

Технологије производње кућа од дрвета

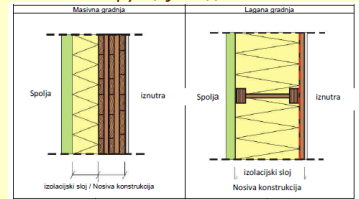
- ✓ Системи градње
- ✓ Примери зидова (слојеви у зиду)
- ✓ Физика објеката од дрвета (топлота, влага, звук, ватра)

02.03.2022.



Системи градње

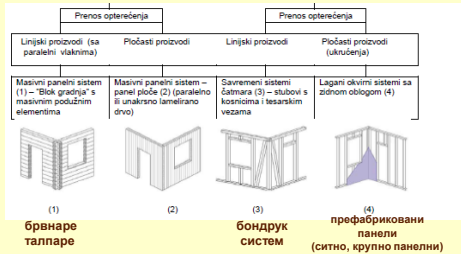
- **масивна градња** – изолацијски материјал издвојен од носиве конструкције зидова (оквири или панели)
- **лагана градња** – изолацијски материјал унутар носиве конструкције зидова



2

Системи градње

- конструктивни системи зидова могу бити панелни, скелетни и оквирни



3

Елементи за масивни панелни систем

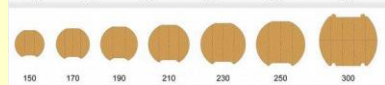
масивно и KVH дрво



DUO/TRI греде



обло дрво



4

Елементи за масивни панелни систем



5



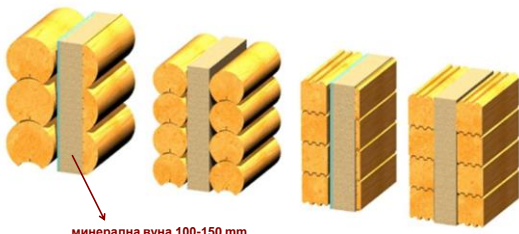
6

Зидови – масивна градња



8

Зидови – масивна градња

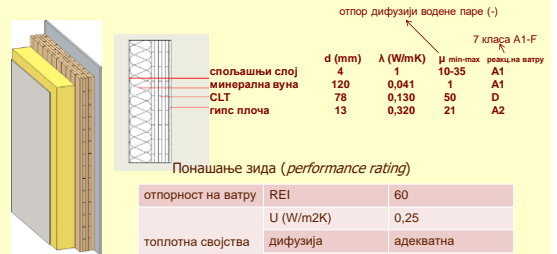


минерална вуна 100-150 mm
+
фолија (парна брана)

генерално се поставља са "топле" стране зида
за зидове од дрвета боље без фолије
-зид ће се у случају потребе сам осушити-

9

Зидови – масивна градња



Понашање зида (performance rating)

отпорност на ватру	REI	60
топлотна својства	U (W/m ² K)	0,25
акустична својства	дифузија	адекватна
	R (db)	38
	L	-

маса зида 83,5 kg/m²

индекс редукције звука

10

Стубови са косницима и тесарским везама



11

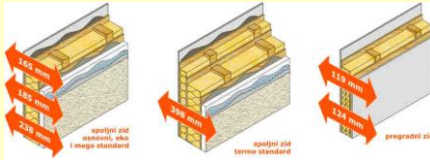
Стубови са косницима и тесарским везама



12

Монтажни објекти (лагани оквирни систем)

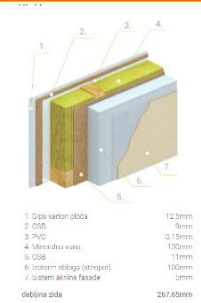
- бољи термин – префабриковани
 - на градилиште долазе већ припремљени зидови



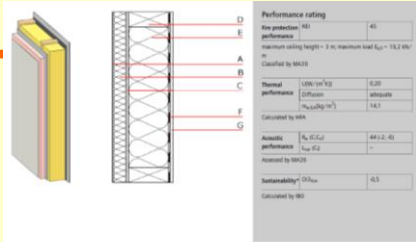
13

Монтажни објекти (лагани оквирни систем)

- зидни елементи 120x260 cm и 60x260 cm
- конструкција елемената - дрвени рам нпр. $d=130$ mm (или 160 mm)
 - у рам се поставља минерална вуна $d=130$ mm (160 mm)



