tekstowe:

X1 Ocieplanie

X2 Modernizacja (najlepsza praktyka budowlana)

Powerpoint:

P1 Ocieplanie

P2 Modernizacja

Ocena:

Test wielokrotnego wyboru

Teoria:

Różne metody izolacji i modernizacji oraz ich charakterystyka i wymagania dotyczące kostek słomy.

Mocowanie kostek przy użyciu różnych technik

Kompresja kostek w różnych systemach

Zalety i wady technik ocieplania i modernizacji

Detale połączeń: fundamenty, narożniki, okna i drzwi, dach itp.

Przygotowanie różnych powierzchni do tynkowania

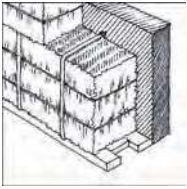
Praktyka:

Przeanalizuj i opracuj studium przypadku porównując wnioski z innymi kursantami.

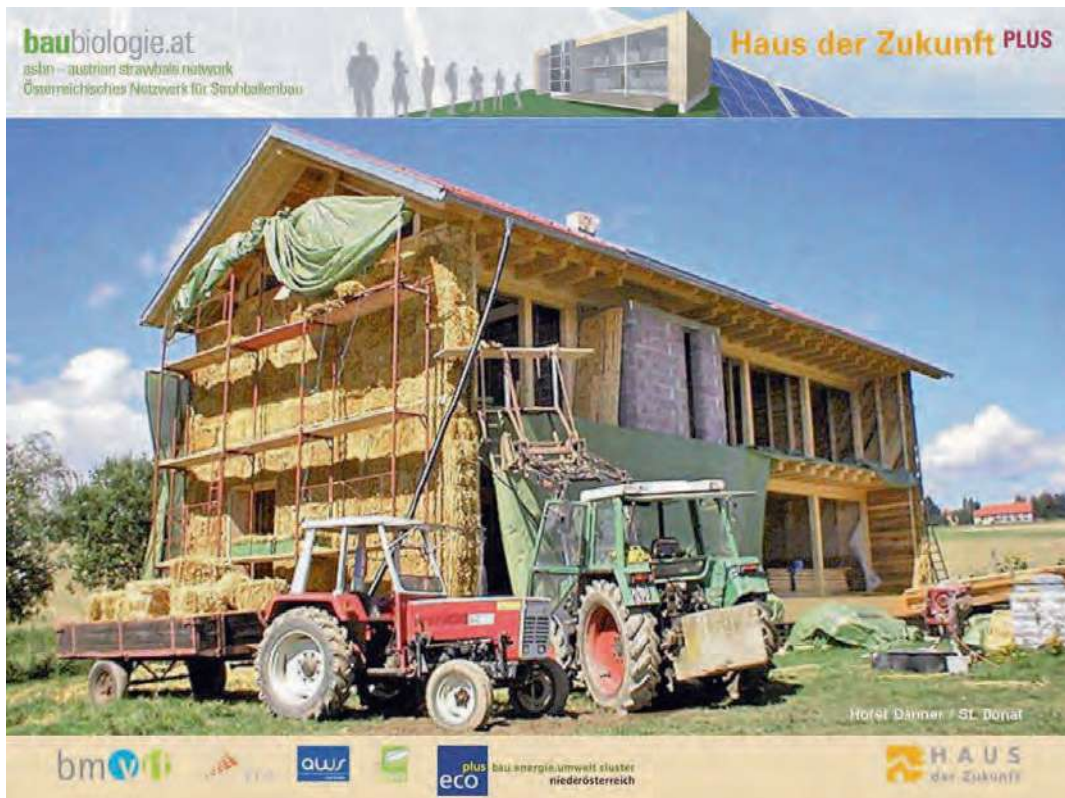
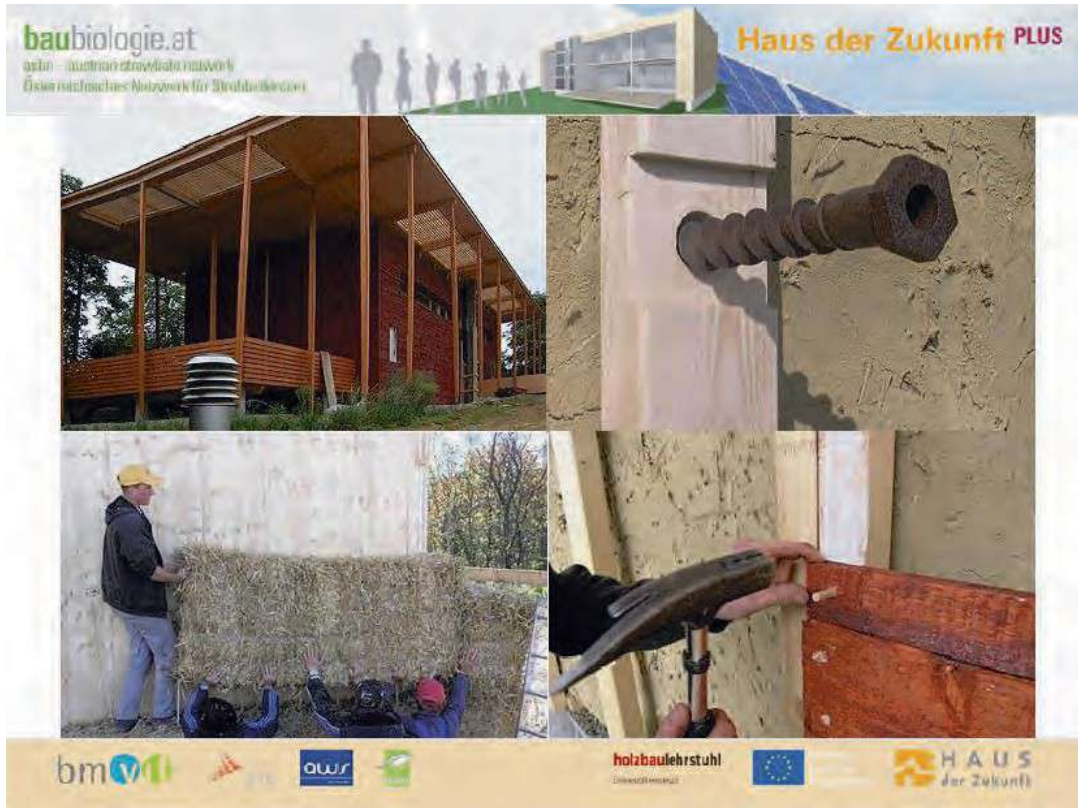
Organizacja:

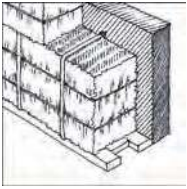
Przygotuj konstrukcję do ocieplenia lub modernizacji oraz do zademonstrowania różnych detali konstrukcyjnych.

Zamów wystarczającą ilość kostek, przygotuj narzędzia do pomiaru, cięcia, mocowania i kompresji. Zamów wszystkie materiały potrzebne do przygotowania tynku.



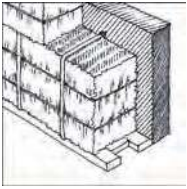
U4-S2: Konstrukcja





U4-S2: Konstrukcja





U4-S2: Konstrukcja



07 Konstrukcja hybrydowa CUT: **wyśrodkowana** - do ścian tynkowanych

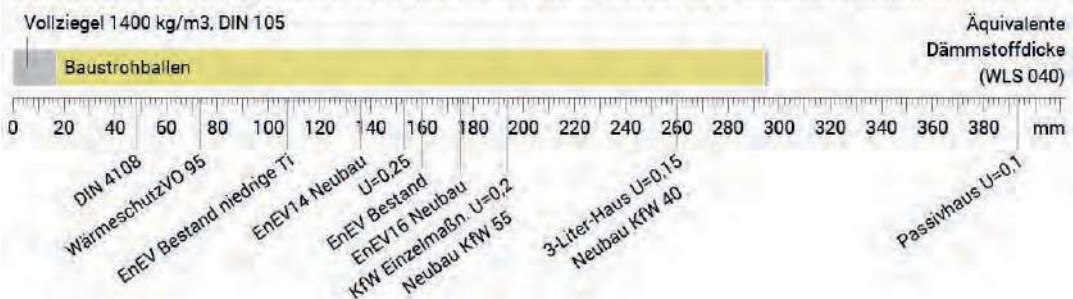
Jeśli powierzchnia ściana z kostek słomy ma być bezpośrednio otynkowana, słupki (zwykle deski o wymiarach 2,5x15cm) stanowiące podkonstrukcję umieszcza się po środku kostek. Ściana istniejąca tworzy tył naszej podkonstrukcji, kostki słomy są do niej po prostu dociskane. Kostki należy układać starannie, tworząc gładką powierzchnię pod tynk. Aby zapobiec przesuwaniu się lub wypadaniu kostek w konstrukcjach hybrydowych (gdzie nie są one ściśnięte między ścianą a deskowaniem), mocuje się je po każdym rzędzie za pomocą łat (2,5x2,5cm). Te pięciometrowe listwy są umieszczane w kostkach słomy po uprzednim ich nacięciu piłą lub nożem.

