

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Gačper KRAVANJA

**ANALIZA IN PREDLOGI ZA ZMANJČEVANJE
TOPLOTNIH IZGUB KMEŁKE HIČE**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2011

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Gašper KRAVANJA

**ANALIZA IN PREDLOGI ZA ZMANJČEVANJE TOPLOTNIH IZGUB
KMEŁKE HIČE**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**ANALYSIS AND PROPOSALS FOR REDUCING THERMIC WASTES
ON FARMHOUSE**

GRADUATION THESIS
University Studies

Ljubljana, 2011

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija kmetijstva - zootehnika. Opravljeno je bilo na Oddelku za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Komisija za dodiplomski študij Oddelka za zootehniko je za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Rajka BERNIKA.

Recenzent: prof. dr. Dragomir Kompan

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Stanko KAVČIČ,
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Član: prof. dr. Rajko BERNIK
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Član: prof. dr. Dragomir KOMPAN
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svoje naloge na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddal v elektronski obliki, identična tiskani različici!

Gašper Kravanja

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

GD	Dn
DK	UDK 631(043.2)=163.6
KG	kmetijstvo/kmečke hiše/obnova/toplotne izgube/fasada
KK	AGRIS E80
AV	KRAVANJA, Gašper
SA	BERNIK, Rajko (mentor)
KZ	SI-1230, Domgale, Groblje 3
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko
LI	2011
IN	ANALIZA IN PREDLOGI ZA ZMANJŠEVANJE TOPLOTNIH IZGUB KMEČKE HIŠE
TD	Diplomsko delo (Univerzitetni študij)
OP	IX, 51 str., 5 pregl., 19 sl., 33 vir.
IJ	sl
JJ	sl/en
AI	V nalogi smo pregledali dostopno literaturo o toplotnih izgubah kmečke hiše in prihranku toplote v primeru sanacije. Dobro izoliran objekt uporabnikom nudi ugodne bivalne pogoje in veliko privarčevane energije. Toplotna izolacija ovojnice hiše je najučinkovitejši način za zmanjšanje porabe energije. V okviru naloge smo na kratko opisali obnovo tistih delov hiše, ki imajo največji vpliv na zmanjšanje toplotnih izgub. To je zamenjava oken in vrat, zamenjava strehe, obnova hišnega podstavka, poudarek pa smo dali obnovi zunanje stene oz. fasade hiše. Toplotna obnova stare kmečke hiše predstavlja velik strošek za lastnika, a se s tem ohrani kulturna dediščina in vrednote naših prednikov.

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND Dn
DC UDC 631(043.2)=163.6
CX agriculture/farmhouses/renewal/thermic loss/facade
CC AGRIS E80
AU KRAVANJA, Gašper
AA BERNIK, Rajko (supervisor)
PP SI-1230, Domgale, Groblje 3
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Animal Science
PY 2011
TI ANALYSIS AND PROPOSALS FOR REDUCING THERMIC WASTES IN FARMHOUSES
DT Graduation Thesis (University studies)
NO IX, 51 p., 5 tab., 19 fig., 33 ref.
LA sl
AL sl/en
AB In this thesis the accessible literature about heat losses in farmhouses and savings on heat in case of its renewal were studied. Nowadays the economical energy use is very important in agriculture. Well isolated buildings offer users comfortable living conditions and a lot of saved energy. Thermic isolation of the farmhouse is the most effective way to reduce energy consumption. This thesis describes a renewal of those parts of a farmhouse, that have the highest influence on a decrease of thermic wastes, such as the replacement of windows and doors, replacement of the roof, and a renewal of house foundation. The emphasis here was the renewal of outside walls and the frontage of the house. The renewal of an old farmhouse represents a large expence, but preserves the cultural heritage and values of our ancestors.

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
Key words documentation (KWD)	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VII
Kazalo slik	VII
Okrajšave in simboli	IX
1 UVOD	1
1.2 NAMEN DIPLOMSKE NALOGE	1
1.3 DELOVNA HIPOTEZA	1
1.3 METODE DELA	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 KMEČKA HIŠA	2
2.2 OBNOVA STARIH STAVB	2
2.2.1 Energetska učinkovitost pri obnovi stavbe	3
2.3 VZROKI ZA PROPADANJE STAVB	4
2.3.1 Vlaga v hiši	5
2.3.2 Konstrukcijski vzroki za propadanje objekta	8
2.4 OSNOVE TOPLOTNE ZAŠLITE ZGRADB	10
2.4.1 Toplotna zašlita stavb nekoč in danes	11
2.5 VPLIV DEJAVNIKOV NA TOPLOTNO ZAŠLITO	12
2.5.1 Okolje	12
2.5.2 Oblika zgradbe	12
2.5.3 Zasnova zgradbe	12
2.5.4 Toplotna akumulativnost	12
2.5.5 Navlaževanje v konstrukciji	13
2.5.6 Površinska kondenzacija	14
2.6 TOPLOTNA PREHODNOST OVOJA STAVBE	15
2.7 ENERGIJSKA BILANCA ENODRUŽINSKE HIŠE	16
2.8 ZAKONODAJA NA PODROČJU UČINKOVITE RABE ENERGIJE V STAVBAH	17
2.8.1 Pridobitev nepovratnih sredstev (Eko sklad)	22
2.9 ZNAČILNOSTI STAVB IZ RAZLIČNIH OBDOBIJ V SLOVENIJI IN MOŽNOSTI PRENOVE	23
2.9.1 Gradnja pred letom 1920	23
2.9.2 Gradnja do leta 1940	23
2.9.3 Stavbe do 1970 leta brez toplotne izolacije	24
2.9.4 Osemdeseta leta z minimalno toplotne izolacije	24
2.9.5 Novejši objekti so boljše toplotno izolirani	24

2.9.6 Starejše kmetijske hiše	25
2.10 TOPLOTNE IZGUBE	26
2.11 VPLIV KONSTRUKCIJSKE ZASNOVE ZGRADBE NA TOPLOTNE IZ-	
GUBE.....	27
2.12 ENERGETSKA OBNOVA OVOJA HIŠE	28
2.12.1 Zamenjava oken.....	28
2.12.2 Toplotna izolacija zunanjih sten.....	30
2.12.3 Toplotna izolacija podstrežja.....	31
2.12.4 Toplotna izolacija pogevnne strehe	31
2.13 ANALIZA STANJA OBJEKTA	32
2.14 PRISTOP K SANACIJI HIŠE	33
2.15 SANACIJA HIŠNEGA PODSTAVKA	35
2.16 OBNOVITEV STREHE.....	36
2.17 OBNOVA ZUNANJE STENE	37
2.17.1 Fasadni sistem	39
2.18 REZULTATI.....	42
3 SKLEPI	46
4 POVZETEK	47
5 VIRI.....	47

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Pregl. 1: Zahteve pri toplotni zahtevi stavb nekoč in danes	11
Pregl. 2: Raba toplote za ogrevanje	17
Pregl. 3: Mejna vrednost toplotne prehodnosti elementov zunanje površine stavbe in ločilnih elementov delov stavbe.....	20
Pregl. 4: Letna potrebna toplota za ogrevanje	43
Pregl. 5: Ocena vrednosti energijske sanacije variante 1 po PURES-u.....	45

KAZALO SLIK

str.