14

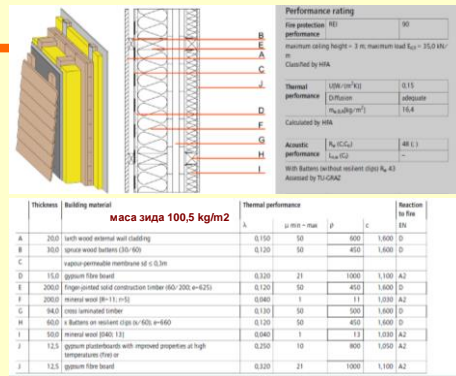


маса зида 42,7 kg/m²

Register of building materials used for this application, cross-section

Thickness	Building material	Thermal performance				Reaction to fire	
		λ	μ	max	ρ	c	EN
A	42.0 plaster	1.000	10	35	2000	1.130	A1
B	30.0 Fiberglass EPS (0.040)	0.040	20	50	17	1.400	E
C	11.0 gypsum fibre board	0.101	11	1000	1.100	1.000	A2
D	180.0 Edge-jointed solid construction timber (80 / e=62)	0.130	30	450	1.800	1.000	D
E	180.0 Edge-jointed solid construction timber (80 / e=62)	0.130	30	450	1.800	1.000	D
F	180.0 Edge-jointed solid construction timber (80 / e=62)	0.130	30	450	1.800	1.000	D
G	11.0 gypsum fibre board	0.101	11	1000	1.100	1.000	A2
H	11.0 gypsum fibre board	0.101	11	1000	1.100	1.000	A2
I	11.0 gypsum fibre board	0.101	11	1000	1.100	1.000	A2

15



маса зида 100,5 kg/m²

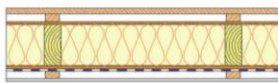
Thickness	Building material	Thermal performance				Reaction to fire	
		λ	μ	max	ρ	c	EN
A	20.0 bark wood external wall cladding	0.150	50	800	1.600	1.000	D
B	30.0 spruce wood battens (20-60)	0.120	50	450	1.600	1.000	D
C	18.0 vapour permeable membrane foil e 0.30						
D	15.0 gypsum fibre board	0.120	21	1000	1.100	1.000	A2
E	200.0 Edge-jointed solid construction timber (60-200 e=62)	0.120	50	450	1.600	1.000	D
F	200.0 mineral wool (8-11 e=5)	0.040	1	11	1.030	1.000	A2
G	14.0 stone mineral wool	0.100	50	500	1.000	1.000	D
H	60.0 + Butlers on mineral clips (v/60) e=60	0.120	50	450	1.600	1.000	D
I	50.0 mineral wool (8-11)	0.040	1	11	1.030	1.000	A2
J	12.5 gypsum plasterboards with improved properties at high temperatures (12.5)	0.250	10	800	1.050	1.000	A2
K	12.5 gypsum fibre board	0.120	21	1000	1.100	1.000	A2

16

Дрвене конструкције и топлота

- за конструктивне елементе (зид, под, кров) основна карактеристика:
 - коэффициент проласка топлоте U (W/m^2K)
- за цео објекат:
 - годишња потреба за грејање/хлађење

Zid tipa 2 (paronepropustan)



Fasadna obloga	20 mm
Letva (razmak za provetranje)	30 mm
OSB ploča	15 mm
Termička izolacija od mineralnih vlakana	15 mm
OSB, parna brana	30 mm
Letve (instalacije)	15 mm
Gips kartonska ploča	265 mm

- често решење данас (јефтино)
 - минерална вуна обично 160 mm
 - тзв. инсталациони зид (за инсталације) 30-50 mm
 - уместо вентилирајуће дрвене фасаде, обично класична фасада

17

Потреба за грејањем

- пасивна кућа до 15 kWh/m²
- нискоенергетска кућа 30-50 kWh/m²
- енергетска класа А до 100 kWh/m²
- енергетска класа В 100-130 kWh/m²
- енергетска класа С 131-150 kWh/m²
- енергетска класа D 151-190 kWh/m²

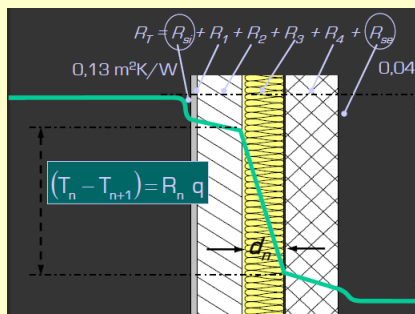
19

Топлотна изолација/проводност

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum R_i + R_{se}} \quad R_i = \frac{d_i}{\lambda_i}$$

$\frac{1}{\alpha}$	отпор преласку топлоте (m ² K/W)	Смер тока топлоте		
		prema gore	horizontalno	prema dole
R_{si}		0,10	0,13	0,17
R_{se}		0,04	0,04	0,04

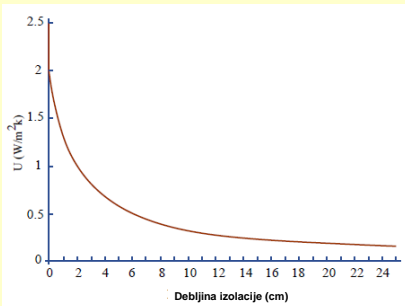
20



21

Materijal	Gustina [kg/m ³]	Топлотна проводност λ [W/(m K)]
Челик	7800	50
Армирани бетон	2500	2,60
Природни камен	2000	1,40
Пуна опека од глине	1800	0,81
Шупљи блокови од глине	800	0,39
Дрво (храст, буква,...)	700	0,18
Дрво (јела, смрча...)	500	0,13