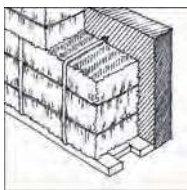
To dodatkowe 36 cm izolacji (ok. 39 cm grubości wraz z tynkiem) sprawia, że dom staje się energooszczędny. Alternatywnie można też użyć minikostek o grubości 26cm (całkowita grubość izolacji wraz z tynkiem około 28,5cm).

Dämmwirkung einzelner Schichten und Vergleich mit Richtwerten

Für die folgende Abbildung wurden die Wärmedurchgangswiderstände (d.h. die Dämmwirkung) der einzelnen Schichten in Millimeter Dämmstoff umgerechnet. Die Skala bezieht sich auf einen Dämmstoff der Wärmeleitfähigkeit 0,040 W/mK.

Vollziegel 1400 kg/m³, DIN 105



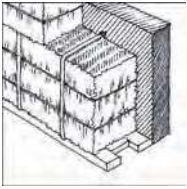


U4-S2: Konstrukcja



08 Konstrukcja hybrydowa CUT: **zlicowana do zewnątrz** – do ścian wykończonych okładziną drewnianą

Jeśli izolacja z kostek ma zostać wykończona otwartą dyfuzyjnie płytą (np. jako podkład dla drewnianej elewacji wentylowanej), słupki (2,5x15cm lub lepiej 4x15cm) stanowiące podkonstrukcję dla słomy umieszczamy równo z czołem drewnianej podstawy o grubości 6 cm. W tym przypadku nie potrzebujemy łat do mocowania kostek, ponieważ są one zamknięte między istniejącą ścianą a płytą (dyfuzyjnie otwartą płytą DWD 16mm). Jeśli ściana jest lekko nachylona, warstwa izolacji również powinna być lekko nachylona. W przeciwnym razie po każdym rzędzie należy ją uzupełnić dodatkową słomą tak, aby nie powstała szczelina pomiędzy ścianą a izolacją. Unikniemy tym samym kondensacji wilgoci w punkcie rosy i zawilgocenia słomy. Przed montażem słupków należy sprawdzić dokładną grubość kostek. Ich gęstość nie musi być tak wysoka (od 85kg/m³), jak w przypadku ścian przeznaczonych do bezpośredniego tynkowania (100kg/m³), a podczas wypełniania wystarczy wypełnić szczeliny i otwory. Kostki nie muszą być dobrze zakotwiczone, gdyż zewnętrzne deskowanie utrzyma również luźną słomę. Należy tylko odciąć wystające źdźbła (przy pomocy nożyc do żywopłotu), aby podczas montażu słoma nie wsuwała się między słupki a płyty. Ponieważ w tym systemie kostki nie są mocowane za pomocą łat pomagających w utrzymaniu równych odstępów między słupkami, należy upewnić się, że słupki/płyty nie odkształcają się podczas upychania słomy (szczególnie w narożnikach). Zaleca się również mocowanie słupków do ściany co najmniej po każdej kondygnacji (co 2,5-3m).



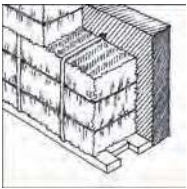
U4-S2: Konstrukcja



09

Przywiązywanie kostek słomy do ściany

Zanim hybrydowa konstrukcja CUT została wynaleziona i przystosowana do montażu izolacji, kostki słomy były mocowane do ścian za pomocą sznurków. Sznurki łączące były wiązane do dwóch sznurków oplatających kostkę, a następnie mocowane do ściany (kołki i oczka). Taka metoda jest jednak bardzo pracochłonna. Istnieją też inne wady tej przestarzałej techniki: sznurki przecinają kostki deformując je, mocowanie kołków w starych ścianach może być prawdziwym wyzwaniem, sznurki pozostają na kostkach jak w technice budowy ścian samonośnych, co znacznie utrudnia (lub uniemożliwia) strzyżenie powierzchni. Pierwsza warstwa kostek jest przymocowana do płyty podwalinowej za pomocą małych kołków (również jak w konstrukcji ścian samonośnych). Zaostrzone łaty o wymiarach 2,5x2,5cm i długości ok. 20cm umieszcza się w otworach o średnicy 3cm w drewnie podwaliny, aby zapobiec ześlizgiwaniu się kostek. Jako zaletę tej techniki wymienia się zachowanie ciągłości izolacji. Jednak po dłuższym zastanowieniu nie ma to przełożenia na rzeczywistość, ponieważ słupki podkonstrukcji hybrydowej wpływają na właściwości termoizolacyjne całej ściany w znacznie mniejszym stopniu, niż powstające przy mocowaniu sznurkami szczeliny i wnęki wypełniane następnie tynkiem glinianym, gliną lekką lub tynkiem wapiennym. Oczywiście, do tej "konstrukcji" nie można przymocować drewnianej elewacji. Można ją tylko bezpośrednio otynkować. Technika ta jest reliktem systemu budowania samonośnych ścian z kostek słomy, w którym kostki układane były na płasko (grubość kostek 47 - 50cm). Odkąd wiemy, że płasko ułożone kostki słomy mają znacznie gorsze parametry izolacyjne, niż te układane na sztorc, technika ta nie jest wykorzystywana (chyba, że drewno na podkonstrukcję nie jest dostępne).

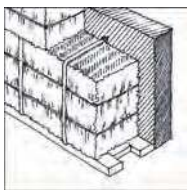


U4-S2: Konstrukcja



10 Ściskanie ściany z kostek słomy

Technika kompresji kostek izolacyjnych również wywodzi się z technologii budowy ścian samonośnych. Dość dobrze kompresuje ona kostki, zamykając szczeliny między ich rzędami. Niestety, stosowane do ściskania, zaciskane bandownicą (napinaczem) taśmy pakowe, pozostają w ścianie i - podobnie jak sznurki opisane we wskazówce 09 - stanowią przeszkodę podczas strzyżenia ścian. Zużycie drewna nie zmniejsza się zbytnio w porównaniu z techniką CUT, ponieważ zamiast słupków mamy masywną, drewnianą płytę górną o grubości co najmniej 6 cm i szerokości 36 cm. Ponadto płyta podwalinowa musi być podwojona, aby można było przeciągnąć przez nią taśmę. Taśmy prowadzone są przez oczka, przymocowane do istniejącej ściany co 50-100cm. W przypadku kiepskiej jakości kostek technika ta może być przydatna ze względu na możliwość mocniejszego ściśnięcia ich za pomocą bandownicy (i ewentualnie wstępne ściśnięcie za pomocą pasów transportowych). W przypadku dobrych kostek technika ta, podobnie jak wiązanie sznurkami do ściany, jest zupełnie nieprzydatna, zwłaszcza w porównaniu z hybrydową podkonstrukcją CUT.

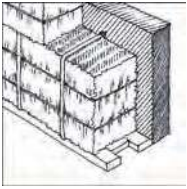


U4-S2: Konstrukcja



11 Kostki słomy rozpięte na ścianie

Czeski konstruktor staw-bale Jakub Wihan zoptymalizował nadal często stosowaną na Słowacji technikę mocowania (uczy jej Boris Hoechel). Kostki są tutaj układane 'na sztorc'. Po drugim rzędzie, taśma polipropylenowa umieszczana jest na kostkach i prowadzona przez dwa oczka przymocowane do ściany. Z przodu 2 paski lub drewniane trzonki są przewleczone przez sznurki tworząc kształt litery "H" z deską dystansową o szerokości ok. 50 cm. Gdy tylko kolejne rzędy kostek zostaną ułożone, taśmy są przeciągane przez "H" i połączone z oczkami na tylnej ścianie. Ta konstrukcja pomocnicza dociska kostki do ściany, a przy wystarczającym naprężeniu (i niezbyt twardych kostkach) drewno wtapia się w nie, tworząc równą powierzchnię z przodu. Zaletą tej techniki jest to, że kostki są dociśnięte i przymocowane do ściany. Technika ta jest stosunkowo szybka, wystarczą tylko 2 oczka na "H" i można jednocześnie docisnąć 6-9 kostek na ścianie. Wady natomiast są następujące: mocowanie opiera się na dwóch oczkach, jeśli nie będą one dobrze zakotwiczone, cała ściana z kostek odpadnie. Stanie się to również w przypadku rozerwania taśmy mocującej. Również w tej technice taśmy pozostają na kostkach, utrudniając ich strzyżenie.