Sl. 1: Vzroki za navlaženje objekta	6
Sl. 2: Poškodba ometa stare hiše zaradi soli.....	7
Sl. 3: Zidna plesen	8
Sl. 4: Primerjava toplotnih izgub različnih objektov	9
Sl. 5: Primerjava objekta brez in s toplotno izolacijo	14
Sl. 6: Posledica površinske kondenzacije in zidna plesen.....	15
Sl. 7: Toplotna prevodnost snovi λ (W/mK) in toplotna prehodnost k (W/m ² K) konstrukcije.....	16
Sl. 8: Primerjava slovenskih predpisov na področju uporabe energije v stavbah....	18
Sl. 9: Izgled kmečke hiše, potrebne obnove	25
Sl. 10: Prikaz uporabe zasteklitve v primeru oken z nizkoemisijskim nanosom in plinskim polnjenjem s $k = 1,1$ W/m ² K.....	28
Sl. 11: Prerez okenskega okvirja	29
Sl. 12: Toplotna prehodnost gradbene konstrukcije	31
Sl. 13: Prikaz gradbenih posegov v objekte.	33
Sl. 14: Faze v procesu sanacije	34
Sl. 15: Stabilizacija starih temeljev z injektiranjem pod pritiskom	36
Sl. 16: Prerez strehe z opeklino kritino in enojnim prezračevalnim slojem	37
Sl. 17: Injektiranje zidu	38
Sl. 18: Laganje reke med opeklino zidaki	38
Sl. 19: Toplotno izolirani zunanji robovi in povezava na neizolirane ometane površine ...	40

OKRAJČAVE IN SIMBOLI

CC-SI	uredba o uvedbi in uporabi enotne klasifikacije vrst objektov in o doložitvi objektov drgavnega pomena
ELKO	ekstra lahko kurilno olje
LT	prepustnost svetlobe
NEH	nizkoenergijska hiša
PH	pasivna hiša
PURES	Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah
PVC	polivinil klorid
SIST EN	evropski standardi
TSG-1-004	tehnična smernica za graditev

1 UVOD

Sedanji čas zahteva tudi gospodarno rabo energije. Kljub možnostim, da je kmetija glede toplotnih potreb lahko samooskrbna, se je glede potrebne toplote za bivalne prostore potrebno obnažati racionalno. Tako imajo toplotne izgube v bivalnih prostorih velik delež v energetske bilanci kmečk. hiše.

V okviru naše naloge bomo opisali sanacijo tistih delov hiše, ki imajo največji vpliv na zmanjšanje toplotnih izgub, to je zamenjava oken in vrat, zamenjava strehe, sanacija hišnega podstavka, poudarek pa bomo dali sanaciji zunanje stene oz. fasade hiše.

1.2 NAMEN DIPLOMSKE NALOGE

Kmečk. hiše so v veliki večini grajene z malo ali brez toplotne izolacije. Prehod toplote se je prepreževal z debelino obodnih sten. Tak način je za današnje razmere in predvsem zahteve nesprejemljiv. Z nalogo bomo prikazali popolno obnovo kmečk. hiše, ki bo ustrezala novim direktivam in zahtevanim standardom pri zmanjševanju toplotnih izgub.

1.3 DELOVNA HIPOTEZA

Glede na analizo povrgin, preko katerih lahko prehaja toplotni tok, predpostavljamo da:

- bo predvidena izolacija zadožala Pravilniku o učinkoviti rabi energije v stavbah,
- bomo dosegli prižakovan prihranek toplotne energije glede na obstoječe stanje,
- bodo vsi pridobljeni podatki o vrednotenju izgub in vgrajenih materialih v skladu z veljavno zakonodajo in direktivami EU.

1.3 METODE DELA

V diplomski nalogi bomo obdelali sledeče tematike s podrožja izolacije in prepreževanja toplotnih izgub v kmečk. hiši:

- analizo toplotnih izgub in možnost prihrankov toplotne energije,
- strožkovni prikaz pred sanacijo kmečk. hiše in po njej,
- izbiro možnih materialov glede na cenovno dostopnost in smiselno uporabo,
- primernost vgrajenih komponent za kmečk. hišo,
- možnost uporabe organskih materialov iz kmetijstva.

2 PREGLED OBJAV

2.1 KMEČKA HIČA

Po besedah Bača (2004) je kmečka hička stavba, ki je namenjena prebivanju drušinskih skupnosti, ki se preživljajo predvsem s kmetovanjem. Kmečke hičke so lahko eno ali več prostorne, pritlične, vrhkletne, vrhhlevne ali nadstropne. Ob hičah stojijo gospodarski objekti, ki so lahko samostojni ali pa povezani s hičo (kačla, kozolec, drvarnica itd.). Kmečke hičke so bile grajene iz tistih naravnih materialov, ki so bili dostopni v bližnji okolici (kamen, les, opeka, slama, itd.). Tako v Sloveniji ločimo tri osnovne tipe hičk in domajlj:

- alpska hička,
- subpanonska hička,
- primorska hička.

2.2 OBNOVA STARIH STAVB

Zaradi vse večje želje po bivanju na mirni v naravi locirani hički, se vse več ljudi odloča za prenovo starih kmečkih hičk. Ker pa so v večini te hičke starejše od 50 let, so potrebne več njih popravil in sanacije. Ker v času gradenj kmečkih hičk ni bilo velike izbire pri materialih in sredstvih, vsaka prenova take hičke zahteva ne le veliko denarja, temveč tudi veliko znanja s področja sanacije zgradb. Nekateri se odločijo za prenovo hičke na način, da bo hička obdržala svoj starinski izgled, spet drugi si želijo hičo predelati tako, da bo njen izgled moderen in nič več podoben stari kmečki hički. V obeh primerih pa si želijo izboljšati energetsko bilanco, saj sodobni slog zahteva večjo porabo energentov za kvalitetno bivanje!

»Učinkovita energijska sanacija starejših stanovanjskih objektov tako zajema predvsem vgradnjo nadstandardne debeline toplotne zaščitne in nadstandardno stavbno pohištvo, eliminiranje vseh toplotnih mostov, dobro tesnjenje celotnega ovoja stavbe in nadzorovani preizkuševalni sistem z rekuperacijo. S takšnim energijskim konceptom lahko dosežemo, da se sicer zelo potraten objekt sprememni v nizkoenergijsko ali celo pasivno stavbo« (Kovič in Praznik, 2007).

Na vprašanje, zakaj obnoviti staro kmečko hičo, imamo naslednje odgovore (Počauko, 2000):

- stare hičke so grajene z materiali, ki omogočajo zdravo prostorsko klimo,
- zaradi ohranjanja lastne identitete in spomina na naše prednike,
- zaradi ohranjanja dejelne identitete.

Kljub vsem zgoraj naštetim prednostim za obnovo stare kmeč ke hiše pa je res, da včasih zaradi preslabega stanja stavbe le-te ni smiselno obnavljati. Pri obnovi stare hiše je priporočljivo, da se obnova naredi po naslednjem zaporedju (Obnova kmeč ke hiše, 2008):

- odvajanje deževnice,
- sanacija hišnega podstavka,
- obnova ali zamenjava strehe,
- izolacija vseh tlakov, ki so vezani na zemljo,
- obnova starih lesenih stropov in kombiniranih leseno-betonskih veznih konstrukcij,
- obnova dimnika,
- zamenjava instalacije: električne, vodovodne, ogrevanje,
- zamenjava oken z energijsko varnimi, pri čemer moramo paziti, da so okenski okvirji nameščeni tako, da preprečijo konvekcijske toplotne mostove,
- notranji ometi in izdelava novih estrihov,
- obnova fasade in zunanje stene proti terenu (cokel), ki ga obložimo s toplotno izolacijskimi materiali.

