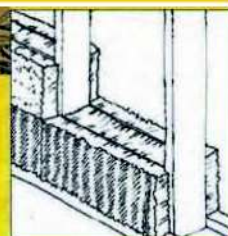




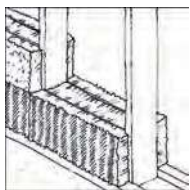
U2 WYPEŁNIANIE SŁOMĄ I PREFABRYKACJA



Kurs Budowania ze Słomy dla Europejskich Specjalistów

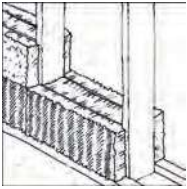






	CZAS	STRONA
U2 Efekty nauki		5
U2 Sesja 1: Rodzaje konstrukcji	3 h	7
Prezentacja 1: Rodzaje konstrukcji		8
Info 2: Fizyka budowli (wprowadzenie)		9
U2 Sesja 2: Plan budowy, harmonogram	4 h	10
Info 1: Projektowanie i planowanie		11
U2 Sesja 3: Detale budowlane	1 h	12
Info 1: Detale budowlane		13
Wskazówka: 14 Wypełnianie narożników		15
U2 Sesja 4: Konstrukcje hybrydowe	1 dzień	16
Info 1: Technika CUT		17
Wskazówki: CUT		19
01-19 Technika CUT, 02-20 CUT		
03-21 Integralność strukturalna i stężenia,		
04-22 OrganiCUT		
Info 2: Technika GREB		24
U2 Sesja 5: Konstrukcje do wypełniania słomą	1 dzień	27
Info 1: Konstrukcje do wypełniania		28
Wskazówki: Konstrukcje do wypełniania		30
05-30 Dostosowywanie konstrukcji do kostek,		
06-31 Kostki wypełniające: pionowe lub poziome,		
07-32 Stężenie ukośne/siły ścinające, 08-33 Deskowanie		
lub tynk kładziony bezpośrednio, 09-34 Tynk jako usztywnienie,		
18-35 Podwójne słupki, 11-36 Wygięcie (wyboczenie)		
U2 Sesja 6: Prefabrykaty i moduły	1 dzień	38
Info 1: Prefabrykacja		39
Wskazówki:		40
12-40 Moduły prefabrykowane w budynkach wielokondygnacyjnych,		
13-41 Moduły prefabrykowane z prasą multibaler		
U2 Sesja 7: Konstrukcje drewniane	4 h	42
Info 1: Konstrukcje drewniane		43
U2 Sesja 8: Prawo budowlane	2 h	45
U2 Sesja 9: Praktyka, test	min. 5 dni	47
Współpraca		48





Poziom 3 (punkty ECVET: 20) / Poziom 4 (20)

Wiedza

Kursanci znają:

- Przepisy związane z budownictwem ze słomy o znaczeniu krajowym
- Specyfikę organizacji budowy straw bale (ochrona przed warunkami atmosferycznymi, bezpieczeństwo, logistyka)
- Podstawy rysunku technicznego umożliwiające zrozumienie rysunków budowlanych
- Rodzaje konstrukcji drewnianych przeznaczonych do wypełniania słomą
- Techniki mocowania kostek słomy w konstrukcji
- Techniki unikania powstawania szczelin oraz wypełniania ubytków (między kostkami oraz między kostkami a konstrukcją)
- Inne naturalne materiały izolacyjne, które mogą być dodatkowo stosowane w budownictwie ze słomy,
- Techniki i zasadność wypełniania konstrukcji słomą o odpowiedniej gęstości
- Różne techniki wypełniania i ich wymagania związane z harmonogramem, planowaniem, budżetem i zasobami,
- Metody prefabrykacji, ich wady i zalety oraz specyfikę dotyczącą logistyki,
- Detale połączeń poszczególnych elementów budynku (strop, ściany, posadzka, dach)
- Detale dotyczące otworów (okna i drzwi) oraz przepustów (kominy, rury, przewody).

Umiejętności

Kursanci potrafią:

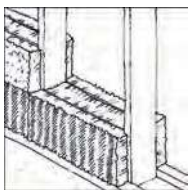
- Sprawdzić jakość konstrukcji i jej przydatność do wypełnienia słomą,
- Obsługiwać narzędzia i maszyny, powszechnie używane na placach budowy z kostek słomy i do prostych konstrukcji drewnianych,
- Wypełniać kostkami różne typy konstrukcji zachowując prawidłowe ustawienie kostek, wymagany stopień kompresji oraz prawidłowe mocowanie kostek
- Wypełniać kostkami słomy panele prefabrykowane,
- Wykonać stężenie ukośne w konstrukcji zgodnie z rysunkami technicznymi i obliczeniami statycznymi,
- Czytać i rozumieć rysunki techniczne, w tym konstrukcyjne,
- Wypełniać otwory i szczeliny słomą i innymi naturalnymi materiałami izolacyjnymi w celu uniknięcia mostków termicznych,
- Szacować koszty budowy obiektów z kostek słomy,
- Przygotować powierzchnie dla kolejnych rzemieślników (pod nakładanie tynku, okładzin, zapewnić szczelność wiatrową)
- Montować drewniane konstrukcje nośne i ramy otworów.

Kompetencje

Kursanci:

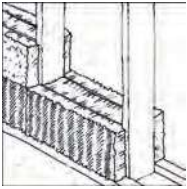
- Potrafią organizować budowę i uczestniczyć w niej na wszystkich etapach oraz dostosowywać proces pracy, wykorzystanie narzędzi i odpowiednich technik (planowanie, przygotowania, wykonanie, dodatkowe rzemiosło),
- Mogą wziąć odpowiedzialność za właściwości słomy jako materiału izolacyjnego,
- Potrafią komunikować się i koordynować pracę z innymi specjalistami,
- Potrafią zaprezentować i omówić różne techniki wypełniania kostkami słomy oraz prefabrykacji, wskazać ich wady i zalety
- mogą sprawdzać jakość kostek słomy podczas całego procesu budowy.





U2-S1: Systemy konstrukcyjne

Cele: Kursant: <ul style="list-style-type: none">- Rozumie i jest w stanie objaśnić trzy główne rodzaje konstrukcji:<ul style="list-style-type: none">a) tynkowanie bezpośrednie (nośne i hybrydowe),b) deskowanie jednostronne (hybrydowe)c) deskowanie po obu stronach (wypełnianie).- Rozumie potrzeby związane z wypełnianiem kostkami o odpowiedniej gęstości, zapobieganiem powstawania szczelin, mocowaniem kostek, kierunkiem żdźbeł i zapobieganiem deformacji konstrukcji.- Wie o konieczności stosowania stężeń konstrukcyjnych, aby przeciwdziałać siłom ścinającym.- Zna i potrafi wyjaśnić zalety i wady różnych technik pracy. Metody: <ul style="list-style-type: none">- Prezentacja- Wykład		Prowadzący: Miejsce: Sala zajęć lub warsztat Czas trwania: Min. 2 godziny Sprzęt: Kostki słomy Próbki konstrukcji
Teoria	Różne warianty konstrukcji wypełnianej oraz prefabrykowanej, ich charakterystyka i wymagania dotyczące słomy. Mocowanie kostek różnymi technikami. Prasowanie kostek w różnych systemach. Zalety i wady techniki wypełniania i prefabrykacji. Detale połączeń: fundamenty, narożniki, okna i drzwi, dach, itp. Przygotowanie różnych powierzchni do tynkowania.	Dokumenty: Arkusz trenera: T1 Arkusz informacyjny: I1 Jak wybrać system konstrukcyjny, różne techniki I2 Próbki konstrukcyjne
Praktyka	Identyfikacja różnych systemów na próbkach lub zdjęciach.	
Organizacja: Prezentacja, projektor, próbki konstrukcyjne.		



U2-S1: Rodzaje konstrukcji



U2-S1: Rodzaje konstrukcji

baubiologie.at
asbn – austrian strawbale network
Österreichisches Netzwerk für Strohballenbau

Haus der Zukunft PLUS

materials
Materialien
source | quelle: baubook/Hersteller

Unit for Vapour Diffusion Resistance
 μ | Dampfdiffusionswiderstandszahl

Die Fähigkeit von Baustoffen, für Wasserdampf durchlässig zu sein, wird durch die Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl beschrieben. Je niedriger der Wert, desto weniger wird der Wasserdampf auf dem Weg von der warmen zur kalten Seite getrieben. Für offene Konstruktionen ist ein niedriger μ -Wert vorteilhaft, da die Entfeuchtung ungehindert und schnell abfließen kann. Werte unter $\mu = 10$ zeigen eine sehr gute Diffusionsfähigkeit für Wasserdampf an; $\mu = 10 - 50$ sind mittlere Diffusionswerte; bei μ -Werten von $50 - 500$ wird die Dampfdiffusion eingeschränkt; bei $\mu > 500 - 15.000$ wird die stark eingeschränkt; ab $\mu > 15.000$ wirkt ein Material wasserdampfsperrend; ab $\mu > 100.000$ ist ein Material dampfdicht.