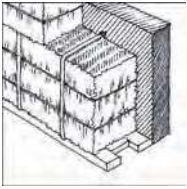
U4-S2: Konstrukcja



Wrapping-Workshop mit Paletten u.a.
Paleokastro, Kreta, Griechenland

12 Fragmenty kostek słomy do cienszych warstw izolacji montowane w paletach

Palety transportowe są przydatnym materiałem konstrukcyjnym, zwykle tańszym niż drewno, z którego są zbudowane. Do tej technologii nie potrzebujemy europalet, lepsze będą palety z nieco większą przestrzenią między deskami. Kładąc je do góry nogami na ziemi możemy je łatwo wypełnić "plastrami" z kostek słomy. Tak wypełnione palety są po prostu przykręcane do ściany. Widoczne od przodu wgłębienia mogą być wypełnione dodatkową słomą (dlatego idealne są nieco większe odległości między deskami). Przestrzenie te możemy wypełnić gliną z dużą zawartością słomianych włókien, pochłaniająca wilgoć z obszaru punktu rosy (gлина jest silnie higroskopijna). Podobnie jak w przypadku stężenia ukośnego, należy je pokryć matą trzcinową lub innym nośnikiem tynku. Zaletą tej techniki jest fakt, że możemy uzyskać mniejsze grubości warstwy izolacyjnej (min. 15 cm, czyli grubość palety). W zależności od odległości między ścianą a paletą, grubość izolacji może być ustalana indywidualnie. Palety są solidnie zbudowane, nie rozpadną się nawet, jeśli zabraknie w nich gwoźdźcia czy dwóch. Kto próbował złamać paletę, ten wie, jak stabilna to konstrukcja. Technologia ta jest również niezwykle korzystna cenowo (około 10€/ m2 za komplet materiałów - słupki, palety, słoma). Jeszcze jedno: palet nie należy mocować bezpośrednio do ściany, ale do desek zamocowanych między podwaliną a dachem w odległościach równych szerokości palety (na przykład 125 cm), podobnie jak w przypadku słupków technologii CUT.



U4-S2: Konstrukcja



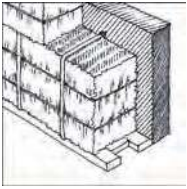
13 “Plastry” kostek słomy do cieńszych warstw izolacji: budowanie klatki

Jak już wspomniano w przypadku techniki izolowania przy pomocy wypełnionych słomą palet (wskazówka nr 12), dla cieńszych warstw izolacji o grubości poniżej 26cm (mini kostki) lub 36cm (standardowe kostki) potrzebujemy pewnego rodzaju klatki. Grubość można dostosować indywidualnie, począwszy od około 6 cm (na przykład, jeśli okap nie jest wystarczający, aby ochronić całą kostkę). W celu jak najefektywniejszego wypełniania kostkami, należy przyjąć rozstaw słupków co 36, 47-50 lub 72 cm.

Materiały odpowiednie do budowy klatki: 1) Paroprzepuszczalne płyty DWD (patrz również wskazówka 25), które tworzą wiatroszczelną płaszczyznę zewnętrzną i są szczególnie przydatne, gdy planowany jest montaż drewnianej elewacji (cena DWD to około 8€/m²). Patrz zdjęcie powyżej.



2) Listwy drewniane 2,5x2,5 cm mocowane w odstępach max. 10cm, których zaletą jest to, że można je bezpośrednio wykończyć tynkiem o odpowiedniej grubości (2-3 cm), bez stosowania podkładów tynkarskich (ale z siatką). Podobnie jak w przypadku izolacji w paletach, zaletą jest też możliwość wypełnienia szczelin gliną. W przypadku bezpośredniego tynkowania wapnem stosujemy 5-6 części gliny i 1 część wapna, dzięki czemu słomiana warstwa izolacyjna pozostaje sucha, podobnie jak w domach Fachwerk (patrz zdjęcie po lewej). Możliwe jest również użycie mat bambusowych, trzcinowych lub im podobnych materiałów, w zależności od ich lokalnej dostępności.

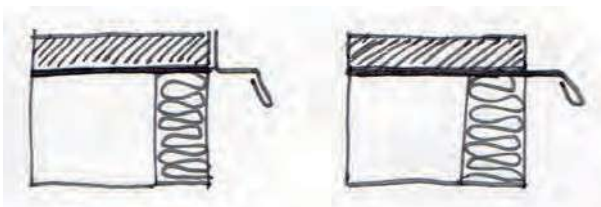


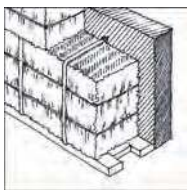
U4-S2: Konstrukcja



14 Granica między tynkiem cokołowym a ściennym: **Kapinos**

Aby zapobiec przenoszeniu wilgoci z tynku cementowego znajdującego się w zasięgu rozpryskiwania wody deszczowej (30cm nad poziomem gruntu) do tynku wapiennego wykańczającego elewację, te dwa materiały muszą być od siebie oddzielone poziomą barierą. Kapinos jest przedłużeniem poziomej izolacji między fundamentem a podwaliną, ukształtowanym w taki sposób, aby mogła z niego ściekać woda (zdjęcie powyżej po lewej). Do jego wykonania najlepiej użyć blachy cynkowej, aluminiowej lub ze stali nierdzewnej, a nie blachy ocynkowanej, która, choć o kilka euro tańsza, a nie jest trwale odporna na rdzę. Okapnik można przymocować po zewnętrznej stronie drewnianej podwaliny (gwoździami dekarскими) lub pod progiem. Wówczas odstaje on poziomo na zewnątrz (grubość tynku + dodatkowe 5mm), a następnie odgina się skośnie w dół, tworząc kapinos. Każdy blacharz w krótkim czasie wygnie taki arkusz na pożądaną długość. Nad blachą można zamontować 5 cm pasek płyty Steico Underfloor (zdjęcie w prawym górnym rogu). Kolejną możliwością jest pokrycie blachą całego cokołu znajdującego się w zasięgu rozbryzgu wody. Kapinos znajduje się wtedy tuż nad poziomem gruntu (zdjęcie pośrodku).



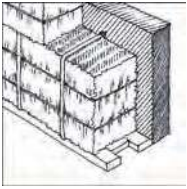


U4-S2: Konstrukcja



15 Bezpośrednie tynkowanie kostek słomy: odporne na deszcz i wiatr

Odpowiednio przygotowane powierzchnie słomiane są doskonałym nośnikiem tynku. W tym celu kostki słomy muszą być dobrze sprasowane do minimalnej gęstości 100kg/m³. Ich powierzchnię należy ostrzyć i wyrównać nożycami lub piłą do żywopłotu, a puste przestrzenie wypełnić jak najdłuższą słomą. Nie zaleca się przechowywania kostek słomy przez miesiącami i latami (ponieważ przez ten czas znika ich ochronna warstwa wosku). Powierzchnia słomy po stryżeniu jest tak szorstka, że tynki gliniane i wapienne trzymają się jej bez problemu. Elementy drewniane szersze niż 2 cm należy pokryć podkładem pod tynk (takim jak mata trzciniowa, Steico Underfloor, miękka płyta pilśniowa, Heraklith BM lub korek) albo mocno je przetrzeć do uzyskania szorstkiej, przyczepnej powierzchni. Połączenia z ramami okiennymi, drzwiami, słupkami drewnianymi itp. muszą być hermetyczne i wiatroszczelne (taśmy, paski apu, wielokrotne tynkowanie). Ponieważ tynki ziemne i wapienne szybko powodują rdzę, mające z nimi kontakt metale muszą być trwale nierdzewne (stal nierdzewna, cynk, aluminium).



U4-S2: Konstrukcja



16 Okładziny drewniane na kostkach słomy: Płyty i szczeliny wentylacyjne

Najlepiej przed deszczem i wilgocią słomę chroni elewacja drewniana. Ponieważ drewno o współczynniku $\mu > 20$ (świerk suchy 50, wilgotny 20) ma działanie hamujące wilgoć, należy zapewnić wentylację, która umożliwi dyfuzję wilgoci z powietrza w pomieszczeniu na zewnątrz. W przypadku pionowych pustek wentylacyjnych wystarczy szerokość 3-5cm, poziome pustki wentylacyjne (np. w płaskim dachu) powinny mieć 8-10cm. Zazwyczaj są one zbudowane z łat i kontrłat, dzięki czemu powietrze może poruszać się w pustce wentylacyjnej we wszystkie strony. Pierwsza łat jest zawsze montowana w kierunku desek drewnianej elewacji, a druga pod kątem 90° do niej. Aby powietrze mogło cyrkulować (co zachodzi dzięki działaniu promieniowania słonecznego na elewację, gdy powietrze jest ogrzewane), należy wykonać wlot powietrza o szerokości co najmniej 3 cm na dolnym krańcu drewnianej elewacji i równie szeroki wylot powietrza na jej górnym krańcu. Otwory te zabezpiecza się siatką chroniącą przed ptakami i owadami (zdjęcie w prawym górnym rogu). Aby żadne zwierzęta (np. osy) nie mogły się dostać do szczeliny, siatka powinna być stosunkowo drobna (oczek 2-3mm). Drugą warstwę ochrony przeciwdeszczowej pod fasadą zazwyczaj tworzy otwarta dyfuzyjnie, ale także wodoodporna i wiatroszczelna warstwa wykonana najczęściej z płyt (DWD) lub z dwuwarstwowego tynku glinianego, w którym druga warstwa zamyka pęknięcia tynku bazowego. Aby zapewnić wiatroszczelność nawet pod łatami, układa się tynk gliniany pod łatami na całej powierzchni ściany.