2.2.1 Energetska učinkovitost pri obnovi stavbe

»Ogrevanje predstavlja pri stanovanjskih stavbah glavnino (preko 70 %) rabe energije, preostanek predstavlja energija za pripravo tople vode, kuhanja, razsvetljavo in druge električne aparate. Z energetske obnovo starejših stavb, grajenih pred letom 1980, je tehnološko mogoče, s poznanimi, tržno uveljavljenimi ukrepi (toplotna izolacija zunanjih sten in streh, menjava oken ali zasteklitve, posegi na ogrevalnem sistemu) prihraniti preko 60 % potrebne energije za ogrevanje. Energetski prihranki so odvisni od starosti stavbe, tehnologije gradnje, kakovosti izvedbe in vzdrževanja. Pretežni del prihrankov energetskih prihrankov je mogoče doseči z boljšo toplotno zaščito ovojnice stavbe, saj s temi ukrepi vplivamo na vzroke za previsoko rabo energije za ogrevanje. Manjši, a prav tako pomemben del prihrankov pri rabi energije za ogrevanje, je dosegljiv z izboljšanjem delovanja ogrevalnega sistema« (Energetska učinkovitost pri obnovi ovojnice stavbe, 2010).

2.3 VZROKI ZA PROPADANJE STAVB

Za obnovo starih stavb se ponavadi odločimo zaradi poškodb, ki nastanejo na stavbi, za te poškodbe pa so krivi različni vzroki:

- staranje materialov,
- neredno vzdrževanje,
- nepravilna uporaba,
- poškodbe zaradi napak pri gradnji.

V primeru poškodovane hiše je potrebno ugotoviti vzroke za nastanek poškodb in le-te odpraviti ali pa zmanjšati na minimum. Tudi, če hiša ni poškodovana, jo je zaradi starosti potrebno obnoviti z materiali, ki so energetsko varčni in prilagoditi obnovo v skladu s Pravilnikom o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES, 2010).

Deu (2004) navaja vrste in vzroke za poškodbe posameznih delov stavb

- vrste in vzroki tehničnih poškodb hišnega podstavka (premikanje stavbe, poškodbe zaradi premikov terena, prekorajitev nosilnosti tal, poškodbe zaradi konstrukcijskih napak, propadanje in staranje gradiv, vremenski vplivi, onesnaževanje ozračja, biološki vplivi, napake v izvedbi),
- vrste in vzroki tehničnih poškodb zunanjih sten (poškodbe gradiv stavbnega ovoja zaradi vremenskih vplivov, poškodbe gradiv stavbnega ovoja zaradi vplivov onesnaženega ozračja, poškodbe gradiv stavbnega ovoja zaradi bioloških vplivov, poškodbe zaradi slabega vzdrževanja in napak pri prenovi),
- vrste in vzroki tehničnih poškodb strehe (premikanje stavbe, premajhna potresna varnost, propadanje osnovnih gradiv, poškodbe gradiv strehe zaradi vremenskih vplivov in onesnaženja, poškodbe gradiv strehe zaradi bioloških vplivov, poškodbe gradiv strehe zaradi napak v izvedbi in vzdrževanju).

Z obnovo stavbe lahko ne le saniramo poškodbe, nastale na stavbi, temveč tudi izboljšamo določene lastnosti stavbe. Izboljšamo lahko toplotno in zvočno zaščito, potresno varnost, videz stavbe, itd. Sanacija nam tako omogoča izboljšanje videza stavbe, poveča energetsko učinkovitost, izboljša funkcionalnost bivalnega okolja in izboljša varnost ter stabilnost stavbe.

2.3.1 Vlaga v hiši

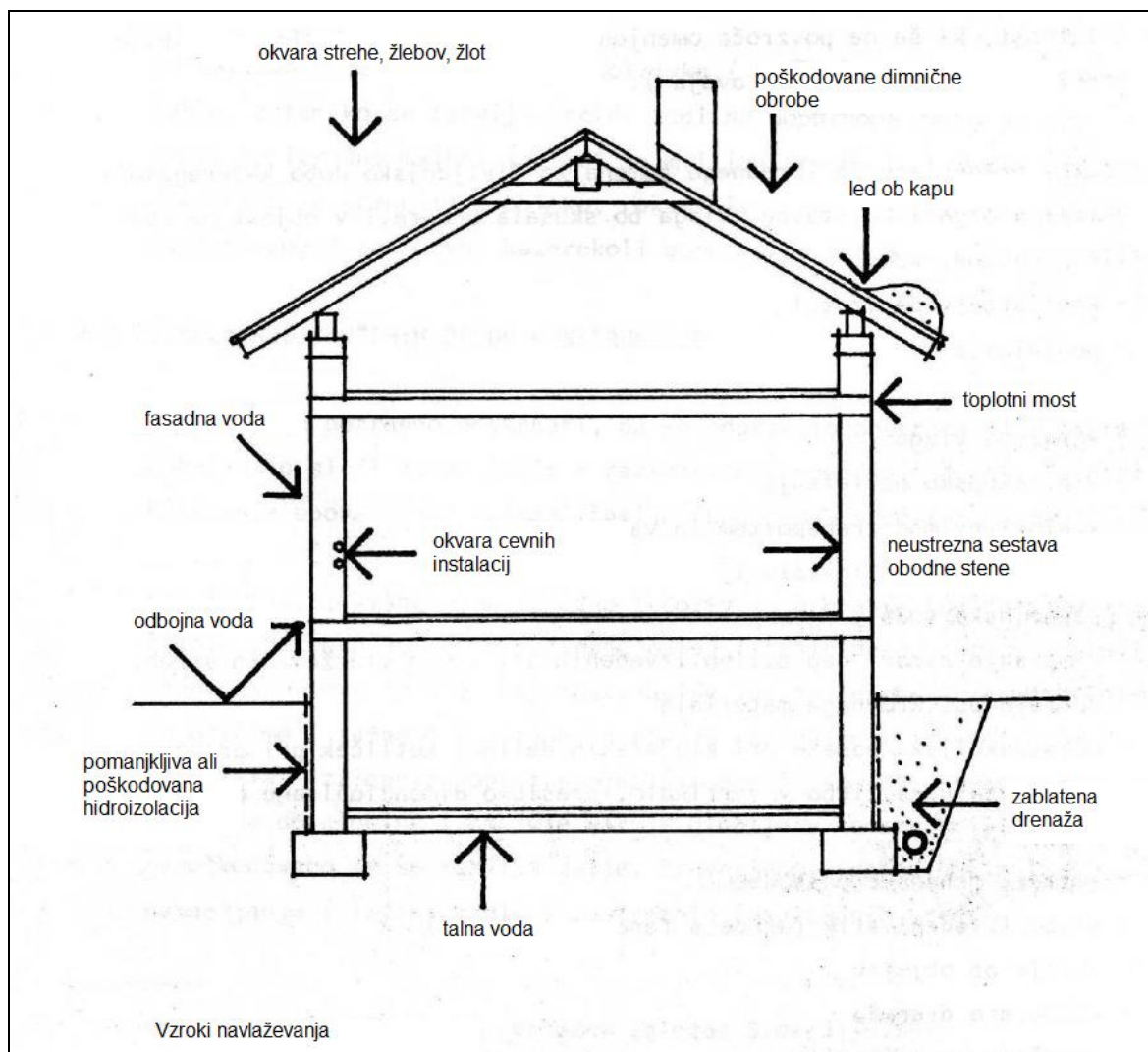
Pri sanaciji stavbe je pomembno, da se seznanimo s samim stanjem stavbe. Najpogosteje so problem pri kmečkih hišah ne le razpoke sten in odpadli omet, temveč tudi vlaga in plesen.

Največjo težavo pri kmečkih hišah in ostalih starejših objektih predstavlja vlaga, ki je lahko posledica kombinacije nepravilne gradbene zasnove posameznih konstrukcijskih elementov ali celotne zgradbe, nepravilnega prezračevanja, nepravilnega ogrevanja in neustreznega režima uporabe prostora. Vlaga vpliva na degradacijo skoraj vseh vrst materialov in konstrukcij. Vlaga tako povzroča (Grobovšek, 2010a):

- zmanjšanje trdnostne lastnosti zidu, varnost same zgradbe se zmanjšuje,
- zmrzovanje vlažnih zidov, opeka pri tem razpada,
- luženje ometa, laka, tapet, saj vlaga v zidovih raztaplja soli,
- izločanje soli na površini,
- v vlažnem ometu povzroči razvoj plesni,
- poškodbe na notranji opreми,
- povečanje toplotne prevodnosti toplotno izolacijskih materialov in s tem zmanjšanje toplotne izolativnosti gradbenih elementov (ulinek toplotne izolacije v vlažnih zidovih se precej zmanjša).