Material	Rohdichte	λ Wärmeleitfähigkeit	μ	Dicke	sD-Wert	U-Wert
Lehmputz clayplaster	1700 kg/m ³	0,80 W/mK	4-8	0,025 m	0,1-0,2 m	
Heraklithplatte BM woodchipboard	380 kg/m ³	0,09 W/mK	5	0,035 m	0,1-0,2 m	
Holz (Fichte) Rau wood (fir) raw	600 kg/m ³	0,13 W/mK	20-40	0,025 m	0,5-1 m	
OSB-Top4-Platte OSB Top4 board	600 kg/m ³	0,13 W/mK	200	0,016 m	3,2 m	
Strohballen hoch strawbale on edge	85-120 kg/m ³	0,050 W/mK	1-2	0,36 m	0,36-0,72 m	0,136 W/m ² K
Strohballen quer straw bale laid flat	85-120 kg/m ³	0,085 W/mK	1-2	0,50 m	0,5-1 m	0,165 W/m ² K
Schaumglas (ecoglas) foamglass	280 kg/m ³	0,070 W/mK	1	0,69 m	0,6 m	0,10 W/m ² K
Bläuperlite exp. perlite	85 kg/m ³	0,042 W/mK	1-3	0,20 m	0,2-0,6 m	0,20 W/m ² K
Agepan UDP diffusionopen board	270 kg/m ³	0,063 W/mK	5	0,016 m	0,08 m	
Windpapier (Tyvek) windpaper	124 g/m ²	–	175 – 380 μ m		0,02 m	
Steico Protect H woodfibre protect	230 kg/m ³	0,048 W/mK	5	0,060 m	0,3 m	
Kalkputz lime plaster	1800 kg/m ³	0,87 W/mK	10-15	0,040 m	0,4-0,6 m	
- Gräfix 73 Pajalith	800 kg/m ³	0,87 W/mK	10-15	0,020 m	0,2-0,3 m	
- Gräfix 71 Ultra	800 kg/m ³	0,14 W/mK	10	0,040 m	0,4 m	
Holz (Lärche) wood (larch)	700 kg/m ³	0,13 W/mK	20-40	0,025 m	0,5-1 m (außen mit Hinterlüftung)	
EPDM-Kautschuk EPDM rubber	1230 kg/m ³	0,24 W/mK	70000	0,002 m	140 m (außen mit Hinterlüftung)	

bm

baubiologie.at
asbn – austrian strawbale network
Österreichisches Netzwerk für Strohballenbau

Haus der Zukunft PLUS

INSIDE
diffusion/breathability or vapour barrier (4:1)
 $\mu = 20-300$
sD-value ≤ 1 m
no vapour break!

airproof
single: plaster
double: plaster + OSB/membrane

diagonal bracing
shear/wind forces:
structural board, plaster

thermal mass
heavy materials
in walls & floor
phaseshift (day/night)
clay/earth (indoor climate)

installation layer
plaster, on Heraklith or woodfibreboard, boards

splashwater area
baseplate, wood, tiles

DIFFUSION
MOISTURE STORAGE

DEWPOINT
RAIN PROTECTION

OUTSIDE
diffusion/breathability
diffusionopen!
 $\mu = 1-20$
dewpoint (condensation)
no vapour barrier!

windproof
single: (lime)plaster
double: + DWD/windpaper

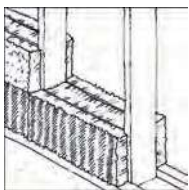
diagonal bracing
shear/wind forces:
structural board, plaster

thermal insulation
lambda (material)
U-value (building part)
low energy house: $< 0,25$ W/m²K
passive house: $< 0,10$ W/m²K

facade (water repellent)
limeplaster + (silicate) paint
woodfibreboard (protect) + plaster

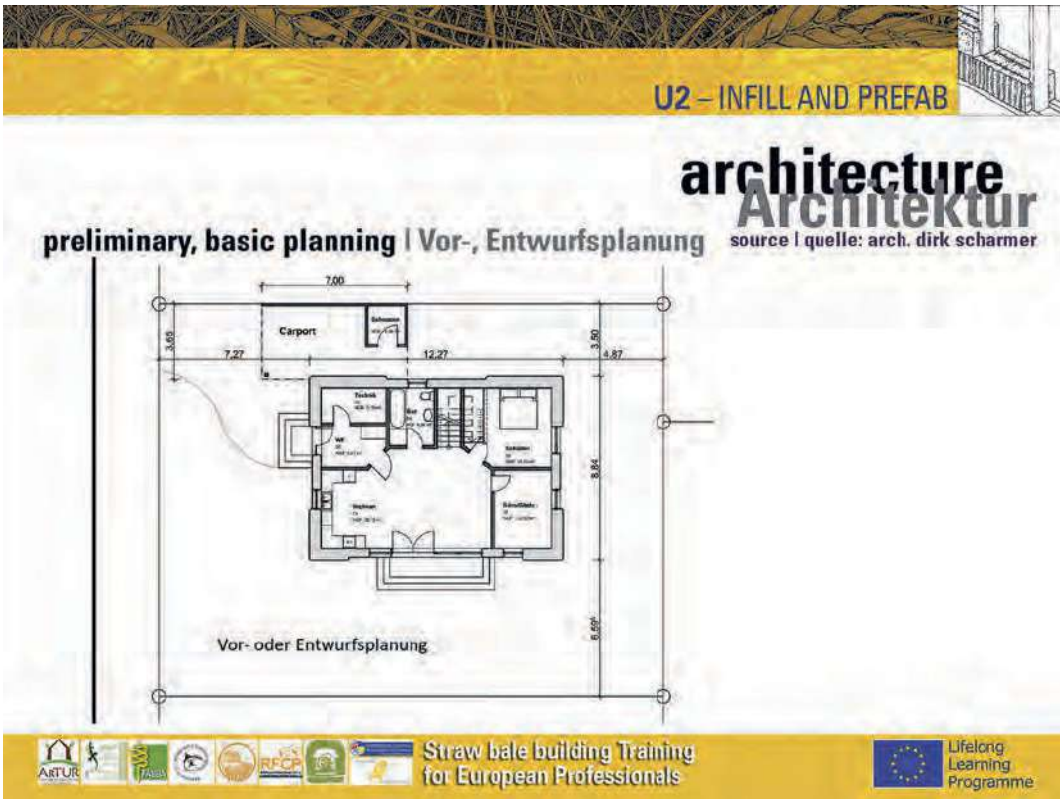
splashwater area
30-40 cm above ground, gravel
© ASBN, www.baubiologie.at (U-Wert: u-wert.net)

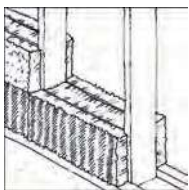
bm



U2-S2: Plan budowy i harmonogram

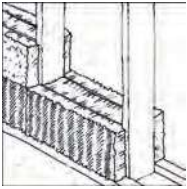
Cele: Kursant: <ul style="list-style-type: none">- Posiada umiejętność czytania i rozumienia rysunków architektonicznych i budowlanych oraz oznaczeń w nich stosowanych.- Posiada umiejętność czytania i rozumienia rysunków detali okien, narożników, połączeń z dachem i stropami pośrednimi.- Zna różne systemy konstrukcyjne dla ścian z kostek słomy.- Zna zalety i wady różnych rozwiązań.- Wie jak sporządzić harmonogram dla budowy z kostek słomy i oszacować czas potrzebny na wypełnienie konstrukcji kostkami, upychanie dodatkowej słomy i finalne przygotowanie ścian.- Posiada wiedzę na temat różnych zawodów, ich zakresu prac i obowiązków związanych z konstrukcją z kostek słomy (budowniczy, stolarz, tynkarz, dekarz, blacharz, stolarz okienny, hydraulik, elektryk...). Metody: <ul style="list-style-type: none">- Wykład/rozmowa- Wyjaśnienia- Praktyka		Prowadzący: Miejsce: Sala zajęć Czas trwania: Min. 5 godzin Sprzęt: Długopis i papier Kalkulatory Projektor
Teoria	Podstawy rysunku architektonicznego i budowlanego. Różne rodzaje konstrukcji, ich charakterystyka i wymagania dotyczące kostek. Zalety i wady różnych technik i rodzajów konstrukcji. Porównanie kosztów budowy (materiałów, robocizny itp.) przy użyciu różnych metod. Ustalenie harmonogramu prac konstrukcyjnych. Podział obowiązków na placu budowy ze słomy.	Dokumenty: Arkusz trenera T1 Podstawy planowania T2 Charakterystyka różnych technik konstrukcyjnych Arkusz informacyjny I1 Projektowanie i planowanie
Praktyka	Zadanie Zinterpretuj studium przypadku, porównując wnioski z innymi uczestnikami szkolenia. Narysuj odręcznie detal budowlany.	
Organizacja: Przygotuj studium przypadku dla każdej grupy uczestników (2-3 osoby), przeanalizuj je, aby móc porównać je z wynikami pozostałych.		