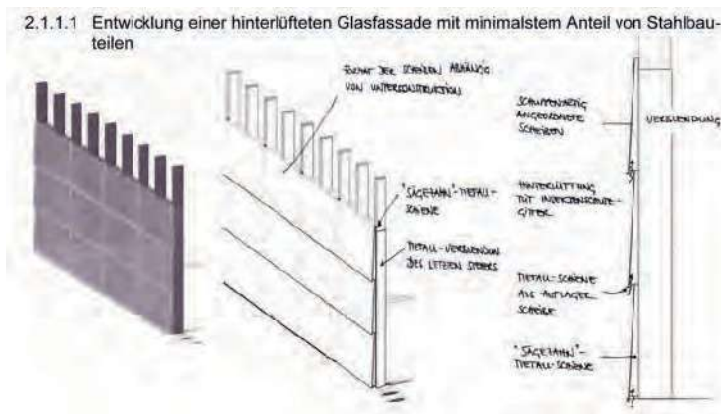


U4-S2: Konstrukcja



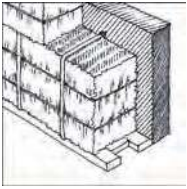
17 Wentylowane fasady szklane: widoczna słoma

Fizyka budowlana mówi, że nie zamknięta (nie wiatroszczelna) warstwa izolacyjna traci swoje właściwości termiczne. Szacowana strata waha się od połowy do nawet 100% właściwości termicznych. Dlatego nieotynkowane lub nie wykończone drewnem ściany z kostek słomy nie będą wogóle izolować (co potwierdzi każdy, kto kiedyś zbudował taki dom i wie, jak szybko można go ogrzać, ale jak szybko też traci on ciepło). Oddziaływanie wiatru może być utrudnione przez warstwę szkła lub pleksiglasu (oczywiście szkło musi być również wentylowane). Zgodnie z obliczeniami dla projektu "Biohof Achleitner" (20-metrowa ściana z kostek słomy za szkłem), zyski ciepła w tym "szklanym domu" są większe niż straty spowodowane brakiem izolacji przeciwwiatrowej. Współczynnik przenikania ciepła dla takiej ściany to $U=0,114 \text{ W/m}^2\text{K}$ (dla ściany otynkowanej $U=0,116 \text{ W/m}^2\text{K}$).



Prawdopodobnie jest to rozwiązanie, które sprawdzi się na południowej ścianie. Niemniej jednak tego typu techniki, podobnie jak ściany ze szklanych butelek, należy traktować ostrożnie.

Z pewnością w większym stopniu służą one estetyce, niż fizyce budowli.

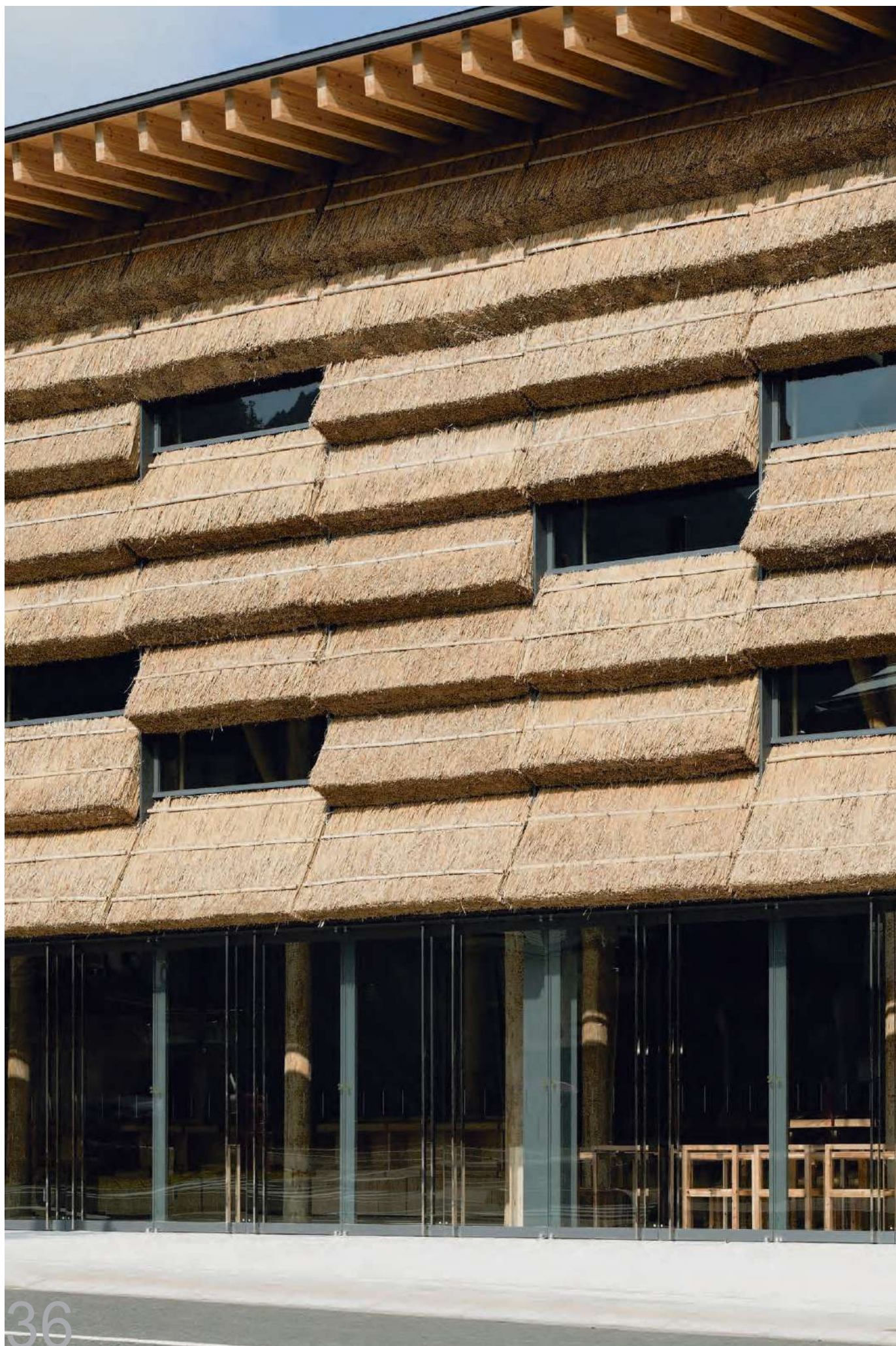


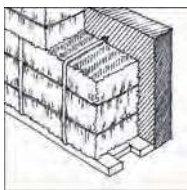
U4-S2: Konstrukcja



Biuro architektoniczne Sarah Wigglesworth w Londynie / Pensjonat w Chile, AATA Arch.

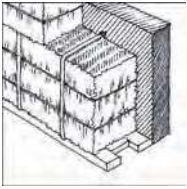






U4-S3: Izolacje prefabrykowane

Cele: Kursant: <ul style="list-style-type: none">- Zna narzędzia i maszyny używane na placu budowy- Zna problemy związane z organizacją placu budowy- Wie jak rozwiązać każdy problem techniczny- Zna przepisy dotyczące zapobiegania wypadkom, rozpoznawania zagrożeń i bezpiecznych metod pracy Umiejętności: <ul style="list-style-type: none">- Obsługa narzędzi i maszyn wykorzystywanych w budownictwie z kostek słomy Metody: <ul style="list-style-type: none">- Demonstracja- Wyjaśnienia- Praktyka		Prowadzący:
		Miejsce: Warsztat lub plac budowy Czas trwania: 4 godziny Sprzęt: Narzędzia
Teoria:	Specyficzna problematyka związana z organizacją placu budowy.	Dokumenty: Arkusze informacyjne: I1 Narzędzia I2 Plac budowy Arkusze tekstowe: X1 Narzędzia X2 Plac budowy Powerpoint: P1 Narzędzia Ocena: Test wielokrotnego wyboru
Praktyka:	Wypróbowanie narzędzi, odwiedzenie placu budowy.	
Organizacja: Poszukaj odpowiedniego placu budowy w okolicy; przygotuj różne narzędzia i materiały do demonstracji.		