Avtor nato nadaljuje, da če se vlaga na zidu v stabvi zviša za 1 %, to povzroči zmanjšanje toplotne izolativnosti zidu za približno 5 %.

Slika 1 prikazuje vzroke za navlaženje objekta. Spodnji del hiše se lahko navlaži zaradi talne vode, zablatene drenaže in pomanjkljive ali poškodovane hidroizolacije. Fasada se navlaži zaradi odbojne vode in fasadne vode, medtem ko do navlaženja objekta skozi streho pride zaradi okvare strehe in glebov, poškodbe dimne obloge in ledu ob kapu.



Slika 1: Vzroki za navlaženje objekta (Suša, 2008)

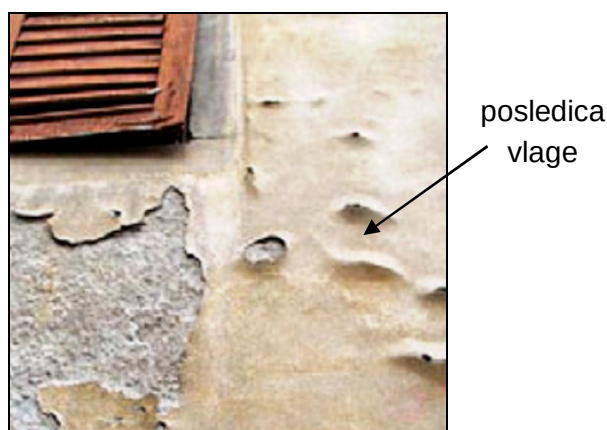
Vlaga v zid vstopa na več načinov (Suša, 2008):

1. Kondenzna vlaga: pojavi se v notranjosti stavb, kjer ni prezračevanja, zrak pa je toplejši od zunanjega. Glavni vzrok za kondenzno vlago je prenizka temperatura prostora, neprimerno prezračevanje, neprimerna toplotna izolacija, itd. Vlaga v steni je glavni vzrok za nastanek plesni in poškodbe stene. Najpogosteje do kondenzacije pride na oknih, saj so najhladnejše površine v hiši. Tako so v primeru previsoke vlage idealni pogoji za nastanek plesni.
2. Kapilarna vlaga: v primeru stika gradbenega materiala z vodo, se vlaga dviga po gradbeni konstrukciji iz zemlje in s seboj prinaša soli ter ostale škodljive snovi, najpogosteje po malti. Kapilarna vlaga ni odvisna od zunanjih vplivov in se kljub temu, da jo odstranimo iz zidu, lahko kmalu spet pojavi. Ta vrsta vlage ponavadi sega v višino od 4-6 m. Pri odpravljanju te vrste vlage je zelo pomembno, da se najprej lotimo odpravljanja virov vlage, nato pa posledice (izsuševanje zidov).

3. Neposredno namakanje: najpogosteje povzroča deževje, poplave, itd. V primeru dežja voda pronica v notranjost skozi zidove.

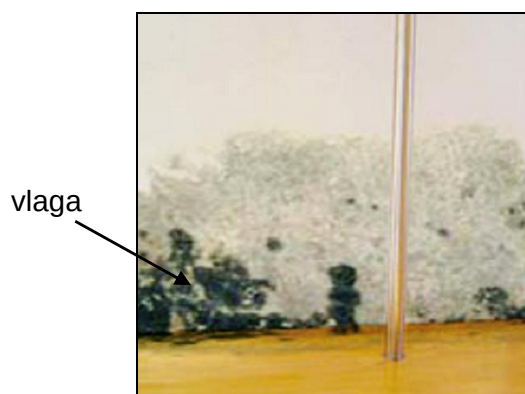
Gradbenim materialom najbolj škodijo soli (kloridi, sulfati in nitrati), ki pa so škodljive samo, če se vežejo z vodo. Soli, ki jih prinaša kapilarna vlaga, razkrajajo omete in malto. Poznamo več vrst soli (Weber, 2010):

- kloridi i npr. kuhinjska sol. Ko proti zmrzovanju tal okoli hiše posipavamo s soljo, le-ta stopljena v vodi pronica v konstrukcijo skozi podzidek,
- sulfati i žveplena kislina, nastaja v primeru izgorovanja fosilnih goriv (in ostalih goriv, ki vsebujejo žveplo),
- nitrati i solitne kisline, nastajajo pri gnitju beljakovin in živalskih odpadkov in povzročajo hitro propadanje gradbene konstrukcije.



Slika 2: Poškodba ometa stare hiše zaradi soli (Roefix gradbeni sistemi, 2010: 169)

Plesen je drugi problem starih hiš, ki povzroči velik strošek pri sanaciji objekta, saj je potrebno na območju, kjer je plesen na ometu zgradbe, to odstraniti v celoti, če pa je plesen na lesenih delih, pa je le-te potrebno zamenjati. Hranljive snovi za razvoj plesni so ometi, les, tapete, barve, lesar pa je v človekovem bivalnem okolju veliko. Plesni najbolj ugaja rahlo kislo okolje (pH - vrednosti med 4,5 in 6,4) pri temperaturi med 0 do 40 °C. Plesen se razvija od dveh do šestih mesecev, tako v svetlem kot v temnem okolju. Poglavitni razlog za razvoj plesni je prekomerna vlažnost v prostoru, res pa je, da določene vrste plesni lahko preživijo tudi v zelo suhem stanju in tako čakajo na nastop ugodnih razmer za ponoven razvoj. Plesen lahko zmanjšamo z nižanjem vlažnosti prostorov in z odpravo vzrokov navlaževanja konstrukcijskih sklopov (Grobovšek, 2010a).



Slika 3: Zidna plesen (Rofix gradbeni sistemi, 2010:175)

2.3.2 Konstrukcijski vzroki za propadanje objekta

Elementi, ki sestavljajo zunanji ovoj stavbe in sodelujejo z notranjim in zunanjim okoljem ter vplivajo drug na drugega, morajo biti usklajeni in pravilno zasnovani, da stavba deluje optimalno kot celota. Prav tako je pri sami toplotni zaščiti stavb pomembna ne le ustrezna toplotna izolacija posameznih zunanjih konstrukcijskih elementov, temveč tudi samonagorevanje ostalih detajlov (preboji, priključki, odprtine, itd.). Če zanemarimo katerega od teh detajlov, lahko to povzroči neprijetne posledice in ena izmed teh posledic, ki vpliva na toplotno bilanco stavbe, je toplotni most (Toplotni mostovi, 2010).