U2-S3: Detale budowlane

Cele: Kursant: <ul style="list-style-type: none">- Zna detale ścian (połączenia fundament-ściana, ściana-okno/drzwi, ściana-sufit, ściana-narożnik-ściana, ściana-dach) dla różnych technik budowania ze słomy.- Potrafi wykonać proste prace związane z drewnem (montaż ramy okiennej, wykonanie narożnika, wykonanie połączeń).- Potrafi odczytywać detale rysunków architektonicznych.- Zna detale przepustów instalacyjnych w ścianie (elektryka, wentylacja, komin). Metody: <ul style="list-style-type: none">- Wykład/rozmowa- Wyjaśnienia- Praktyka		Prezentacja: Miejsce: Sala zajęć / warsztat Czas trwania: Min. 4 godziny Sprzęt: Długopis i papier Projektor Laptopy (opcjonalnie)
Teoria	Detale ścian (połączenia fundament-ściana, ściana-okno/drzwi, ściana-sufit, ściana-narożnik-ściana, ściana-dach) dla różnych technik budowania ze słomy.	Dokumenty: Arkusze trenera T1 Arkusze informacyjne I1 Detale budowlane I2 Systemy konstrukcyjne
	Zadanie Rysowanie różnych detali ścian (połączenia fundament-ściana, ściana-okno/drzwi, ściana-sufit, ściana-narożnik-ściana, ściana-dach) dla różnych technik budowania ze słomy Przygotowanie, montaż, podniesienie i połączenie próbki lub jej części z płytą fundamentową, wieńcem, oknem i narożnikiem.	
Organizacja: Rysunki techniczne i detale		



U2-S3: Detale budowlane

U2 – INFILL AND PREFAB

Source: ASBN | www.baubiologie.at



Exterior wall and ceiling/base plate (above cellar)

- 1 wooden floor
- 2 subfloor
- 3 timber
- 4 sand
- 5 folie/membrane
- 6 insulation slab against foot fall sound
- 7 diagonal bracing or OSB-board (airtight glued)
- 8 straw-insulation infill between rafters
- 9 wooden soft board
- 10 straw-insulation infill between rafters
- 11 OSB-board
- 12 gypsum board
- 13 plaster (ev. on Heraklith BM - magnesia-bound wooden-chip-board for installations)
- 14 concrete
- 15 humidity sealing
- 16 perimeter insulation
- 17 horizontal barrier, with vertical sealing
- 18 weatherboard
- 19 splash/water proof external plaster
- 20-22 timber


Straw bale building Training for European Professionals

Lifelong Learning Programme

U2 – INFILL AND PREFAB

Source: ASBN | www.baubiologie.at



Roof

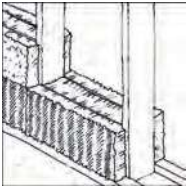
- 1 gypsum-plate
- 2 roof batten
- 3 OSB-board
- 4 straw-insulation infill between rafters
- 5 wooden soft board between rafters
- 6 straw-insulation infill between rafters
- 7 wooden soft board
- 8 roofing felt (diffusion permeable)
- 9 ventilated bantering
- 10 wooden planking
- 11 PE-folie (galvanic separation timber - sheet plate)
- 12 sheet roofing, e.g. galvanized steel sheet
- 13 protective grating
- 14 wooden planking
- 15 eave(s) plate
- 17-19 timber

Window

- 1 straw-insulation infill between rafters
- 2 insulated window frame
- 3 compressive-strengt-insulation (e.g. cork), wind/airproof-folie above


Straw bale building Training for European Professionals

Lifelong Learning Programme



U2-S3: Detale budowlane

U2 – INFILL AND PREFAB

Source: ASBN | www.baubiologie.at

1	Strohdämmung zwischen Holzsteher
2	Druckfeste Wärmedämmung, Rahmen überdämmt
3	Druckfeste Dämmung

Abbildung 24: Anschlussdetails Fenster Variante 2 Tabelle 35: Aufbau – Fenster Variante 2

Straw bale building Training for European Professionals
 Lifelong Learning Programme

U2 – INFILL AND PREFAB

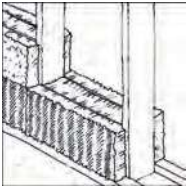
Source: ASBN | www.baubiologie.at

Fenster

1	Strohdämmung zwischen Holzsteher
2	Wärmedämmung, Rahmen überdämmt
3	Druckfeste Dämmung (z.B. Kork), darüber Windsperre

Abbildung 23: Anschlussdetails Fenster Variante 1 Tabelle 34: Aufbau Fenster - Variante 1

Straw bale building Training for European Professionals
 Lifelong Learning Programme



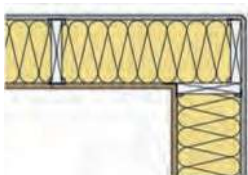
U2-S3: Detale budowlane



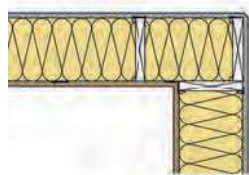
14 Konstrukcje drewniane (słupowo-belkowe): Pomyśl jak wypełnić narożniki

Podczas projektowania obiektu i sporządzania rysunków konstrukcyjnych należy zadbać o zapewnienie miejsca na wypełnienie narożników (miejsca spotkania dwóch ścian). Kostkami słomy mogą być wypełniane te przestrzenie między słupkami konstrukcyjnymi, które mają odpowiednią szerokość (40-50cm w świetle). W wyjątkowych przypadkach wypełniamy fragmentami kostek. Jest to szczególnie ważne, gdy fasada jest wcześniej usztywniona ukośnym deskowaniem. Cieśle powinni sporządzić plan budowy w porozumieniu z budowniczymi z kostek słomy, bądź zlecić im jego sprawdzenie. Dotyczy to zwłaszcza narożników ścian. Istnieje wiele prostych i praktycznych detali, opracowanych we współpracy z cieślami, inżynierami budowlanymi i budowniczymi ze słomy, których zastosowanie pozwala na łatwe wypełnianie słomą i jej kompresję w konstrukcji.

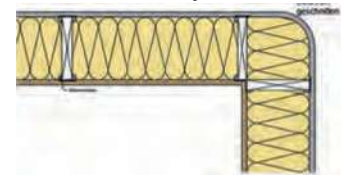
łatwe wypełnienie
(wystarczająca ilość
miejsca po obu stronach)

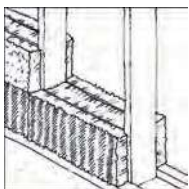


narożnik nie może
być wypełniony od
wewnątrz



zaokrąglony narożnik
wymaga zastosowania
siatki lub trzciny





U2-S4: Konstrukcje hybrydowe

Cele: Kursant: <ul style="list-style-type: none">- Zna hybrydowe techniki konstrukcyjne i wie, kiedy z nich korzystać.- Zna zalety i wady różnych rozwiązań.- Może zorganizować plac budowy podczas procesu wypełniania konstrukcji słomą (tj. wziąć odpowiedzialność za pozostawienie placu budowy chronionego przed deszczem i wiatrem, zabezpieczać stogi słomy przed ogniem, usuwać luźną słomę po pracy).- Zna detale budowlane (okna, połączenia dachowe, itp.) dla hybrydowych technik budowlanych. Metody: <ul style="list-style-type: none">- Wykład / rozmowa- Praktyka- Wyjaśnienia		Prowadzący: Miejsce: Warsztat Czas trwania: Min. 1 dzień (7 godzin) Sprzęt: Drewno Wkręty Kostki słomy Narzędzia Mata trzcinowa
Teoria	Różne opcje konstrukcyjne hybrydowych technik budowlanych oraz ich charakterystyka i wymagania dotyczące kostek słomy. Mocowanie kostek. Kompresja kostek za pomocą różnych systemów. Zalety i wady hybrydowych technik budowlanych. Detale połączeń: fundamenty, narożniki, okna i drzwi, dach itp. Przygotowanie różnych powierzchni do tynkowania.	Dokumenty: Arkusz trenera: T1 Arkusz informacyjny: I1 CUT/CST I2 GREB
Praktyka	Zadanie W grupach roboczych: Przygotowanie prostych drewnianych ram i fragmentów konstrukcji. Wypełnianie kostkami słomy w pozycji pionowej. Kompresja kostek przy użyciu różnych technik. Mocowanie kostek w konstrukcji. Szczelne/wiatroszczelne połączenie z oknem. Strzyżenie kostek w razie konieczności. Przygotowanie kostek do tynkowania.	
Organizacja: 20 kostek słomy dla każdej grupy Drewniane deski i łączniki (wkręty, gwoździe, wsporniki, zszywki) -> patrz lista materiałów Narzędzia -> patrz lista narzędzi		

bau biologie.at
 asbno - austrian strawbale network
 Österreichisches Netzwerk für Strohbautechnik

Haus der Zukunft PLUS

Straw Bale Hybrid CUT-System
 Tom Rijken

advantages:
 simple system,
 compression through
 lintels each sb-line,
 also ideal for
 thermal renovation

disadvantages:
 structural tests (72 tons)
 ev. humidity problems
 through direct plastering on facade