U4-S3: Izolacje prefabrykowane

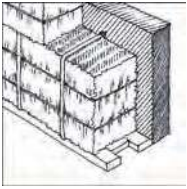


18

system/haus/bau-Module, rozwinięty przez C. Kastner, H. Gruber, W. Schmelz



38



U4-S3: Izolacje prefabrykowane

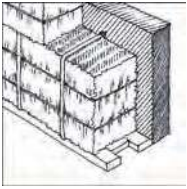
19



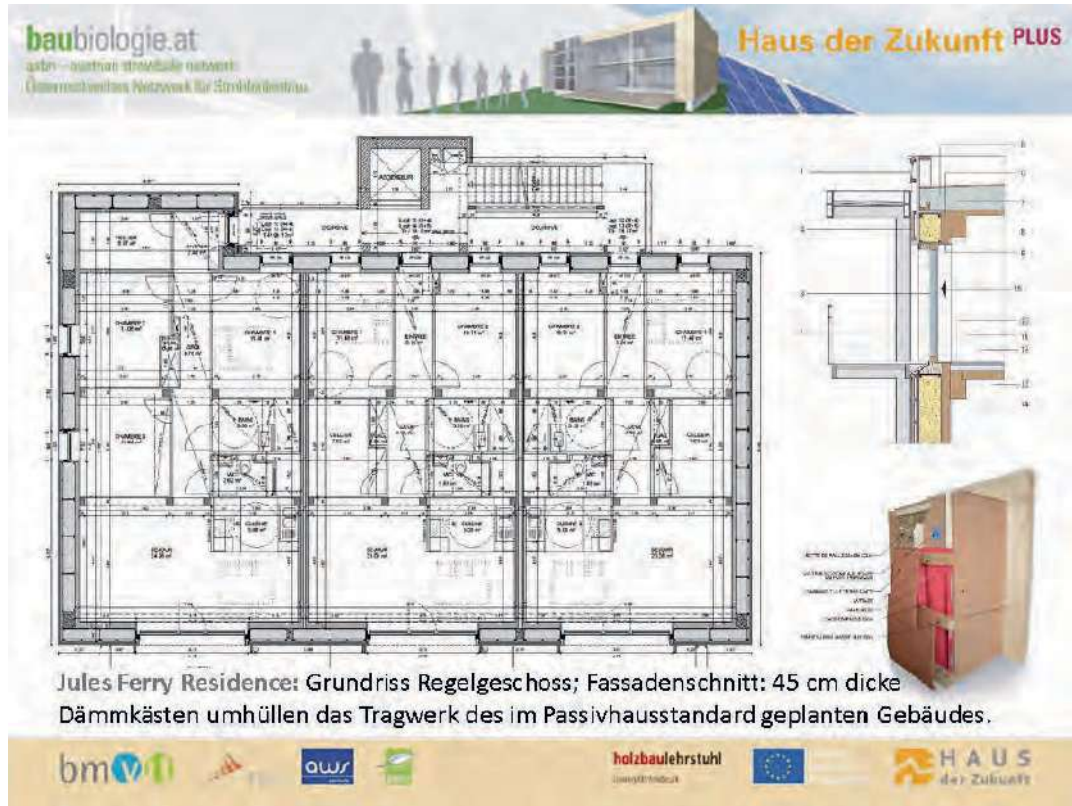
Jules Ferry Residence w St. Die des Vosges (FR) autorstwa Bet Gaujard Arch.
Budynek siedmipiętrowy



39

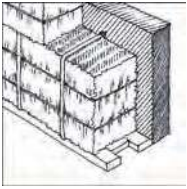


U4-S3: Izolacje prefabrykowane



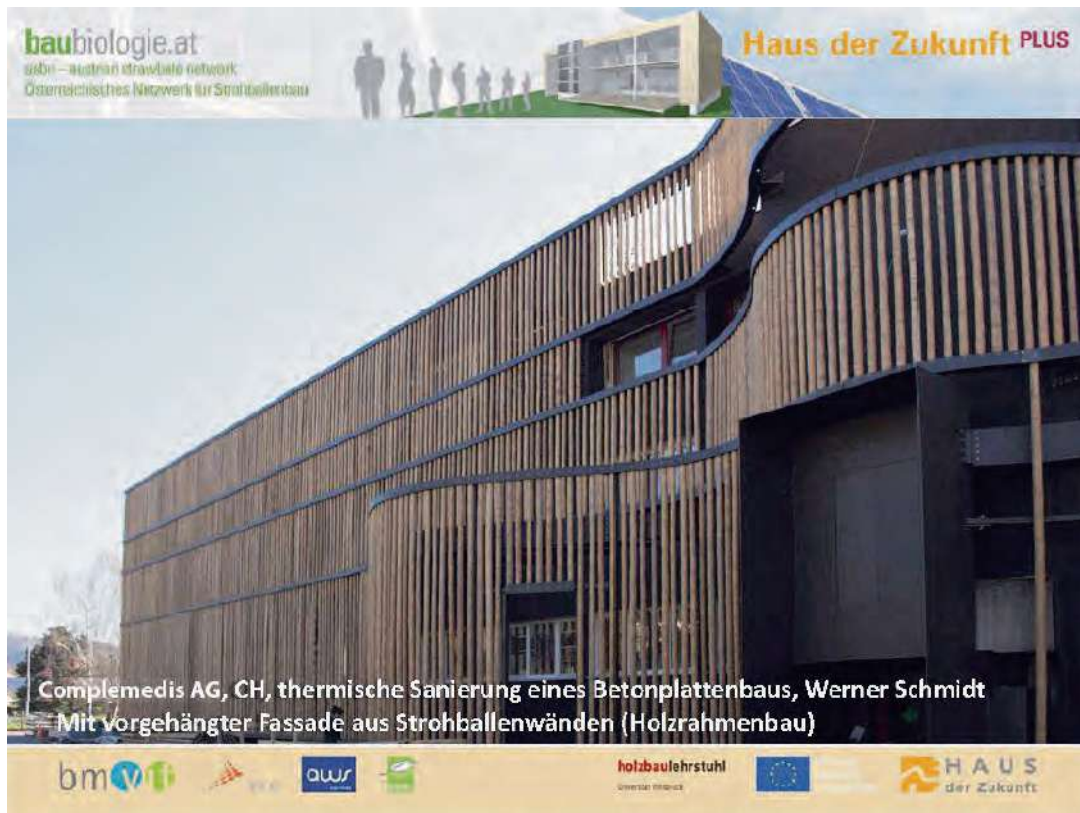
Jules Ferry Residence w St. Die des Vosges (FR) autorstwa Bet Gaujard Arch.
Budynek siedmiopiętrowy





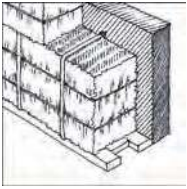
U4-S3: Izolacje prefabrykowane

20



Complemedis AG, CH. Izolacja modułami prefabrykowanymi przez Wernera Schmidta





U4-S3: Izolacje prefabrykowane

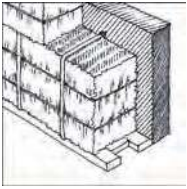


21

Słomiano-trzciniowa elewacja autorstwa Kengo Kuma, Japonia;
poniżej: prototyp opracowany przez studentów Uniwersytetu Waseda.

22





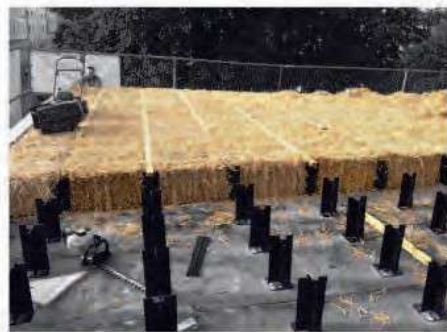
U4-S3: Izolacje prefabrykowane



23

24

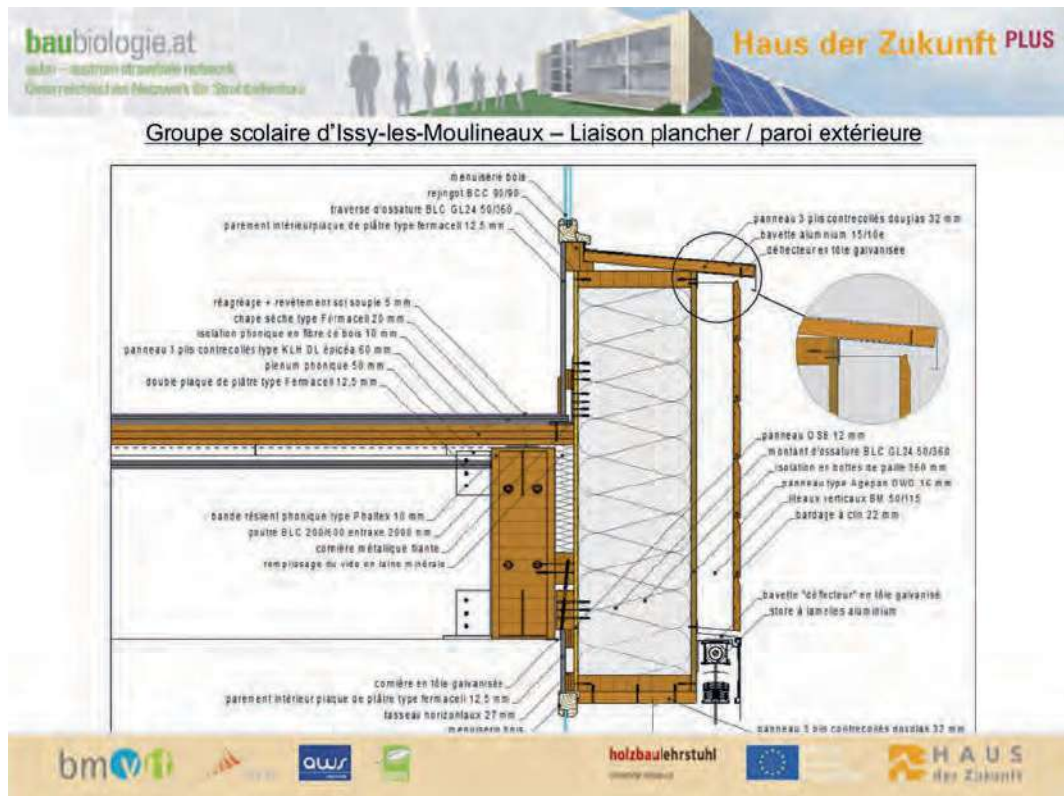
Centrum Przedsiębiorczości/Uniwersytet Wschodniej Anglii, UK; Schelfbauhütte w Alte Brauerei, DE