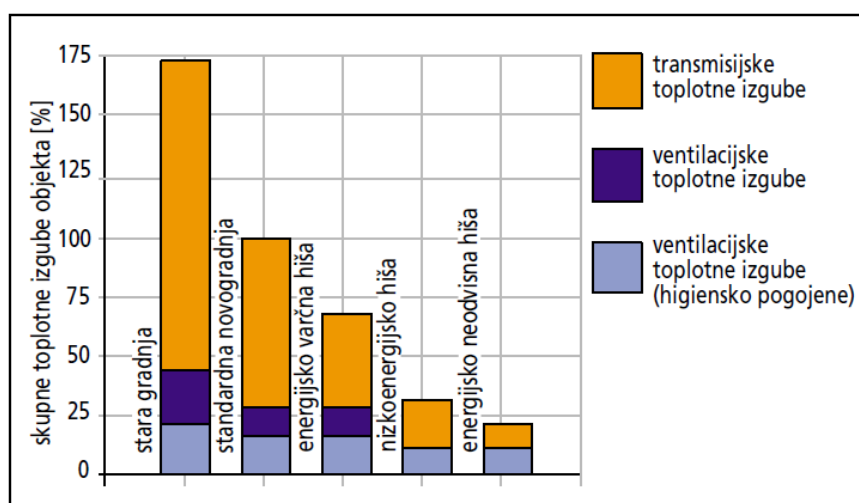
Med konstrukcijske vzroke za propadanje gremo:

- toplotne mostove (so mesta v zunanjem ovoju stavbe, kjer je toplotni upor bistveno manjši od toplotnega upora na sosednjih mestih, kar pomeni, da je na toplotnem mostu v zimskem času toplotni tok iz notranjega, ogrevanega okolja v zunanje okolje močno povečan). Ločimo konstrukcijski toplotni most (do katerega pride v primeru, ko je ovoj stavbe prekinjen ali predrt z materialom, ki ima veliko toplotno prevodnost (na primer armirani beton ali jeklo) in ki ni toplotno zaščiten ne z zunanje ne z notranje strani), geometrijski toplotni most (nastopi na delu ovoja stavbe, pri katerem je zunanja površina, preko katere toplota prehaja iz ogrevanega prostora v zunanje okolje, precej večja od notranje površine), konvekcijski toplotni most (je mesto v ovoju stavbe, kjer je zaradi prekinitev ali netesnosti omogočen pretok notranjega, navlaženega zraka v konstrukcijski sklop) (Toplotni mostovi, 2010),
- zrakotesnost (»Z zrakotesnostjo označujemo intenzivnost nekontroliranega pretoka zraka skozi konstrukcijo v zgradbo ali iz nje zaradi tlakne razlike.«) (Echterhölter, 2002, cit. po Čirec, 2009),
- prezračevanje prostorov.

Najpogostejši toplotni mostovi, ki jih je potrebno odpraviti, so (Zbačnik in Senegalnik, 2007):

- podstavek proti temeljenju v neogrevani kleti in najučinkovitejše preprečevanje toplotnega mostu je termično ločevanje oz. vgradnja izolacijskega podstavka ali zaključka, ki toplotne izgube lahko zmanjša tudi do 95 %,
- vgradnja okna in okno se vgradi v plast toplotne izolacije na zunanji strani stene z uporabo točkovnih pritrditev. Vse vmesne fuge je potrebno dobro zatesniti. Toplotna izolacija mora kar se da prekrivati okvir, saj to izboljšuje toplotno zaščito, prav tako se v zunanji ovoj zgradbe vgrajujejo vrata. Balkonske plošče in težki nadstreški so pri pasivnih hišah praviloma prislonjeni in obeženi ter pritrjeni na zgradbo s tankimi termično ločevalnimi sidri,
- lahki nadstreški, ograje in luči in vsi ti elementi se pritrdijo s specialnimi mozniki in konzolami iz toplotno izolacijskih gradiv z veliko tlačno trdnostjo,
- statične motnje toplotne izolacije v prerezu in toplotna prehodnost sten in strehe je odvisna od deleža lesa v konstrukciji. V primeru večjega deleža lesa znaša oslabitev toplotne prehodnosti skoraj 20 % ($U = 0,02 \text{ W/(m}^2\text{K)}$).

Slika 4 prikazuje, da je izmenjava zraka na račun učinkovitega sistema prisilnega prezračevanja pri nizkoenergijskih in energijsko neodvisnih zgradbah, lahko omejena le na vrednosti, ki jih predpisujejo higienski parametri, pri ostalih objektih pa je zaradi manjšega učinkovitega sistema prezračevanja prisoten določen presežek v izmenjavi zraka, ki lahko prinaša tudi do 50 % večje ventilacijske toplotne izgube (Pravilno zračenje in prezračevanje, 2010).



Slika 4: Primerjava toplotnih izgub različnih objektov
(Pravilno zračenje in prezračevanje, 2010: 4)

2.4 OSNOVE TOPLOTNE ZAŠLITE ZGRADB

Človeško telo mora za pravilno delovanje telesnih funkcij vzdrževati stalno telesno temperaturo okoli 37°C. Med človeškim telesom in okolico poteka izmenjava energijskih tokov. Nižja je temperatura okoliškega zraka, večji del toplote se izmenja z okolico s sevanjem, prevajanjem in konvekcijo, če pa se temperatura okolice približa temperaturi človeškega telesa, se prevladujoča toplota oddaja v okolico z izhlapevanjem. Človek tako doseže občutek toplotnega ugodja, če so energijski tokovi med človeškim telesom in okolico v ravnovesju. Na velikost energijskih tokov vplivajo človekovi subjektivni parametri in splošni mikroklimatski parametri (Osnove toplotne zašlite zgradb, 2010):

- človekova fizična aktivnost,
- vrsta obleke,
- temperatura zraka v prostoru,
- temperatura obodnih površin,
- hitrost gibanja zraka v prostoru,
- relativna vlažnost zraka v prostoru.

»Toplotna zašlita zgradbe ni samo primerna toplotna izolacija obodnih konstrukcij zgradbe, ampak zajema vse ukrepe, ki zmanjšujejo neugodne vplive zunanje klime na temperaturne in vlažnostne razmere v zgradbi ob minimalni porabi energije: pozimi za ogrevanje, poleti za hlajenje prostorov. Pri vseh teh ukrepih pa morajo imeti stanovalci primerno bivalno ugodje. Ustrezna toplotna zašlita zagotavlja tudi večjo trajnost zgradbe, saj preprečuje prevelike temperaturne obremenitve v obodnih konstrukcijah in poškodbe zaradi vplivov zračne vlage« (Smotrna raba energije, 2010).

Objekt je potrebno obravnavati kot celoto, v katerem moramo pri samem načrtovanju upoštevati naslednje dejavnike (Weber, 2010):

- okolje in lokacijo objekta,
- konstrukcijsko zasnovo in obliko objekta,
- notranjo razporeditev prostorov,
- vrsto gradnje (stara/nova),
- sestavo in lastnosti ovoja objekta,
- načini uporabe objekta.

Preglednica 1 prikazuje spremembe zahtev pri toplotni zašlitosti stavb pri nas skozi čas. Tako leta 1875 in leta 1970 je bilo določeno, da mora biti maksimalna dovoljena toplotna prehodnost zunanje stene manjša od 1,3 W/m²K. Skozi čas se je ta številka manjšala, v letu 2002 je bila maksimalna dovoljena toplotna prehodnost stene manjša od 0,4 do 0,45

$\text{W/m}^2\text{K}$. Leta 2008 pa je bila maksimalna dovoljena toplotna prehodnost stene stavbe manjša od $0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$.