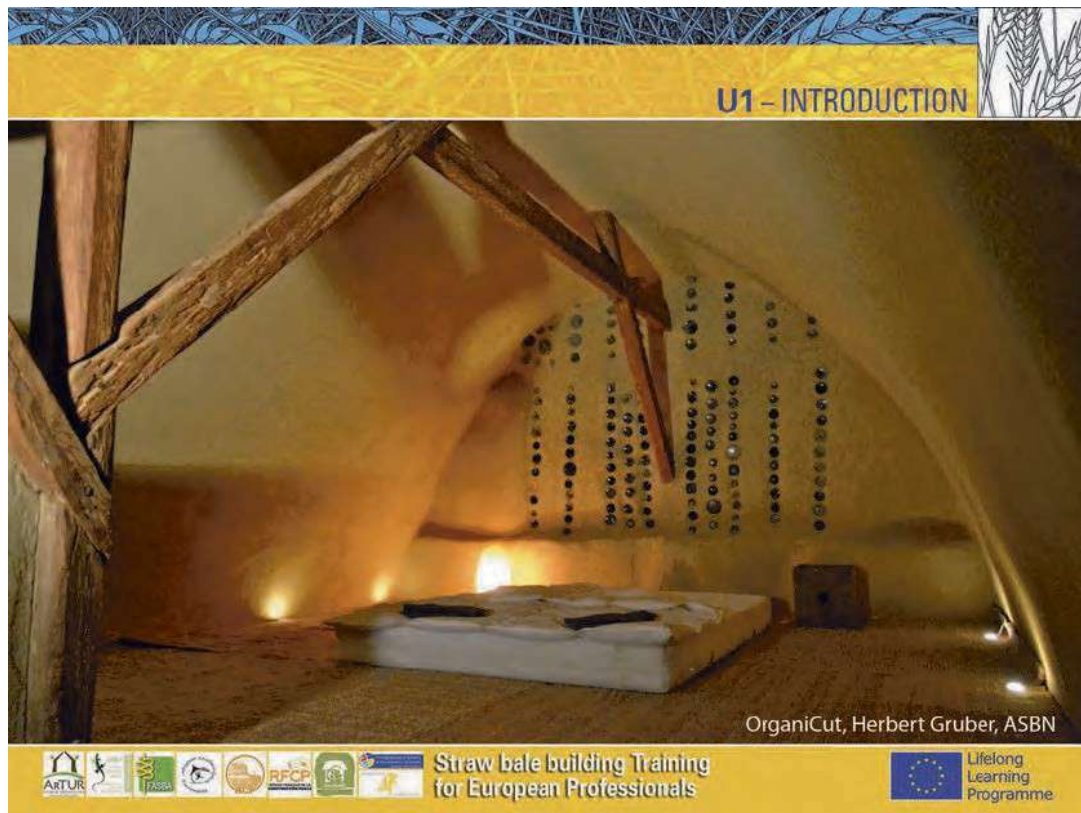
Labels in the drawing:
 HOLZSTÄNDER-BREITER EV. AN KONSTRUKTION BEFESTIGT (BREIT MIT WINKEL)
 HOLZBOX FÜR FENSTER & TÜREN (MASSIV, OSB,...)
 HOLZSTÄNDER MASSIV (HILFSSTÄBER)
 HOLZLEISTEN ZUM KOMPRIMIEREN (NIEDERDRÜCKEN) DER BALLEN VERHINDERN DIE SETZUNG
 LEHMPUTZ INNEN AUF PUTZTRÄGER, ODER BESTEHENDE WAND
 INSTALLATIONSEBENE DIAGONALLATUNG (RAUSHALUNG) ALS STATISCHE AUSSTEIFUNG AUF INNENLIEGENDER KONSTRUKTION EV. BAUPAPIER (DAMPFBREMSE)
 STROHBALLEN STEHEND (36 CM) ZWISCHEN HOLZSTÄNDER-BREITERN
 BODENPLATTE HOLZ FUNDAMENT AUSSEN VORGEÄMMT

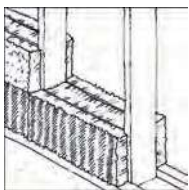
© HERBERT GRUBER, WWW.BAUBIOLOGIE.AT

Logos at the bottom:
 bm, VÖBB, FÖF, aww, and HAUS der Zukunft



U2-S4: Konstrukcje hybrydowe - OrganiCUT



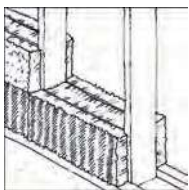


U2-S4: Konstrukcje hybrydowe - CUT



01 Konstrukcje hybrydowe: Technika CUT

Jeśli powierzchnia ściany z kostek słomy ma być bezpośrednio otynkowana, tylko jedna jej strona powinna być oszalowana i usztywniona skośnym deskowaniem. Słoma stanowi dobre podłoże pod tynk, drewno nie. Odslonięte deski muszą być pokryte podkładem tynkarskim (mata trzcinowa, podkład pod panele Steico, płyta z wełny drzewnej Heraklith, siatka). Aby zaoszczędzić na robociźnie, materiale i poprawić właściwości izolacyjne ściany, w niektórych przypadkach lepiej jest użyć konstrukcji z pojedynczymi słupkami, do których mocowane jest deskowanie lub stężenie ukośne (przeciwdziałające siłom ścinającym / wiatrowym). Druga strona ściany jest tynkowana bezpośrednio na słomę. Słupek powinien mieć grubość nie większą niż 4 cm i maksymalną szerokość 18 cm. Słupek może być umieszczony po jednej stronie ściany, licując się z zewnętrzną powierzchnią kostek słomy (w przypadku deskowania zewnętrznego), z wewnętrzną powierzchnią ściany (w przypadku zastosowania poszycia wewnętrznego i wymaganej przestrzeni instalacyjnej) lub w środku ściany (w przypadku obustronnego tynkowania). Jeśli jedna strona konstrukcji drewnianej jest zamknięta deskowaniem, wypełnianie słomą jest łatwiejsze, ponieważ kostki są po prostu dociskane do desek. Jeśli słupek (2,5x14 cm dla ścian nienośnych lub 4x14-18 cm dla ścian nośnych) jest wyśrodkowany względem ściany, należy zadbać o to, aby kostki były równo ułożone w celu zapewnienia jak najbardziej płaskiej powierzchni. W konstrukcjach hybrydowych, w których kostki nie są zamykane deskowaniem, należy je zamocować przy pomocy drewnianych kantówek, aby zapobiec ich ześlizgiwaniu się. To właśnie nazywamy techniką CUT. Jej nazwa pochodzi od słów "Cells Under Tension" i od cięcia (ponieważ musimy przeciąć kostkę słomy, aby zamocować kantówkę).



U2-S4: Konstrukcje hybrydowe - CUT

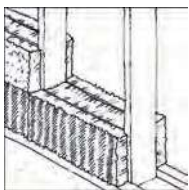


02 System CUT

Sprytny i wszechstronny

W technice CUT po jednej stronie słupków drewnianej konstrukcji mocujemy kantówkę (łatę) 25x25 mm (najlepiej wykonaną z nieheblowanego drewna). Dociska się ją do powierzchni słomy tak, aby ściśle przylegała do konstrukcji i nie mogła się przesunąć nawet po bezpośrednim otynkowaniu. W tym celu nacinamy powierzchnię kostki słomy wzdłuż łąty (łatwiej to wykonać po tej stronie kostki gdzie żdźbła są zgięte, a nie przecięte). Używamy do tego ostrego nożyka, ząbkowanego noża do chleba lub piły elektrycznej z dwoma ostrzami. Nacięcie należy następnie poszerzyć palcami lub prostym narzędziem, aż powstanie niewielki rowek. Łata jest wkładana do niego ręcznie przy pomocy płyty dociskanej z każdej strony przez dwóch pomocników i mocowana do słupków konstrukcji za pomocą ocynkowanych gwoździ długości 6 cm. W przypadku nośnych konstrukcji CUT używamy słupków o przekroju 4x16-18 cm (4 cm wystarczają na połączenie desek z 2 cm luzem po obu stronach gwoździ). Gwoździe rozmieszczane są co 47-50 cm na wysokości słupka (wysokość kostki słomy). Zapobiegają ugięciu słupków.

Technika CUT jest naprawdę wszechstronnym, inteligentnym, niedrogim i jednocześnie prostym systemem konstrukcyjnym, który pokazuje bodownictwo ze słomy od najlepszej strony.



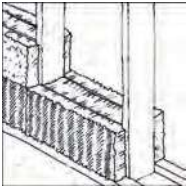
U2-S4: Konstrukcje hybrydowe - CUT



03 Zaawansowana technika CUT: Integralność **strukturalna** z **deskowaniem**

Szereg testów wykazał, że dzięki warstwie tynku (min. 3 cm) nośność i sztywność ścian ze słomy budowanych w technice CUT jest wystarczająca do budowy wszystkich typów domów jednorodzinnych. Co więcej, testy były przeprowadzane dla konstrukcji opartej na słupkach o przekroju 2,5x14 cm, a nie na najpopularniejszych mających większy przekrój poprzeczny (4x18 cm).

Dla pewności (w przypadku konstrukcji drewnianych zawsze jakieś elementy są przewymiarowane, co jest pozytywnym zjawiskiem), do ścian nośnych zalecamy stosowanie słupków 4x18 cm oraz jednostronnego deskowania ukośnego. Jeśli deskowanie znajduje się po stronie zewnętrznej, montujemy je w odstępach 6-10cm, ponieważ nie jest wystarczająco otwarte dyfuzyjnie (wartość względnego współczynnika oporu dyfuzyjnego μ powyżej 20). Szczeliny wypełniamy mieszanką tynku i słomy (głina jest higroskopijna, pobiera wilgoć z obszaru punktu rosy i utrzymuje kostki słomy w suchości). Natomiast jeśli chcemy mieć drewnianą elewację, wykańczamy zewnętrzną stronę ściany otwartą dyfuzyjnie 16 mm płytą DWD (wartość μ około 8, podobnie jak dla tynku wapiennego). Przed płytą zostawiamy pustkę wentylacyjną szerokości około 5 cm, a następnie montujemy deski elewacyjne. Właśnie taka konstrukcja ściany CUT (konstrukcja drewniana z pojedynczymi słupkami, stężona zewnątrz ukośnymi deskami) jest najlepszym wyborem dla budowy jedno- i dwupiętrowych budynków. Przemawia za tym wiele aspektów, m.in. fizyka budowli, zrównoważony rozwój, zdrowie mieszkańców, łatwość samodzielnej budowy oraz zminimalizowane zużycie zasobów i materiału.