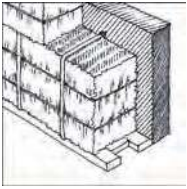


U4-S3: Izolacje prefabrykowane

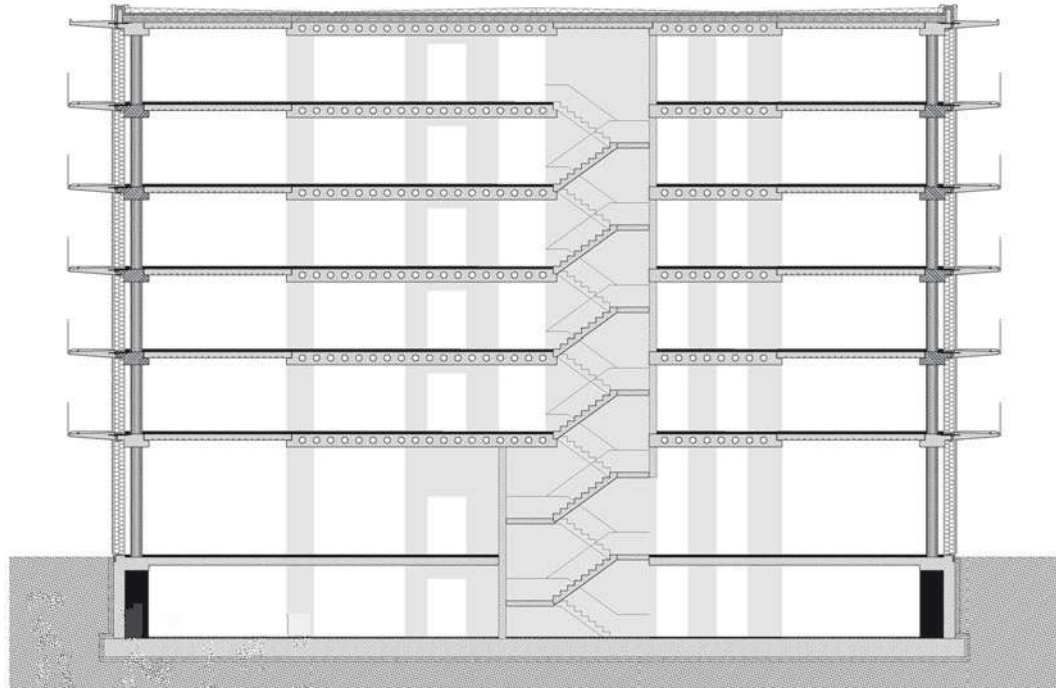


Szkoła w Issy les Moulineux i Montreuil, FR: zewnętrzne moduły z kostek słomy





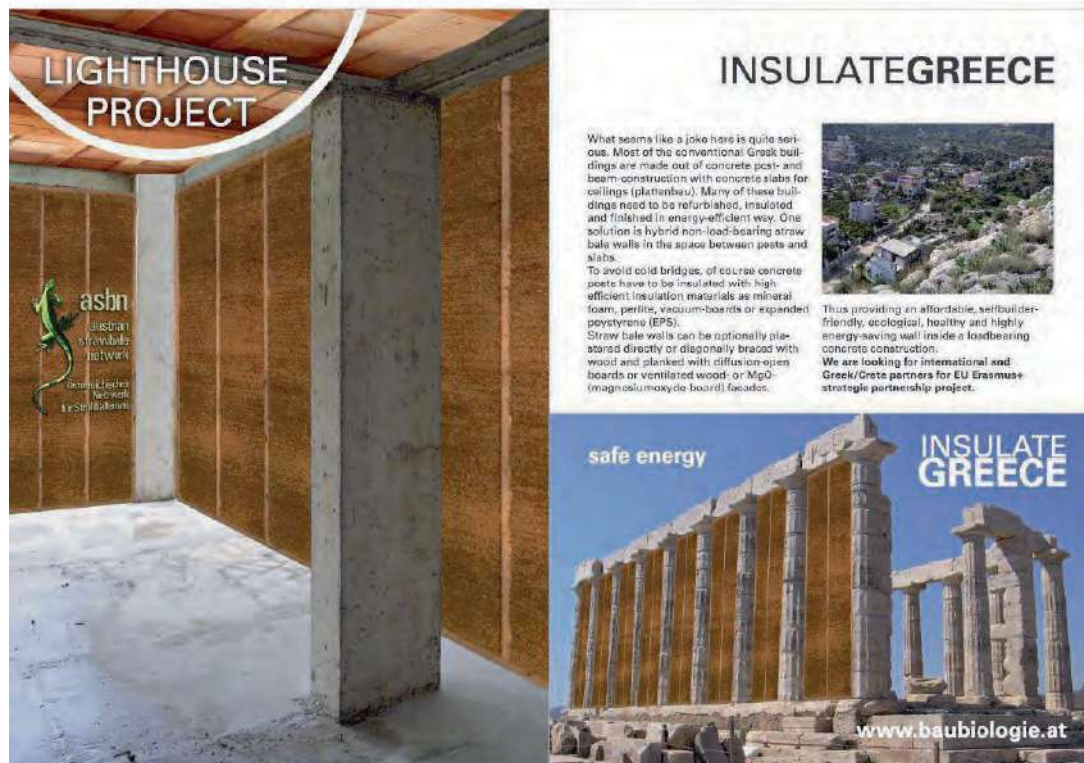
U4-S3: Izolacje prefabrykowane

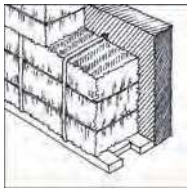


26

Projekt Make Your City Smart autorstwa Paula Adriana Schulza. Budynek o stropach z płyt betonowych ze ścianami DIY z kostek słomy. Budownictwo społeczne w Wiedniu (Partner: ASBN);

ASBN-Project InsulateGreece z podobnym pomysłem na walkę z ubóstwem energetycznym.





U4-S3: Izolacje prefabrykowane

WAND ohne Fenster			CUT Ständer		CUT (Fuss-/Kopfschwelle)		Strohballen-infill		Lehm (innen)		Rauschalung (horiz.)		
mit Fenster			Preis €/m2 Wandfl.		Preis €/m2 Wandfläche		Preis €/m2 Wandfl.		Preis €/m2 Wandfl.		Preis €/m2 Wandfl.		
Material (DIY)			6,44		8,96		31,70		44,98		16		
			Material	Arbeit	Material	Arbeit	Material	Arbeit	innen	Material	Arbeit	Material	Arbeit
Variante Za	pro	m2	3,44	3,00	4,76	4,20	13,70	18,00	m2	10,98	34,00	4,00	12,00
3 cm Lehmputz	KG	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
36 cm Strohballen	EG	504	1733,35	1511,64	2398,47	2116,30	6903,16	9069,84	486	5338,48	16530,80	2015,52	6046,56
2,5 cm Rauschalung	1	333	1145,11	998,64	1584,51	1398,10	4560,46	5991,84	321	3526,78	10920,80	1331,52	3994,56
mit Lehmausfachung	2	333	1145,11	998,64	1584,51	1398,10	4560,46	5991,84	321	3526,78	10920,80	1331,52	3994,56
0,5 cm Schilfstukkatur	3	333	1145,11	998,64	1584,51	1398,10	4560,46	5991,84	321	3526,78	10920,80	1331,52	3994,56
2,5 cm Kalkputz/Gewebe	4	333	1145,11	998,64	1584,51	1398,10	4560,46	5991,84	321	3526,78	10920,80	1331,52	3994,56
	5	333	1145,11	998,64	1584,51	1398,10	4560,46	5991,84	321	3526,78	10920,80	1331,52	3994,56
	DG	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
bauphysik. optimiert			7458,88	6504,84	10321,01	9106,78	29705,44	39029,04		22972,36	71134,80	8673,12	26019,36

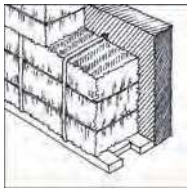
Lehm zieht Feuchte aus Tauwasserebene (Diffusion) und bildet Puffer bei Beregnung der Fassade

WAND ohne Fenster			CUT Ständer		CUT (Fuss-/Kopfschwelle)		Strohballen-Infill		Lehm (innen)		Kalkputz (außen)		
mit Fenster			Preis €/m2 Wandfl.		Preis €/m2 Wandfläche		Preis €/m2 Wandfl.		Preis €/m2 Wandfl.		Preis/m2 Wandfl.		
Material (DIY)			6,44		8,96		31,70		44,98		48,87		
			Material	Arbeit	Material	Arbeit	Material	Arbeit	innen	Material	Arbeit	Material	Arbeit
Variante Zc	pro	m2	3,44	3,00	4,76	4,20	13,70	18,00	m2	10,98	34,00	8,87	40,00
3 cm Lehmputz	KG	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
36 cm Strohballen	EG	504	1733,35	1511,64	2398,47	2116,30	6903,16	9069,84	486	5338,48	16530,80	4469,42	20155,20
2,5 cm Kalkputz/Gewebe	1	333	1145,11	998,64	1584,51	1398,10	4560,46	5991,84	321	3526,78	10920,80	2952,65	13315,20
Hydrophobierung	2	333	1145,11	998,64	1584,51	1398,10	4560,46	5991,84	321	3526,78	10920,80	2952,65	13315,20
	3	333	1145,11	998,64	1584,51	1398,10	4560,46	5991,84	321	3526,78	10920,80	2952,65	13315,20
	4	333	1145,11	998,64	1584,51	1398,10	4560,46	5991,84	321	3526,78	10920,80	2952,65	13315,20
	5	333	1145,11	998,64	1584,51	1398,10	4560,46	5991,84	321	3526,78	10920,80	2952,65	13315,20
	DG	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
bauphysik. optimiert			7458,88	6504,84	10321,01	9106,78	29705,44	39029,04		22972,36	71134,80	19232,64	86731,20

Variante ohne (einseltige) Beplankung schwerer zu bauen!