2.4.1 Toplotna zaščita stavb nekoč in danes

Preglednica 1: Zahteve pri toplotni zaščiti stavb nekoč in danes (Čijanec Zavrl, 2009: 6)

Leto	Pravilnik	U
1875	Stavbni red Vojvodine Kranjske i zunanja stena iz polne opeke 45 cm	$U_{\max} < 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$
1970	Pravilnik o min. tehničnih pogojih za toplotno zaščito stavb i zunanjo steno	$U_{\max} < 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$
1980	JUS.U.J5.600 i zunanja stena	$U_{\max} < 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$
1984	spec. topl. izgube stavbe $Q'_{\max} < 7+14 f_0 \text{ W/m}^3$ ($f_0 = A/V$)	v praksi: $Q_h < 65 + 55 f_0 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto uporabne stanovanjske površine
2002	spec. topl. izgube stavbe $Q'_{\max} < 40+45 f_0 \text{ kWh/m}^2$	$U_{\max \text{ stene}} < 0,4 \text{ i } 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$
- 1990	praksa montažnih hiš i zunanja stena	$U_{\text{zun ovoja}} < 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$ in manj (0,17)
2000	trendi i od nizkoenergijske do pasivne hiše i zunanja stena brez toplotnih mostov $\gamma < 0,01 \text{ W/mK}$ okna in zasteklitev $U < 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ troslojna EE zasteklitev okenski okvir $U < 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ (super izoliran) troslojna zasteklitev $U < 0,75 \text{ W/m}^2\text{K}$ (sončni pritoki > izgub) prepustnost za sončno sevanje $g > 50 \%$ izmenjava zraka (test zrakotesnosti) $n_{50\text{Pa}} < 0,6 / \text{h}$ sistem ogr. + prezračevanja z rekuperacijo potrebna toplota za ogrevanje $Q_h < 15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ toplotne izgube so tako zelo nizke, da hiše skoraj ni potrebno ogrevati	$U_{\max \text{ zun}} < 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$ (0,15 $\text{W/m}^2\text{K}$)
2008	omejitev moči kotla i spec. topl. izgube stavbe $Q_{\text{trans}} < 2 + 10 f_0 \text{ W/m}^3$ za ovojo	$U_{\max \text{ stene}} < 0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\max \text{ strehe}} < 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$

Legenda: $Q'_{\max}$ = maksimalna toplota

U = toplotna prehodnost

$U_{\max}$ = maksimalna dovoljena toplotna prehodnost

$U_{\max \text{ zun}}$ = maksimalna toplotna prehodnost zunanjih površin stavbe

Q = toplotni mostovi

f_0 = faktor oblike je razmerje med površino toplotnega ovoja stavbe in neto ogrevano prostornino stavbe $\dot{a}_0 = A/V_e$

2.5 VPLIV DEJAVNIKOV NA TOPLOTNO ZAŠČITO

2.5.1 Okolje

Lokacija stavbe lahko poveča ali zmanjša toplotne izgube stavbe. Različno locirane stavbe lahko imajo do 20 % večje ali manjše toplotne izgube. V primeru, da je zgradba postavljena na hribu ali v senčni dolini, ima večjo toplotno izgubo kot stavba na odprti, sončni lokaciji (Weber, 2010).

2.5.2 Oblika zgradbe

Tudi sama oblika stavbe ima velik vpliv na toplotne izgube, ki se zaradi prehoda toplote in transmisijske toplotne izgube in večajo sorazmerno z večanjem zunanje površine zgradbe. Razčlenjenost ovoja zgradbe (razmerje med površino zunanjega ovoja stavbe in njeno prostornino in A/V) vpliva na toplotne izgube, tako ima najmanj ugodno razmerje A/V samostojna pritlična hiša, sledi ji dvoetažna stavba enake površine, ki ima 20 % manjšo izgubo kot prva, saj ima manjšo zunanjo površino (Osnove toplotne zaščite zgradb, 2010).

2.5.3 Zasnova zgradbe

S pravilno orientacijo zgradbe in primerno razporeditvijo oken učinkovito izkoristimo sončno energijo, ki lahko nadomesti del energije, potrebne za vzdrževanje bivalnih temperatur. Dobro je, da se na južni strani zgradbe vgradi večja okna z dodatno toplotno zaščito (polkna), na severni strani pa manjša okna. Z izbiro primerne zasteklitve oken lahko zmanjšamo izgube toplote. Prostorji z enakim temperaturnim režimom naj bodo razporejeni skupaj (Osnove toplotne zaščite zgradb, 2010).

2.5.4 Toplotna akumulativnost

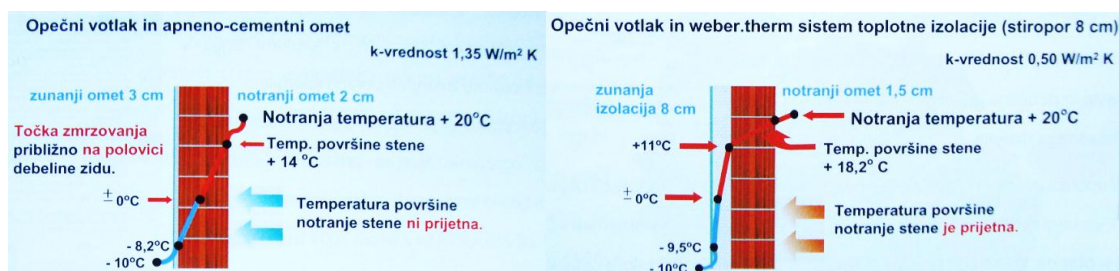
Toplotna akumulativnost materiala je njegova sposobnost, da vpija toploto iz toplejše okolice, jo shrani (akumulira) in jo, ko se temperatura okolice zniža, zopet odda. Toplotna akumulativnost materiala je odvisna od njegove prostorninske mase in specifične toplote. Konstrukcije z veliko toplotno akumulativnostjo vplivajo na večjo toplotno stabilnost prostorov, ki jih omejujejo (Smotrna raba energije 4, 2010). Zgradbe so lahko grajene masivno (npr. betonske, opešne) ali pa so obodne konstrukcije sestavljene z lahкими elementi, s površinsko maso, manjšo od 300 kg/m^2 (montažne konstrukcije).

Masivne konstrukcije zmorejo akumulirati veliko toplote, jo sprejeti, shraniti in jo ob padcu temperature oddati. Pri dobro toplotno izoliranih zgradbah so nihanja zunanje temperature v zgradbi komaj opazna. Tako v zimskem času masivne obodne konstrukcije zadržijo večji del vpadlega sončnega sevanja in doprinašajo k ogrevanju. Konstrukcije z veliko toplotno akumulativnostjo povečajo toplotno stabilnost prostorov, ki jih omejujejo. Toplote akumulacijskih površin iz masivnih snovi, kot sta opeka ali beton, ne smemo prekrivati z izolacijskimi materiali z notranje strani, saj s tem izničimo njihov učinek (prav tako jih ne smemo prekrivati s talnimi oblogami). V primeru lahkih konstrukcij so nihanja temperature velika, zato je potrebno poskrbeti za senčila, saj poleti veliko več toplote prehaja v zgradbo s sevanjem skozi okna (Smotrna raba energije, 2010).

2.5.5 Navlaževanje v konstrukciji

Koncentracija vodne pare pozimi je v zraku ogrevanega prostora vedno višja, kot je koncentracija vodne pare v zunanjem zraku. Zaradi tega, da bi se koncentraciji izenačili, prodira vodna para skozi obodne konstrukcije v smeri prostora in okolica, kar imenujemo difuzija vodne pare. Bolj toplel in vlažnejši je zrak v prostoru in bolj hladna in suha okolica, močnejši je difuzijski prenos vodne pare. Merilo za velikost difuzijskega transporta vodne pare skozi konstrukcijo je gostota difuzijskega toka, ki pa je odvisna od razlike delnih tlakov vodne pare na obeh straneh konstrukcije in od propustnosti materialov za vodno paro. Zaradi različnih temperatur v zgradbi in zunaj nje se temperature posameznih plasti niso enake od znotraj navzven. Vodna para torej prehaja skozi vedno hladnejše plasti konstrukcije. Pri določenih klimatskih pogojih (temperatura in relativna vlažnost zraka) na eni in drugi strani konstrukcije, se vodna para v neki plasti konstrukcije lahko utekočini - kondenzira. Material, v katerem nastopi kondenzacija, se navlaži, s tem se mu poslabša toplotna izolativnost. Če se konstrukcija poleti ne izsuši, bo poslabšanje toplotne izolativnosti konstrukcije povzročilo prihodnjo zimo, ko bo večjo navlažitev. Stalno navlaževanje lahko privede do poškodbe konstrukcije. S pravilno izbiro in sestavo materialov v obodnih konstrukcijah lahko preprečimo pojav notranje kondenzacije ali pa vsaj zagotovimo, da se bo kondenzat poleti popolnoma izsušil. Osnovno pravilo za pravilno sestavo je: na notranji strani konstrukcije mora biti material z majhno propustnostjo vodne pare in nizko toplotno izolativnostjo, na zunanji strani pa z visoko propustnostjo in visoko toplotno izolativnostjo.