U2-S4: Konstrukcje hybrydowe - OrganiCUT

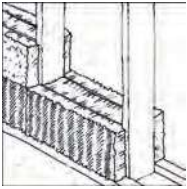


04 Organiczna technika CUT: **OrganiCut**

Jedno- lub obustronnie tynkowane ściany w technologii CUT mogą też służyć do budowy sklepień, kopuł i innych form zakrzywionych lub organicznych. W zależności od promienia krzywizny, kostki słomy muszą być ścięte pod kątem (za pomocą elektrycznej piły ręcznej). Ewentualnie, powstające pomiędzy nimi szczeliny w kształcie klina muszą być dodatkowo wypełnione słomą. Takie zakrzywione ściany lub budynki organiczne mogą być przekryte oddzielnym dachem, zbudowane jako sklepienie w przestrzeni poddasza pod dachem istniejącym lub przekryte bezpośrednio elastyczną (wentylowaną) membraną dachową (folia EPDM i zielony dach, elastyczne ogniwa fotowoltaiczne na płytkach EPDM; patrz FabHouse, Barcelona), pokryte drewnianym gontem lub blachą, dzięki czemu są odporne na deszcz. To, co wcześniej było możliwe tylko dla konstrukcji żelbetowych, może być wytwarzane przy pomocy techniki OrganiCUT w sposób organiczny i przy użyciu naturalnych materiałów budowlanych.







U2-S4: Konstrukcje hybrydowe - GREB

strawbale building method GREB

GREB mortar
4 sawdust
3 sand
1 lime
1 cement

Point of interests
- cladding
- fire protection form day one

Point of attention
- quality of nails and shuttering
- experience in evaluation of weather conditions

Critical issues
- air tightness
- moisture control

GREB:
Groupe de Recherche Écologique de la Bâtiture
www.greb.ca

nails on laths for mortar adhesion

fixing laths with strings or metal strip

shuttering

wooden frame laths 40x100

junctions with screws 5x90

bale on edge

Materials
wood laths 40x100 (pine, fir)
standard straw bales
nails (galvanized) 90mm
screws 5x90
polypropylene strings (recycled bale strings) or metal strips
pastering mesh

Mortar
sawdust
sand
lime (NHL 5)
cement

Tools
circular or miter saw
hammer
cutter, scissors
mortar mixer
shovel
buckets
brush
trowels
level
concrete vibrator or "mash stick"
shuttering boards

Steps
1. wood frame + straw
2. preparation of mortar and shuttering
3. pouring mortar + walling (depending on weather/climate conditions) + take away shuttering

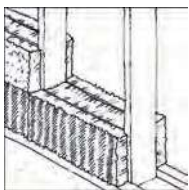
www.strawleonardo.eu

U2 – INFILL AND PREFAB

Straw bale building Training for European Professionals

Lifelong Learning Programme





U2-S5: Konstrukcje do wypełniania słomą

Cele: Kursant: <ul style="list-style-type: none">- Zna techniki budowy polegające na wypełnianiu konstrukcji słomą- Poznaje różne typy konstrukcji- Poznaje zalety i wady tej metody- Potrafi zorganizować plac budowy (bierze odpowiedzialność za pozostawianie placu budowy chronionego przed deszczem i wiatrem, bezpieczne składowanie słomy, usuwanie luźnej słomy po pracy).- Zna detale (okna, połączenia dachowe,...) stosowane w technice wypełniania konstrukcji kostkami słomy Metody: <ul style="list-style-type: none">- Wykład / rozmowa- Wyjaśnienia- Praktyka		Prowadzący: Miejsce: Warsztat Czas trwania: Min. 1 dzień (7 godzin) Sprzęt: Wkręty do drewna, Kostki słomy, Mata trzciniowa.
Teoria	Różne typy wypełnianych słomą konstrukcji, ich charakterystyka i wymagania dotyczące kostek. Różne techniki mocowania kostek słomy. Prasowanie kostek za pomocą różnych systemów. Zalety i wady techniki wypełniania konstrukcji słomą. Detale połączeń: fundamenty, narożniki, okna, drzwi, dach, itp. Przygotowanie różnych powierzchni do tynkowania. Analiza próbek tego typu konstrukcji.	Dokumenty: Arkusz trenera: T1 Arkusz informacyjny: I1 Technika wypełniania konstrukcji słomą
Praktyka	Zadanie: Praca w grupach roboczych. Przygotowanie prostych drewnianych ram i konstrukcji. Wypełnianie kostkami słomy w pozycji pionowej. Prasowanie kostek przy użyciu różnych technik. Mocowanie kostek słomy w konstrukcji. Szczelne połączenie z oknem. Strzyżenie kostek słomy w razie konieczności Przygotowanie kostek/płyt do tynkowania	
Organizacja: 20 kostek słomy dla każdej grupy Drewno, deski i złącza (śruby, gwoździe, wsporniki, zszywki) -> patrz lista materiałów Narzędzia -> patrz lista narzędzi		



VENTILATED WOOD FACADE OR EXTERIOR PLASTER
ON PLASTER BASE (HERAKLITH BM)
WINDOWS & DOORS BETWEEN POSTS
WITH JOISTS

MASSIVE WOODEN POSTS
- 2 CONNECTED POSTS
- K/H MASSIVE
- INSULATED
(WITH CORK OR SOFTWOOD)
- LADDER-SYSTEM

WOODEN BRACING OR
ACEPAN

INTERIOR
KLAYPLASTER
ON PLASTER-BASE
- HERAKLITH BM
= INSTALLATION LAYER
(OR REED)

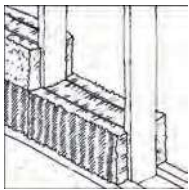
DIAGONAL BRACING (WOOD)
AS STRUCTURAL LAYER
OPT. VAPOR RETARDER (PAPER)

STRAW BALES ON EDGE (36 CM)
INFILL BETWEEN POSTS

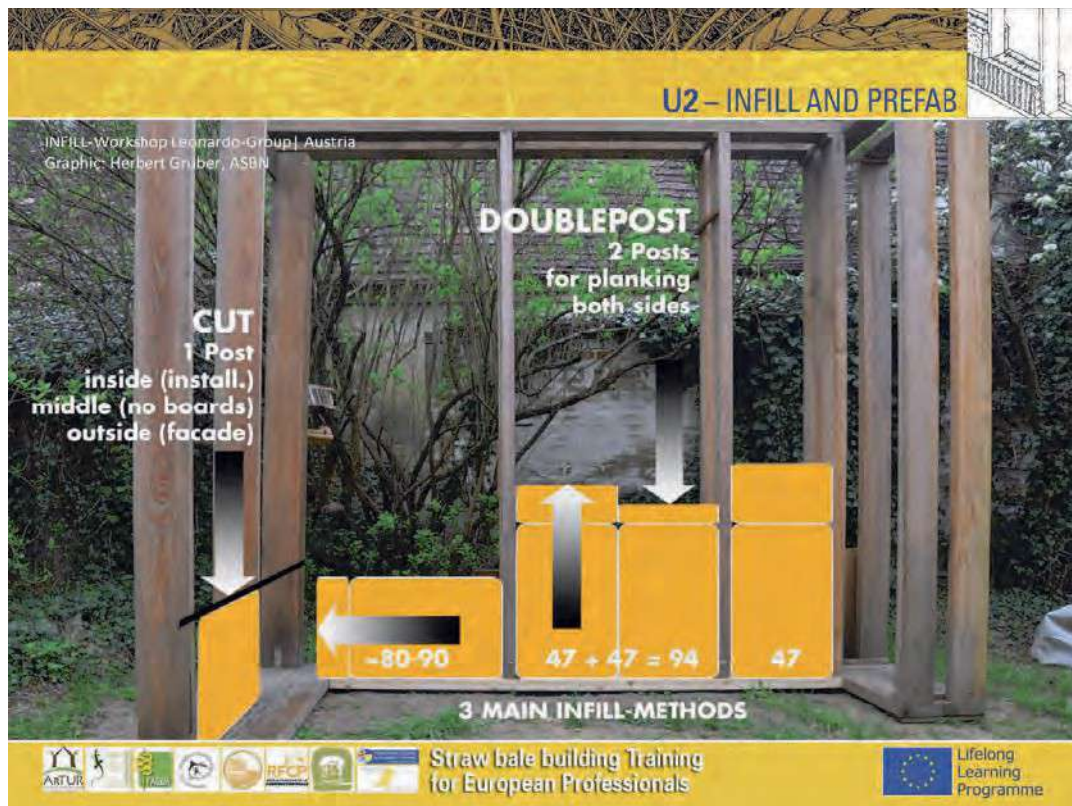
WOODEN SB-INSULATED BASE PLATE
OR CONCRETE FOUNDATION (INSULATED)

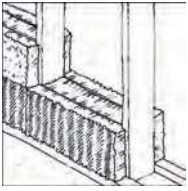
© HERBERT GRUBER, WWW.BAU BIOLOGIE.AT





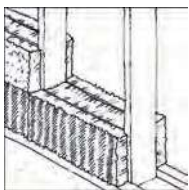
U2-S5: Konstrukcje słupowo-belkowe do wypełniania słomą



**U2-S5: Konstrukcje słupowo-belkowe do wypełniania słomą**

05 Długość kostki słomy określa odległość między słupkami

Tam, gdzie jest to możliwe, drewniane konstrukcje słupowe (zwłaszcza konstrukcje hybrydowe, takie jak ściany CUT) projektujemy według modułu określonego przez długość kostki słomy. Otwory okienne i drzwiowe planujemy oczywiście tam, gdzie są potrzebne, zapewniają najlepszy widok, albo najlepsze połączenie komunikacyjne. Jednak tam, gdzie ściana nie ma otworów, odległość między słupkami wynika z wymiarów kostki. Taki rozstaw gwarantuje, że związane sznurkami kostki zmieszczą się w całości między słupkami, a dodatkowego wypełnienia wymagać będą tylko miejsca, gdzie kostki okażą się nieco krótsze, albo niewystarczająco gęste (poniżej 90 kg / m³). Wówczas dodatkowe wypełnienie pozwoli je nieco skompresować i przygotować jednolitą powierzchnię pod tynkowanie.