Kalkputz: Hydrophobierung mit Wasserglas oder Silikat (sprühen)

SUMME		m2	Arbeitstage DIY	Gesamtkosten exkl. €	Gesamtkosten inkl. €	€/m2
1 Gemeinkosten						
		(inkl. Arbeitsgeräte, Baustelleneinrichtung)				
		Tragwerk		200.000,00	240.000,00	48,36
		SB: Holzständer- und Strohballenbau			50.000,00	10,07
		Haustechnik		20.000,00	24.000,00	4,84
SUMME Gemeinkosten		PA			314.000,00	63,27
2 Keller inkl. Bodenplatte			Arbeitstage (DIY)	Kosten exkl.	SB in DIY (Materialkosten)	€/m2
		Tragwerk (kein DIY-Anteil)	709	761.517,90	913.821,48	1.288,89
		SB: Kellerwände	709		39.639,54	
		SB: Trainerkosten (1 Trainer/10 Helfer)			4.480,00	62,23
		Bodenbeläge (kein DIY-Anteil)	709	18.605,34	22.326,41	31,49
		Haustechnik (kein DIY-Anteil)	709	82.386,00	98.863,20	139,44
SUMME Keller		709	128		1.079.130,63	1.522,05
3 Weitere Gemeinschaftsflächen			Arbeitstage (DIY)	Kosten exkl.	SB in DIY (Materialkosten)	€/m2
		(inkl. EG, Stiegenhaus, Vordach und Aufzug)				
		Tragwerk EG 709 m2, Stiegenhaus rund 40 m2/Geschoß (kein DIY-Anteil)	909	525.758,42	630.910,10	694,07
		Vordach (kein DIY-Anteil)	115	53.649,60	64.379,52	559,82
		Aufzug (kein DIY-Anteil)	PA	40.000,00	48.000,00	
		Dach mit Glasschaumstrotter (kein DIY-Anteil)	813	202.750,00	243.300,00	299,26
		SB: Außenwände inkl. Fenster	709		151.006,12	212,98
		SB: Innenwände	709		41.695,36	58,81
		SB: Wandheizung	709		237,36	0,33
		SB: Trainerkosten (1 Trainer/10 Helfer)			28.136,91	252,67
		Bodenbeläge (kein DIY-Anteil)	909	23.853,68	28.624,41	31,49
		Haustechnik (kein DIY-Anteil)	909	105.625,00	126.750,00	139,44
SUMME Gemeinschaftsflächen		909	804		1.363.039,79	1.499,49
4 Wohnflächen			Arbeitstage (DIY)	Kosten exkl.	SB in DIY (Materialkosten)	€/m2
		(inkl. EG, Stiegenhaus, Vordach und Aufzug)				
		Tragwerk (kein DIY-Anteil)	3345	1.934.721,58	2.321.665,90	694,07
		SB: Außenwände inkl. Fenster	3345		120.928,15	36,15
		SB: Trennwände Brand	3345		53.800,73	16,08
		SB: Innenwände	3345		105.925,02	31,67
		SB: Wandheizung	3345		2.767,66	0,83
		SB: Bodenbeläge (teilweise DIY-Anteil)	3345	91.685,04	110.022,05	32,89
		SB: Trainerkosten (1 Trainer/10 Helfer)			42.152,71	48,75
		Haustechnik (kein DIY-Anteil)	3345	539.200,00	647.040,00	193,43
SUMME Wohnflächen		private Wohnnutzfläche (WNFl):	3345		3.404.302,22	1.017,73
				Arbeitstage (DIY) bei 8 Std./Tag	Gesamtkosten in € inkl. Selbstbau (SB): nur Material	€/3345 m2 WNFl: 1.841,70 €/4963 m2 NFl:
SUMME 1-4		Gesamtfläche inkl. Gemeinschaftsflächen:	4963	2136	6.160.472,64	1.241,28
		davon Tragwerk			2.482.077,20	
		davon SB (Holzständerwände, Strohballen, Putze, Fenster, Türen, Böden)			891.742,89	
		davon Haustechnik			386.653,20	



U4-S3: Izolacje prefabrykowane

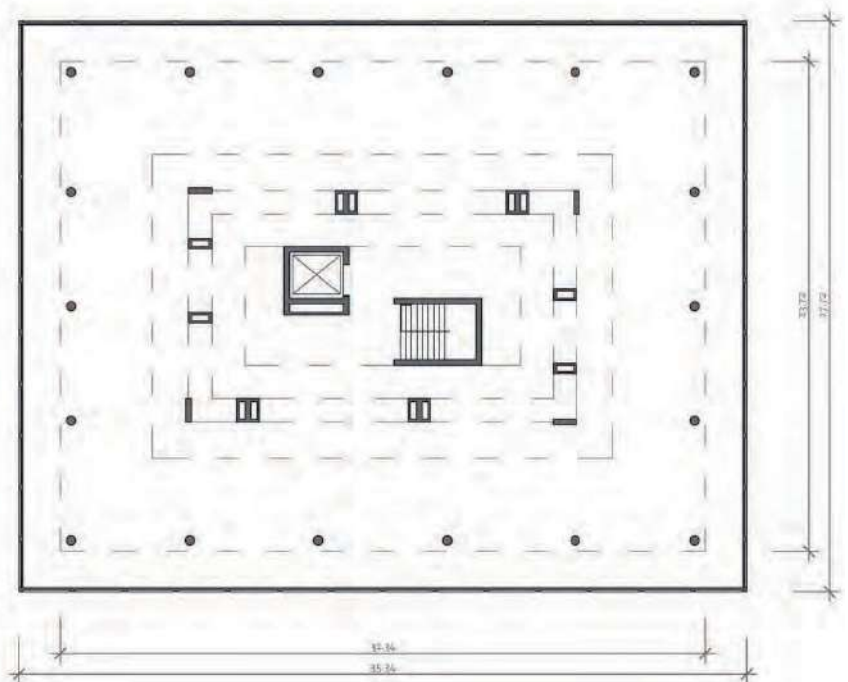
Lehm zw. Diag.		Schilfstukktur		Kalkputz (außen)		Fenster+Fensterbänke		Fenster dichten		151006,12
Preis €/m2 Wandfl.		Preis €/m2 Wandfl.		Preis €/m2 Wandfl.		Preis €/m2 Wandfl.		Preis €/m2 Wandfl.		
9,93		16,9		48,87		106,22		10,30		
Material	Arbeit	Material	Arbeit	Material	Arbeit	Material	Arbeit	Material	Arbeit	
1,93	8	1,90	15	8,87	40,00	72,22	34,00	4,00	6,30	
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	498798,49
972,49	4031,04	957,37	7558,20	4469,42	20155,20	36390,21	17131,92	2015,52	3174,44	
642,46	2663,04	632,47	4993,20	2952,65	13315,20	24040,59	11317,92	1331,52	2097,14	
642,46	2663,04	632,47	4993,20	2952,65	13315,20	24040,59	11317,92	1331,52	2097,14	
642,46	2663,04	632,47	4993,20	2952,65	13315,20	24040,59	11317,92	1331,52	2097,14	
642,46	2663,04	632,47	4993,20	2952,65	13315,20	24040,59	11317,92	1331,52	2097,14	AUSWAHL
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
4184,78	17346,24	4119,73	32524,20	19232,64	86731,20	156593,18	73721,52	8673,12	13660,16	155014,42
										ohne Fenster 1202 Tage á 240,00
										mit Fenster 1566 Tage á 240,00
										ohne Arbeit /mit Fenster (nur Material)
										max. Einsparung bei Selbstbau

Fenster+Fensterbänke Preis €/m2 Wandfl.		Fenster dichten Preis €/m2 Wandfl.	
106,22		10,30	
Material	Arbeit	Material	Arbeit
72,22	34,00	4,00	6,30
0,00	0,00	0,00	0,00
36390,21	17131,92	2015,52	3174,44
24040,59	11317,92	1331,52	2097,14
24040,59	11317,92	1331,52	2097,14
24040,59	11317,92	1331,52	2097,14
0,00	0,00	0,00	0,00