V primerih, ko moramo toplotno izolativni material namestiti na notranji strani konstrukcije (sanacija), ga moramo pred navlaževanjem zaščititi z ustreznim materialom z zelo nizko paropropustnostjo (parna ovira: PE folije, AI folije, bitumenski trakovi, itd.) (Smotrna raba energije, 2010).



Slika 5: Primerjava objekta brez in s toplotno izolacijo (Weber, 2010: 9)

Na sliki 5 (desno) je prikazan objekt brez toplotne izolacije, pri katerem se ob nizkih temperaturah in ogrevanem notranjem prostoru toliko zmrzi (toľka 0) nahaja v sami nosilni konstrukciji. Vлага kondenzira in zmrzuje znotraj konstrukcije in povzroča propadanje materiala. Hladna stena ni sposobna akumulirati toplote, zato je prostor potrebno neprestano ogrevati, hlad, ki ga seva stena, pa zaradi velike temperaturne razlike povzroča neprijetno bivalno okolje. Leva stran slike 5 pa prikazuje objekt s toplotno izolacijo, s pomočjo katere prestavimo toľko zmrzi v sam sistem toplotne izolacije, katera je sposobna prenašati napetosti ob kondenzaciji in zmrzovanju vodne pare, s čimer podaljšamo življenjsko dobo konstrukcijskega materiala. Prav tako se steni omogoči akumulacija toplote in uravnavanje stalne temperature prostora. Na ta naľin je bivalna klima ugodna, hkrati pa se prihrani veliko energije, potrebne za ogrevanje prostorov (Weber, 2010).

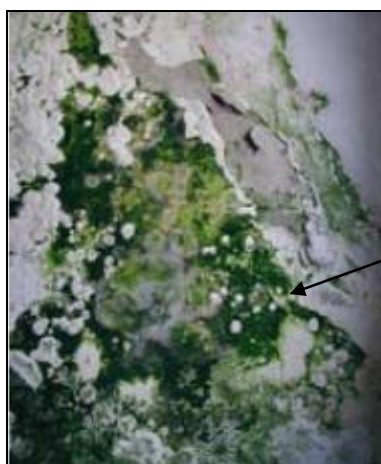
Navlaęevanje konstrukcij s padavinami preprečimo s pravilno izbiro zaključnih slojev (ometov, premazov). Ti morajo biti zaporni za vodo, imeti morajo majhno kapilarno vodovpojnost ter biti propustni za vodno paro. Navlaęevanje obodnih konstrukcij skozi notranje površine je teęje obvladljivo. Ločimo površinsko kondenzacijo in kondenzacijo v notranjosti konstrukcije« (Smotrna raba energije, 2010).

2.5.6 Površinska kondenzacija

Temperatura notranjih površin obodnih konstrukcij je pozimi vedno nižja kot temperatura zraka v prostoru. Pri doloenih pogojih: visoka relativna vlaęnost zraka v prostoru i vedno nad 70 %, premajhna toplotna izolativnost obodne konstrukcije (toplotni mostovi), ovirano gibanje zraka ob konstrukciji (zavesa, pohištvo, v kotih) lahko nastopi kondenzacija zraľne vlage na površini i rosenje, katere posledica je razvoj zidne plesni.

V prostorih, kjer se relativna vlaęnost zraka pozimi giblje med 40 % in 60 % in le obľasno - v ľasu kuhanja ali kopanja - naraste do 80 %, toplotna izolativnost obodnih konstrukcij pa je v predpisanih mejah, do pojava površinske kondenzacije praviloma ne bi smelo priti. Vendar je prav površinska kondenzacija v zadnjih letih velik problem. Ukrepi za preprečevanje tega pojava so (Smotrna raba energije, 2010):

- dobra toplotna izolativnost obodnih konstrukcij,
- znižanje relativne vlažnosti zraka v prostoru z zraženjem; to mora biti intenzivno, vendar ne predolgo, da se ne ohladijo obodne površine,
- pohištvo ne sme biti postavljeno ob zunanje stene, če pa se temu ni mogoče izogniti, mora biti od stene toliko odmaknjeno, da zrak za njim lahko krogi,
- zavese ne smejo biti pregoste in nameštene tako, da zrak za njimi zastaja,
- notranje površine morajo biti sposobne vpiti presežno vlago in jo oddati, ko so razmere primerne.



zidna
plesen

Slika 6: Posledica površinske kondenzacije in zidna plesen (Weber, 2010: 9)

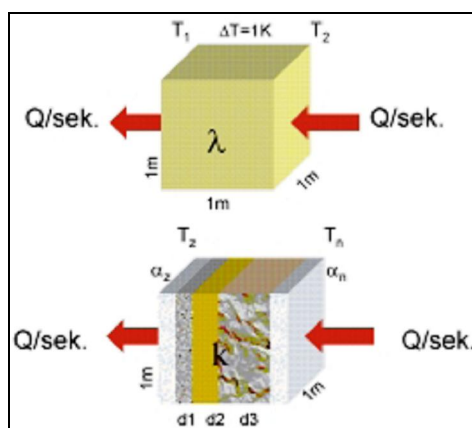
2.6 TOPLOTNA PREHODNOST OVOJA STAVBE

Zaradi temperaturne razlike med toplim zrakom v prostoru in hladnim zrakom zunaj zgradbe (nižja temperatura) prehaja toplota skozi ovoj zgradbe in se izgublja. Te izgube toplote ne moremo ustaviti, lahko jo samo zmanjšamo s pomočjo boljše toplotne izolativnosti obodnih konstrukcij zgradbe (Osnove toplotne zaščite zgradb, 2010).

»Karakteristična vrednost konstrukcije je toplotna prehodnost "k vrednost", ki pove, koliko toplote preide v časovni enoti (1 sek) skozi površino 1 m^2 konstrukcije, če je razlika temperatur zraka na obeh straneh konstrukcije 1 K « (Smotrna raba energije, 2010).

»Toplotno prehodnost konstrukcijskega sklopa označujemo s k ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$), s harmonizacijo naših predpisov in standardov z evropskimi pa se za toplotno prehodnost uveljavlja oznaka U « (Osnove toplotne zaščite zgradb, 2010).

"K vrednost" konstrukcije je odvisna od vgrajenih materialov, tako nizko toplotno prehodnost obodnih konstrukcij dosežemo z vgradnjo toplotno izolacijskih materialov. Na samo toplotno prehodnost vrstni red plasti ne vpliva, je pa pomemben pri toplotni akumulativnosti in toplotnem odzivu stavbe na toplotne razmere v okolju. Z vgradnjo toplotno izolacijskih materialov dosežemo nizko toplotno prehodnost obodnih konstrukcij. Tako velja, da »čim manjša je toplotna prevodnost snovi, toliko boljše so njene toplotno izolacijske lastnosti. Toplotna prevodnost snovi λ (W/mK) pove, koliko toplote preide v časovni enoti (1 sek) skozi 1 m² snovi z debelino 1 m pri temperaturni razliki 1 K (slika 7)« (Osnove toplotne zaščite zgradb, 2010: 3).