U2-S5: Konstrukcje słupowo-belkowe do wypełniania słomą

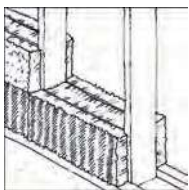


06 Wypełnianie kostkami słomy: **Pionowo** czy **poziomo**?

To, czy ściany będą wypełnione kostkami w układzie poziomym (rozstaw słupków około 80-90cm), czy w układzie pionowym (rozstaw słupków około 47-50cm), nie ma większego znaczenia dla właściwości termicznych ściany. W obu pozycjach montażowych grubość kostki (36cm) pozostaje niezmienna.

W układzie pionowym będziemy mieć większe zużycie drewna i więcej mostków termicznych (drewno izoluje w stopniu o połowę niższym niż słoma). Gęsty układ słupków jest też często konstrukcyjnie niepotrzebny, ale w tym kierunku wymiar kostek (47-50cm) jest raczej stały, gdyż definiuje go wielkość kanału w prasie do słomy, co z kolei pozwoli uniknąć wykonywania dodatkowych wypełnień w miejscu zbyt krótkich kostek.

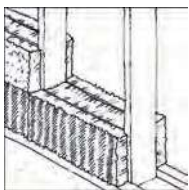
Natomiast w przypadku poziomego układu kostek zyskujemy większą elastyczność (wszystkie różnice w module rozstawu słupków możemy wypełnić dodatkowym fragmentem kostki). Daje to możliwość swobodniejszego kształtowania architektury budynku. Osobiście uważam, że zachowanie sztywnego modułu co 80 cm jest przydatne tylko przy budowie z paneli prefabrykowanych (patrz strona 188).

**U2-S5: Konstrukcje słupowo-belkowe do wypełniania słomą**

07 Stężenie ukośne: Odporność na **siły wiatru**

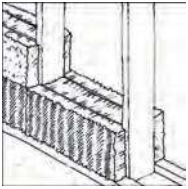
Konstrukcje drewniane muszą być zaprojektowane tak, aby słupy i belki przenosiły obciążenia pionowe (istotne jest zastosowanie odpowiednich przekroi poszczególnych elementów, pozwalające zapobiec tzw. wyboczeniu). Obciążenia pionowe pochodzą od ciężaru elementów budynku, ale także np. obciążenia od śniegu. Jednak konstrukcja nośna budynku musi być również odpowiednio usztywniona tak, aby była odporna na siły działające poziomo, w tym siłę wiatru (siła ścinająca).

Wzmocnienie ukośne (stężenie) może zapewnić 3cm warstwa tynku wykańczającego ścianę po obu stronach (tak jak ma to miejsce w konstrukcjach słomianych samonośnych). Mogą temu posłużyć również płyty (16 mm płyta OSB na pióro i wpust od wewnątrz i 16 mm dyfuzyjnie otwarte płyty DWD lub Agepan na pióro i wpust od zewnątrz). Inne metody zapewniania wytrzymałości na obciążenia poziome to stężenia ukośne z surowych desek 2,5 cm, zwykle montowanych pod kątem 45° lub skrzynka wewnętrzna z paneli KLH o grubości 10 cm z drewna klejonego krzyżowo (patrz S-House Böheimkirchen, AT). Kolejna metoda stosowana w przypadku tradycyjnych budynków to np. ukośne belki (miecze) stabilizujące połączenie słupa i belki, ale także izolowane od zewnątrz istniejące ściany betonowe lub ceglane.

**U2-S5: Konstrukcje słupowo-belkowe do wypełniania słomą**

08 **Deskowanie** lub **tynk** **bezpośredni: Wymagania** **dotyczące ścian konstrukcyjnych**

To, czy kostki słomy są bezpośrednio tynkowane po jednej lub dwóch stronach, czy dodatkowo ukośnie usztywnione, zależy w niewielkim stopniu od tego, jaką klasę odporności pożarowej chcemy uzyskać. Odporność tę można regulować za pomocą grubości tynku począwszy od 3 cm zapewniającej odporność od REI30 do REI120 (patrz niemieckie testy FASBA dla ochrony przeciwpożarowej). Grubość tynku zależy w większym stopniu od sił wiatru lub zapotrzebowania na przestrzeń instalacyjną (elektryka, woda, kanalizacja, wentylacja), a także planowanych miejsc montażu np. szafek kuchennych. Bezpośrednio otynkowane ściany są powszechnie wykonywane i dokładnie przetestowane w konstrukcjach ścian ze słomy w budynkach jedno-, dwu- i trzykondygnacyjnych, ale bez dodatkowego stężenia ukośnego siła wiatru może uderzyć w elewację tak mocno, że nawet konwencjonalne deskowanie nie będzie w stanie się jej oprzeć. To od architekta lub konstruktora zależy, gdzie zostanie zaplanowane umieszczenie stężeń w konstrukcji budynku: w otynkowanych lub oszalowanych ścianach z kostek słomy, czy wykorzysta jako stężenia wewnętrzne ściany konstrukcyjne (stężone ukośnie ścianki słupowo-ryglowe KLH, ceglane, betonowe) lub - całkowicie oddzielone od ścian zewnętrznych - konstrukcje stężone, zwykle wykonane z betonu. Cieśle oczywiście preferują zazwyczaj stężenia ukośne z drewna, a tynkarze zwykle nie są pytani o zdanie.



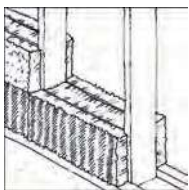
U2-S5: Konstrukcje słupowo-belkowe do wypełniania słomą



09 **Tynki** jako usztywnienie ścian (ściany warstwowe)

Mimo wszystko warto uwzględnić tynk obliczając wytrzymałość ścian na siłę wiatru, szczególnie w przypadku budownictwa socjalnego wymagającego jak najniższych kosztów budowy. Nikogo nie zdziwi fakt, że obustronne wykończenie deskami (nośnych) ścian z kostek słomy jest dwa lub trzy razy droższe, niż ich otynkowanie.

Nawet jeśli wszystkie ściany budynku (bez stolarki okiennej) stanowią tylko od 18% (dom jednorodzinny) do 10% (dom wielorodzinny) całkowitych kosztów budowy, to bez utrzymywania kosztów każdego z elementów na jak najniższym poziomie nie będziemy w stanie zbudować zrównoważonego i ekologicznego budynku mieszkalnego, mieszcząc się w budżecie budownictwa socjalnego. Jeśli koszty naszej budowy będą zbyt wysokie, pozostawimy pole do działania nieekologicznemu budownictwu tradycyjnemu i jego lobbystom.



U2-S5: Konstrukcje słupowo-belkowe do wypełniania słomą

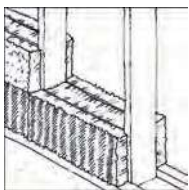


10 Wymiary drewna: **Podwójne słupki** na szerokość belki

Dobierając odpowiednie przekroje elementów konstrukcji drewnianej należy wziąć pod uwagę cztery parametry: ugięcie (którego chcemy uniknąć), stężenie po przekątnej (przeciwdziałające poziomej sile wiatru), nacisk pionowy poszczególnych słupków na poziomą płytę podstawy oraz wielkość powierzchni potrzebnej do zamocowania płyt szalunkowych lub skośnego deskowania.

Dla budynków jedno- i dwukondygnacyjnych w konstrukcji ścian z kostek słomy zazwyczaj stosujemy słupki o wymiarach 6x36 cm lub podwójne słupki (konstrukcja dwugąłęziowa) o wymiarach 14x5-6cm.

Wąski bok słupków z drugiej opcji (5-6 cm) zapewnia wystarczającą ilość miejsca do zamocowania na nim deski wzmacniającej lub ukośnej, zgodnie z "regułą kciuka" wg której potrzebujemy minimum 2cm przestrzeni między krawędzią słupka a miejscem wbicia gwoźdź, wkrętu lub wspornika. Nawet jeśli tylko jeden słupek (zwykle znajdujący się po wewnętrznej stronie ściany) przenosi obciążenia poziome, drugi zapewnia możliwość zamontowania wszelkiego rodzaju paneli (płyty OSB/DWD lub dźwiękochłonne), dodatkowej izolacji lub przestrzeni instalacyjnej. Należy zachować ostrożność w obszarze kondensacji pary wodnej (punktu rosy) na zewnątrz i upewnić się, że między panelem zewnętrznym a słomą nie ma szczeliny powietrznej, która mogłaby prowadzić do konwekcji, kondensacji pary i zawilgocenia słomy.