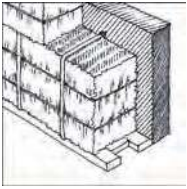
Projekt Make Your City Smart - Obliczenia dla projektu Paula Adriana Schulza: Materiały i praca przy ścianach straw
balewady i zalety samodzielnej budowy (DIY)

156593,18	73721,52	8673,12	13660,16	302190,99	ohne Fenster	885	Tage	á 240,00	(€ 30,-/Std.)
554844,97				1250	mit Fenster		Tage	á 240,00	(€ 30,-/Std.)
254956,63					ohne Arbeit / mit Fenster (Mat.)				
299888,34					max. Einsparung bei Selbstbau				

€/m2	Gesamtkosten inkl. €	€/m2	Gesamtkosten inkl. €
48,36	240.000,00	48,36	240.000,00
10,07	50.000,00	10,07	50.000,00
4,84	24.000,00	4,84	24.000,00
63,27	314.000,00	63,27	314.000,00
€/m2	30,00/Std. (inkl.)	€/m2	52,50/Std. (inkl.)
1.288,89	913.821,48	184,13	913.821,48
	70.445,74		123.280,05
62,23	0,00	99,36	0,00
31,49	22.326,41	4,50	22.326,41
139,44	98.863,20	139,44	98.863,20
1.522,05	1.105.456,83	1.559,18	1.158.291,14
€/m2	30,00/Std. (inkl.)	€/m2	52,50/Std. (inkl.)
694,07	630.910,10	694,07	630.910,10
559,82	64.379,52	559,82	64.379,52
	48.000,00		48.000,00
299,26	243.300,00	299,26	243.300,00
212,98	151.006,12	212,98	264.260,71
58,81	41.695,36	58,81	72.966,88
0,33	1.957,36	2,76	3.425,38
252,67	0,00	212,98	0,00
31,49	28.624,41	31,49	28.624,41
139,44	126.750,00	139,44	126.750,00
1.499,49	1.336.622,87	1.470,43	1.482.617,00
€/m2	30,00/Std. (inkl.)	€/m2	52,50/Std. (inkl.)
694,07	2.321.665,90	694,07	2.321.665,90
36,15	496.706,29	148,49	869.236,00
16,06	137.673,01	41,16	240.927,77
31,67	436.830,18	130,59	764.452,82
0,83	22.823,16	6,82	39.940,53
32,89	115.647,65	34,57	115.647,65
48,75	0,00	148,49	0,00
193,43	647.040,00	193,43	647.040,00
1.017,73	4.178.386,19	1.249,14	4.998.910,67
5 m2 WNFI.	Gesamtkosten in € inkl.	€/3345 m2 WNFI.	Gesamtkosten in € inkl.
1.841,70	SB bei 30,00/Std. (inkl.)	2.073,08	SB bei 52,50/Std. (inkl.)
963 m2 NFI.	€/4963 m2 NFI.		
1.241,28	6.934.465,89	1.397,23	7.953.818,81
	8.462.077,00		8.462.077,00
	1.535.721,02		1.535.721,02
	886.653,70		886.653,70



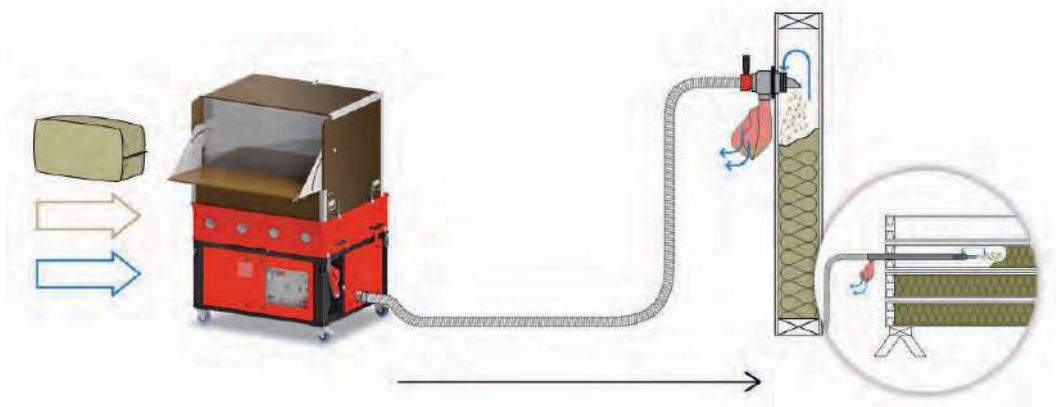


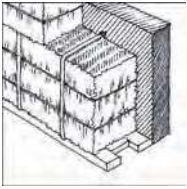


U4-S4: Techniki alternatywne – system wtryskiwania słomy



27





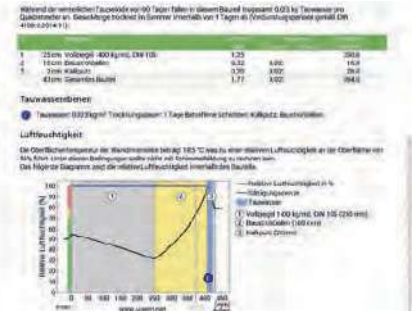
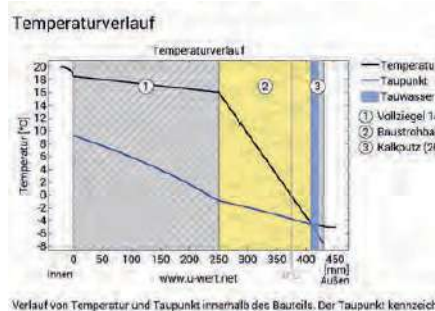
U4-S4: Techniki alternatywne – maty słomiane

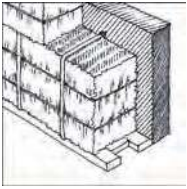


28

Einbau Probanden Test Haus

- Aufbau des Testhauses mit 2 separaten Kammern für Stroh- und Polystyrol Dämmung
- Pro Kammer je ein Messfenster 0,5 x 0,5 m in Nord- und Südrichtung mit 5 Temperatur-sensoren pro Ebene und 4 Ebenen
- Pro Messfenster Feuchtesensoren im Dämmmaterial und zwischen Dämmung und Mauerwerk und je einer im Innenraum der Kammer
- Feuchte- und Temperatursensor an der Außenseite der Nordwand
- Datenaufnahme mit Raspberry Pi





U4-S4: Techniki alternatywne – maty trzcinowe



29



Abbildung 60: Thermoplastgebundene Platte 10 cm



A) 25cm trzciny (5 warstw)
Współczynnik U: 0,208 W/m²K
energochłonność >17 kWh/m²
52,50 - 75,80 €/m²

B) Słoma, płyta izolacyjna z trzciny, tynk wapienny.

Słoma 26cm, mata trzcinowa 5cm, łącznie 33,5cm

Cena materiału/m² (AT)

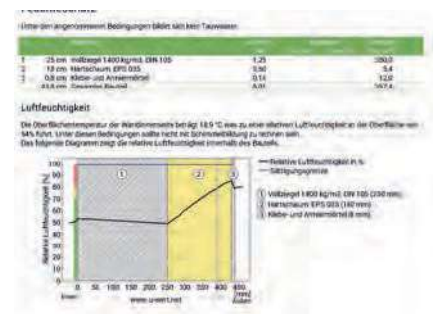
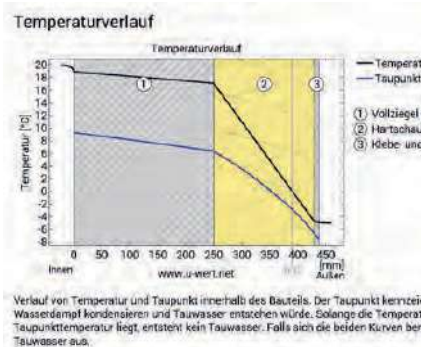
Kostki słomy: około 8–11,2€/m² (certyfikowane)

Podkonstrukcja z/bez skrzynek okiennych 13,05-36,5€/m²

Płyta izolacyjna z trzciny (bauschilf.at) 8,47€/m²

Tynk wapienny 2,5cm, siatka: 8,7€/m²

Cena całkowita materiału: 38,22-56,17€/m²



STEP - Straw-Bale Training for European Professionals

UNIT 4 - Izolacja (2017)

©/Edycja/Teksty/Porady: Herbert Gruber (ASBN)

Współpraca: Helmuth Santler, BuildStrawPro-Team (Erasmus+ Project)

Projekt i zdjęcia: Herbert Gruber;

Więcej zdjęć: Naporo (8) Hagebau (8), u-wert.net (9), Geocell (1 5, 1 6), Misapor, Kurkfabriek (1 5), Horst Danner, GrAT (22), Virko Kade (23), Kengo Kuma (36),

Grafika: Michael Howlett (SBUK)

Niniejszy podręcznik opiera się na
Podręczniku opracowanym przez
Grupę Leonardo STEP (2015)



**TWOJE
LOGO**