22



23

- код лагане градње (термоизолација испуна између носећих елемената)
 - ✓ њена дебљина обично није довољна
 - ✓ или да се повећа ширина носача
 - ✓ или да се дода још слојева термоизолације (са унутрашње, спољашње или обе стране)

24

Топлотна акумулација

- својство материјала да може прихватити топлоту, акумулирати је и потом постепено предати околини
- ✓ пресудно утичу
 - ✓ a – термичка дифузивност
 - ✓ b – коефицијент продирања топлоте

$$a = \lambda / (\rho \cdot c) \quad [\text{m}^2/\text{s}]$$

$$b = (\lambda \cdot \rho \cdot c)^{1/2} \quad [\text{J}/(\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{s}^{0.5})]$$

25

Топлотна акумулација

- код вишеслојних зидова, током зиме ће топлотна акумулација бити знатно виша ако је слој топлотне изолације постављен са спољашње стране зида него кад је са унутрашње

26

Материјал	ρ [kg/m ³]	λ [W/(m K)]	c [J/(kg K)]	a [10 ⁻⁶ m ² /s]	b [J/(m ² K s ^{0.5})]	δ [cm]
Челик	7800	50	450	14,2	13.248	62,6
Армирани бетон	2500	2,60	1000	1,0	1.550	16,9
Шупљи блокови од глине	800	0,39	900	0,5	530	12,2
Дрво (храст, буква,...)	700	0,18	1600	0,16	449	6,6
Дрво (јела, штрека,...)	500	0,13	1600	0,16	322	6,7
MW	80	0,04	1030	0,5	57	11,6
EPS	25	0,04	1450	1,1	38	17,4

27

- периодична дубина продирања топлоте за дрво мања од 10 cm

- ✓ то значи да ће се за загревање површине дрвених грађевинских делова који затварају простор зграде потрошити мање топлотне енергије него у случају нпр. бетонских површина, јер топлота продира у дрво мање дубоко него у бетон
- ✓ у случају летњег прегревања простора зграде ова предност дрвених грађевинских делова сада постаје недостатак, због мање могућности акумулације вишка топлотне енергије

28

Дрвена конструкција и влага

- на појаву кондензације, поред спољашње климе (t , ϕ), пресудно утичу:
 - ✓ "топлотни квалитет" спољашњих зидова објекта (U , топлотни мостови...)
 - ✓ извори паре у унутрашњости објекта
 - ✓ унутрашња температура (нижа температура је критична)
 - ✓ систем грејања

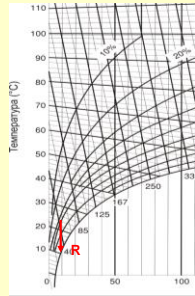
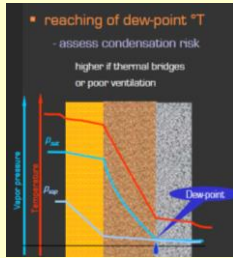
29

Дрвена конструкција и влага

- извори водене паре и уобичајена производња паре (g/h):
 - особа која се одмара 30-50
 - активна особа 200-300
 - вода која ври (кување) 100-200
 - туширање 2400
 - машина за веш 50-200
 - машина за сушење 500
- укупно 7-11 kg/дану

30

Дрвена конструкција и влага



31

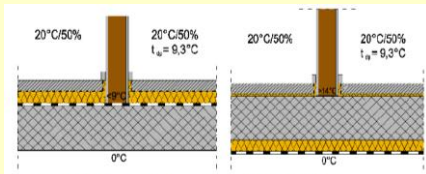
Дрвена конструкција и влага

- дозвољена промена влажности (услед дифузије водене паре)
 - ✓ за дрво до 0,05 кг/кг
 - ✓ за инжењерске произв. од дрвета 0,03 кг/кг
- битно је не "упаковати" елементе или зидове од дрвета између две парне бране, јер се онда оно у случају потребе неће осушити

32

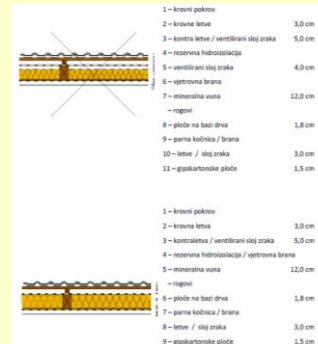
Дрвена конструкција и влага

- најкритичнији спој
 - ✓ плочаста дрвена конструкција и хладна површина армирано-бетонске темељне плоче
 - ✓ топлотна изолација мора бити испод темељне плоче



33

Коси кровови од дрвета



34