**U2-S5: Konstrukcje słupowo-belkowe do wypełniania słomą**

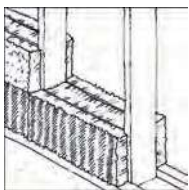
11 Wymiary drewna: **Wyboczenie i ściskanie**

Wyboczeniu konstrukcji zapobiegamy poprzez dobór odpowiednich przekrojów drewna oraz przez przykręcanie/przybijanie do niego desek bądź płyt. Warto wiedzieć, że drewno nie może być ściskane (znacząco) w kierunku wzdłużnym. Do przeciwdziałania poprzecznemu ściskaniu drewna odpowiednie będą słupki 4x14 cm, 6x14 cm lub 6x36 cm, których powierzchnia podstawy jest wystarczająco duża, aby nie zostały one wciśnięte w płytę podwalinową powodując osiadanie konstrukcji mogące prowadzić do pęknięć tynku.

Jako stężenie ukośne możemy zastosować płyty (16 mm OSB na pióro i wpust, 16 mm DWD lub Agepan na pióro i wpust) lub ukośnie montowane deski (25 mm). Te materiały są obecnie stosowane w zastępstwie wcześniej wykorzystywanych (tradycyjnych) narożnych stężeń drewnianych (które znajdowały się w warstwie izolacyjnej, tworząc mostki termiczne i utrudniając wypełnianie konstrukcji słomą). Wymagania fizyki budowli muszą być również spełnione dla poszycia: zewnętrzne musi być otwarte dyfuzyjnie i wiatroszczelne, a wewnętrzne szczelne (tynk).

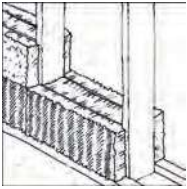


FC 9M
W6 37

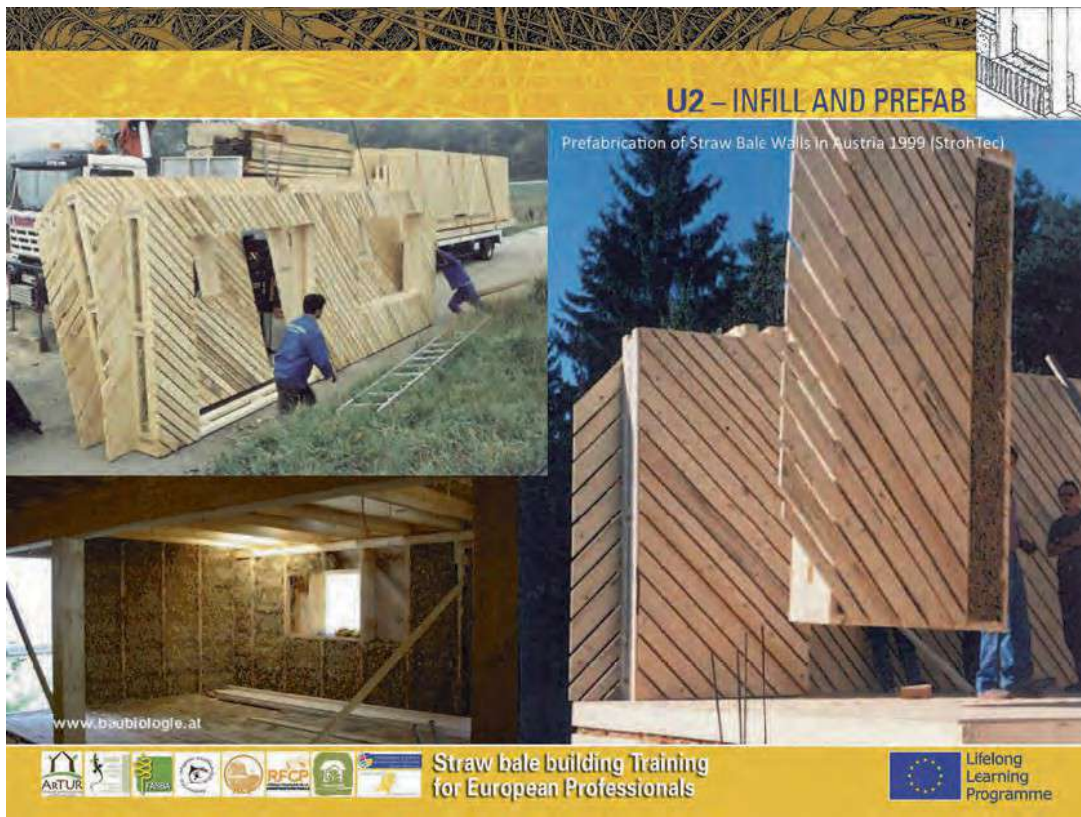


U2-S6: Moduły prefabrykowane

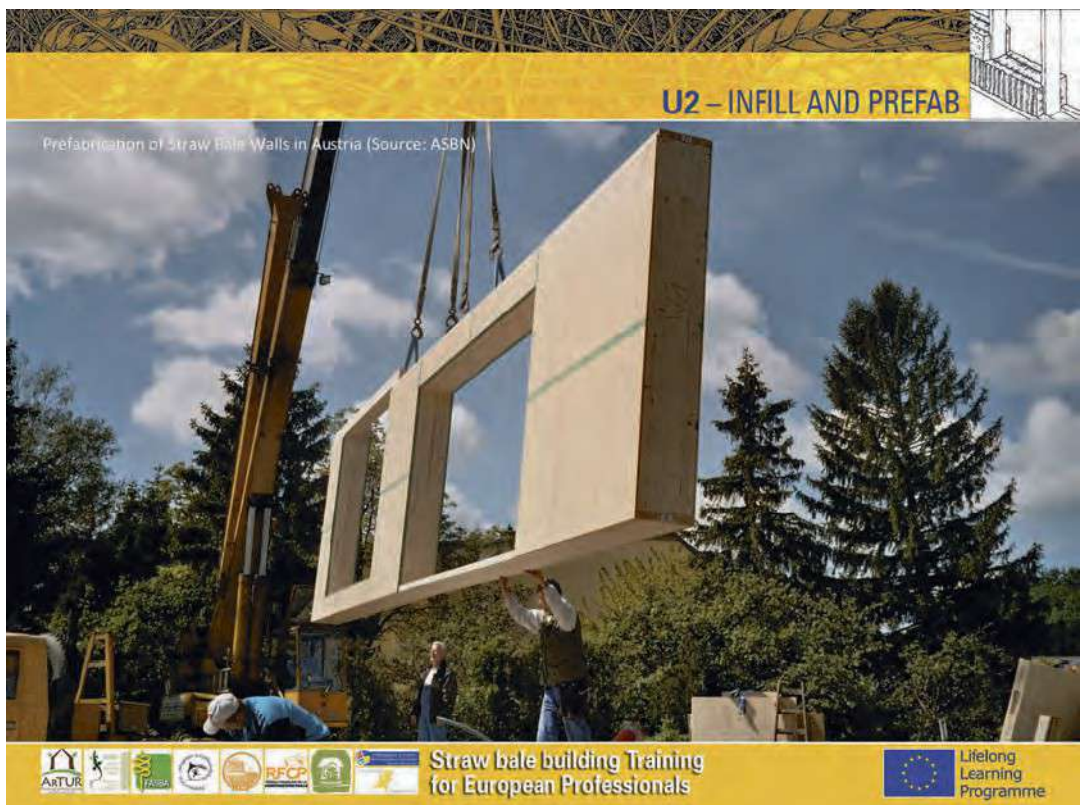
Cele: Kursant: <ul style="list-style-type: none">- Poznaje różne metody prefabrykacji i budownictwa modułowego.- Poznaje różne typy konstrukcji.- Poznaje zalety i wady rozwiązań.- Może zorganizować plac budowy (tj.: wziąć odpowiedzialność za pozostawienie placu budowy zabezpieczonego przed deszczem i wiatrem, zapewnić ochronę przed ogniem składowisku słomy, usuwać luźną słomę po pracy).- Zna detale budowlane (okna, połączenia dachowe) dla ścian budowanych z modułów prefabrykowanych. Metody: <ul style="list-style-type: none">- Wykład/rozmowa- Wyjaśnienia- Praktyka		Prowadzący: Miejsce: Warsztat Czas trwania: Min. 1 dzień (7 godzin) Sprzęt: Drewno Wkręty Kostki słomy Narzędzia Mata trzcinowa
Teoria	Różne opcje konstrukcyjne dla prefabrykacji i ich charakterystyka oraz wymagania dotyczące kostek. Mocowanie kostek słomy różnymi technikami. Różne systemy prasowania kostek. Zalety i wady tej technologii. Detale połączeń: fundamenty, narożniki, okna, drzwi, dach. Przygotowanie różnych powierzchni do tynkowania. Analiza próbek tego typu konstrukcji.	Dokumenty: Arkusz trenera: T1 Arkusz informacyjny: I1 Prefabrykacja
Praktyka	Zadanie Praca w grupach roboczych. Przygotowanie drewnianych ram i konstrukcji. Wypełnianie kostkami słomy. Prasowanie kostek różnymi technikami. Mocowanie kostek w konstrukcji. Szczelne/odporne na wiatr połączenie z oknem. Strzyżenie kostek w razie konieczności. Przygotowanie kostek/płyt do tynkowania.	
Organizacja: 20 kostek słomy dla każdej grupy Elementy drewniane, deski i złącza (wkręty, gwoździe, wsporniki, zszywki) -> patrz lista materiałów Narzędzia -> patrz lista narzędzi		



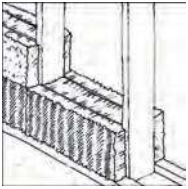
U2-S6: Moduły prefabrykowane



ASBN, Kreativer Holzbau & Bauatelier Schmelz)



StrohTec + ASBN, Austria (1 999)

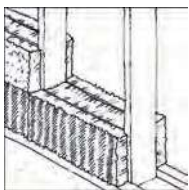


U2-S6: Moduły prefabrykowane



12 Wielopiętrowe budynki mieszkalne: **Moduły prefabrykowane**

Wielokondygnacyjne budynki mieszkalne mają zazwyczaj układy konstrukcyjne oddzielone od ścian ze słomy. Są to na przykład konstrukcje z drewna klejonego, murowane, betonowe. Zazwyczaj konstrukcje te są już odpowiednio sztywne i zabezpieczone przed działaniem siły wiatru. Możemy je łączyć z systemami konstrukcji ścian ze słomy znanymi z jedno- lub dwupiętrowych budynków. Dobrym wyborem są konstrukcje hybrydowe, takie jak technologia CUT lub konstrukcja nośna izolowana termicznie od zewnątrz słomą. Nośne i sztywne konstrukcje z płyt z drewna klejonego mogą również być łatwo łączone z (nienośnymi) konstrukcjami hybrydowymi w celu podparcia i zamocowania warstwy izolacyjnej. W przypadku zwiększonych wymagań w zakresie ochrony przeciwpożarowej, prefabrykowane moduły pokryte ognioodpornymi panelami DWD/Agepan mogą być również przymocowane do konstrukcji nośnej. Rozwiązanie to jest dostarczane przez austriacką firmę, która opracowała ten system we współpracy z ASBN: 40 cm fragmenty tzw. multibale (Krone) wypełniają przestrzeń między słupkami Steico 36x4,5 cm w siatce 80 cm. Od zewnątrz są wykończone 16 mm otwartą dyfuzyjnie płytą DWD, a od wewnątrz 16 mm płytą OSB.



U2-S6: Moduły prefabrykowane

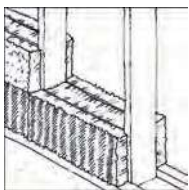


13 Prefabrykowane moduły robione przez prasę **Multibaler**

Duże kostki Multibaler mają przekrój 75x125 cm i są wiązane do 9 razy, aby zapewnić grubość od 30 do 40 cm (lub więcej). Dwie takie warstwy wypełniają modułarny panel, w którego skład wchodzi też czterocentymetrowa podstawa i płyta górna (sklejka Steico). Daje to wymiar 80x255 cm z indywidualnie regulowaną grubością izolacji (odpowiednią dla domów pasywnych).

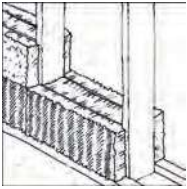
Moduły można łączyć ze sobą za pomocą pióra wykonanego z 4 cm płyty z miękkiego włókna. Ponieważ właściwości izolacyjne kostki słomy są największe w kierunku kanału prasy, austriackie Multibale są oferowane jako certyfikowane kostki budowlane (zatwierdzone jako materiał do stosowania w budownictwie).

Podobne prefabrykowane moduły zostały użyte w siedmiokondygnacyjnym budynku ze słomy znajdującym się w St. Die des Vosges. Są tam zastosowane jako podwieszane moduły przed nośną konstrukcją z paneli z drewna klejonego.



U2-S7: Konstrukcje drewniane

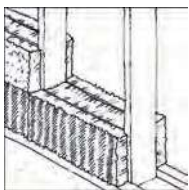
Cele: Kursant <ul style="list-style-type: none">- Potrafi ciąć i łączyć drewniane słupy i belki.- Potrafi przymocować płytę bazową do fundamentu, zainstalować ramę okienną, wykonać narożnik i belkę obwodową (dla dachu lub stropu pośredniego).- Potrafi zaplanować produkcję i wykonać rysunek warsztatowy ściany z oknami i drzwiami.- Potrafi wykonać rysunek warsztatowy belek stropowych.- Potrafi obliczyć ilość materiałów potrzebnych do wykonania konstrukcji drewnianej (zestawienie ilościowe).- Zna detale ściany (połączenia fundament-ściana, ściana-okno/drzwi, ściana-sufit, ściana-narożnik-ściana, ściana-dach). Metody: <ul style="list-style-type: none">- Wykład/rozmowa- Wyjaśnienia		Prowadzący: Miejsce: Sala zajęć i plac budowy Czas trwania: 4 godziny Sprzęt: Papier i ołówek Projektor Drewno konstrukcyjne Płyty konstrukcyjne Maszyny do cięcia drewna Narzędzia do wbijania gwoździ i wkręcania śrub
Teoria	Inżynieria konstrukcji (obciążenia/stężenia). Konstrukcja drewniana i połączenia ciesielskie. Planowanie produkcji rysunki warsztatowe. Obmiar materiału (zestawienie ilościowe). Detale. Obliczanie kosztów budowy (materiały, robocizna itp.).	Dokumenty: Arkusz trenera T1 Arkusz informacyjny I1 Konstrukcja drewniana Arkusz tekstowy X1 Powerpoint: Ppt1
Praktyka		
Organizacja: Przygotuj próbki konstrukcji.		



U2-S7: Konstrukcje drewniane słupowo-belkowe



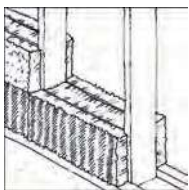




U2-S8: regulacje i organizacja placów budowy

Cele: Kursant <ul style="list-style-type: none">- Zna krajowe lub regionalne przepisy dotyczące budowy z kostek słomy.- Wie jak zorganizować pracę z kostkami słomy na placu budowy.- Zna specyficzne problemy związane z organizacją placu budowy. może organizować place budowy (tj.: wziąć odpowiedzialność za pozostawienie placu budowy zabezpieczonego przed deszczem i wiatrem, utrzymywanie stogów słomy zabezpieczonych przed ogniem, usuwanie luźnej słomy po zakończeniu pracy). Metody: <ul style="list-style-type: none">- Prezentacja- Rozmowa		Prowadzący: Miejsce: Sala zajęć Czas trwania: Min. 2 godziny Sprzęt: Projektor Długopis i papier
Teoria	Prawo budowlane lub przepisy dotyczące budynków z kostek słomy. Organizacja placu budowy (materiały, narzędzia, maszyny, odpady, dostępność). Bezpieczeństwo (jak zachować się w razie wypadku). Specyficzne problemy i zagrożenia związane z organizacją placu budowy z kostek słomy. Przechowywanie i ochrona słomy na placu budowy.	Dokumenty: Arkusze informacyjne: X1 Przepisy X2 Plac budowy
Praktyka	Zadanie Krótka wizyta na placu budowy.	
Organizacja: Znalezienie odpowiedniego placu budowy w okolicy.		



**U2-S9: Wypełnianie kostkami słomy**

Cele: Kursant <ul style="list-style-type: none">- Posiada wiedzę na temat procesu wypełniania, właściwej gęstości (kompresji) i unikania przerw między kostkami.- Zna różne metody kompresji kostek w konstrukcji.- Wie jak zamocować kostki w konstrukcji.- Umie posługiwać się narzędziami wymaganymi w procesie wypełniania (ściskanie, cięcie, wypełnianie, upychanie).- Wie jak wypełnić szczeliny słomą lub innymi materiałami izolacyjnymi.- Wie jak przygotować podłoża do tynkowania i okładzin.- Wie jak koordynować proces wypełniania z innymi wykonawcami na placu budowy. Metody: <ul style="list-style-type: none">- Warsztat- Praktyka		Prowadzący: Miejsce: Warsztat Czas trwania: Min. 5 dni Sprzęt: Kostki słomy Narzędzia do upychania Piły Narzędzia do kompresji Płyty Drewno konstrukcyjne
Teoria:		Dokumenty: Arkusz trenera: T1
Praktyka:	Wypełnianie, kompresja, mocowanie, cięcie, strzyżenie kostek słomy i uzupełniających materiałów izolacyjnych w przykładowej ścianie. Wykonanie wiatroszczelnego i hermetycznego połączenia na próbce ściany z kostek słomy. Przygotowanie podłoża pod tynki i okładziny. Kontrola wykonanej pracy (szczeliny, gęstość, stabilność kostek, kompresja, powierzchnia).	
Organizacja: Przygotowywanie przykładowych ścian w różnych systemach konstrukcyjnych (hybrydowych, wypełniających, prefabrykowanych). Organizowanie materiałów i narzędzi.		

STEP - Straw-Bale Training for European Professionals
UNIT 2 – Wypełnianie i prefabrykacja (2017)
Edycja: Herbert Gruber, Helmuth Santler (ASBN)
Współpraca: BuildStrawPro-Team (Projekt Erasmus+)
Projekt i zdjęcia: Herbert Gruber (ASBN, StrohNatur),
Dodatkowe zdjęcia: RFCP, dostarczone przez Architects &
Companies
Ilustracje: Alejandro Lopez, Michael Howlett

Niniejszy Podręcznik opiera
się na Podręczniku
Leonardo-Team STEP (2015)



**TWOJE
LOGO**