Slika 7: Toplotna prevodnost snovi λ (W/mK) in toplotna prehodnost k (W/m²K) konstrukcije (Osnove toplotne zaščite zgradb, 2010: 3)

Pri večslojnih konstrukcijah je potrebno paziti na razporeditev posameznih materialov, predvsem pa je pomemben položaj toplotne izolacije, saj ima vsak sistem razporeditve svoje zahteve ter dobre in slabe lastnosti. Prav zato je potrebno izbrati optimalnega glede na nalogo in uporabo zgradbe, saj lahko napaka v sestavi materialov v konstrukciji povzroči navlaževanje materialov.

2.7 ENERGIJSKA BILANCA ENODRUŽINSKE HIŠE

V primeru analize povprečne energijske bilance enodružinske hiše lahko ugotovimo, da največ energije dovajamo v zgradbo z ogrevanjem, ostali deli dovedene energije pa so sončni pritoki skozi okna in notranji viri toplote (Grobovšek, 2008).

Preglednica 2 prikazuje letno potrebo za ogrevanje na osnovi leta gradnje zgradbe. Iz tabele je razvidno, da je povprečna toplotna poraba v starejših zgradbah znažala 100 kilovatnih ur na kvadratni meter ogrevane površine na leto ($\text{kWh}/\text{m}^2\text{a}$). V zgradbah, grajenih po letu 2002, znaža predpisana raba toplote za ogrevanje med 60 - 80 $\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$. Pravilnik o učinkoviti rabi energije iz leta 2008 predvideva za 30 % zmanjšanje rabe toplote za ogrevanje.

Preglednica 2: Raba toplote za ogrevanje (Grobovšek, 2008)

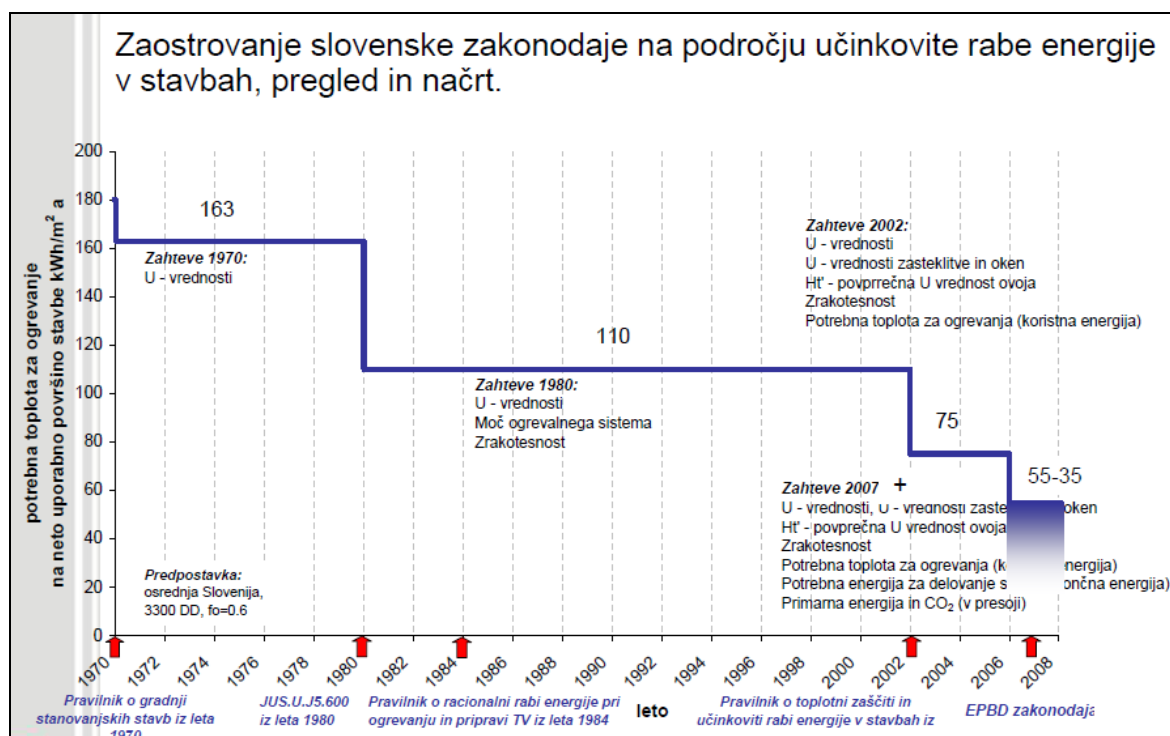
Leto izgradnje stavbe	1995	po 2002	PURES (2008)
Enodružinska hiša	$\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$	$\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$	$\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
Raba toplote za ogrevanje	100	60 i 80	40 - 50

»Stavbe po porabi delimo na obilne, nizkoenergijske hiše (NEH) in pasivne hiše (PH). Pri nas se vse bolj gradijo NEH, pri katerih znaža specifično letna raba toplote za ogrevanje 40 - 50 $\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$. Mednje prištevamo tudi tako imenovane 3 - litrske hiše, ki porabijo letno za ogrevanje manj kot 30 $\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$. Deset kilovatnih ur predstavlja približno liter kurilnega olja ali kubni meter zemeljskega plina. Če je torej letna poraba toplote 40 $\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, znaža to preračunano v kurilno olje 4 litre/ (m^2a) . Tako za zgradbo z ogrevalno površino 200 m^2 porabilo za ogrevanje največ 800 litrov kurilnega olja na leto. Če manjšo letno specifično rabo toplote za ogrevanje imajo PH in sicer manj kot 15 $\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ « (Grobovšek, 2010).

2.8 ZAKONODAJA NA PODROČJU UČINKOVITE RABE ENERGIJE V STAVBAH

Evropske institucije sprejemajo zakonodajo in postavljajo smernice, s katerimi želijo v prihodnosti zmanjšati porabo energije. Velik poudarek je na zmanjšanju porabe energije za ogrevanje, kjer se predvsem ukvarjajo z debelino izolacije v fasadnih sistemih.

Slika 8 prikazuje zaostrovanje slovenske zakonodaje na področju učinkovite rabe energije v stavbah. V letih 1970 do 1979 je bila predpisana toplota, potrebna za ogrevanje na neto uporabno površino stavbe, 163 $\text{kWh}/\text{m}^2\text{a}$. Od leta 1980 do leta 2001 je znažala 110 $\text{kWh}/\text{m}^2\text{a}$. Iz leta 2002 do 2006 je ta številka padla na 75 $\text{kWh}/\text{m}^2\text{a}$, v letu 2008 pa na 55-35 $\text{kWh}/\text{m}^2\text{a}$ potrebne toplote za ogrevanje na neto uporabno površino stavbe.



Slika 8: Primerjava slovenskih predpisov na področju učinkovite rabe energije v stavbah (Čijanec Zavrl, 2010: 15)

V letu 2010 je stopil v veljavo nov Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES), ki je bil objavljen 30. 6. 2010 v Ur. l. RS št. 52/2010 in je zamenjal Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah, ki je bil objavljen v Ur. l. RS št. 93/2008, dne 30. 9. 2008. Slednji zamenjuje Pravilnik o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, ki je bil objavljen v Ur. l. RS št. 42/2002, dne 15. 5. 2002. Pravilnik pomembno vpliva na objekte, ki se bodo prenavljali in gradili v prihodnje, saj določa ostre kriterije za toplotno zaščito.

Primerjava in razlike med PURES 2008 in PURES 2010 (Čijanec Zavrl, 2010):

- na splošno enaka raven zahtevnosti za stavbo v predpisu 2010 kot v PURES 2008,
- drugače izražene minimalne zahteve (npr. v max rabi energije kWh/m² in ne v moči naprav kW),
- predpisana obvezna računska metodologija po SIST EN 13790 (PURES 2008 jo je sicer dopuščal, a hkrati predpisal obvezno uporabo zelo poenostavljene metode),
- enak bo postopek računa za PGD fazo in za energetska izkaznica stavbe.

PURES določa tehnične zahteve, ki morajo biti izpolnjene za učinkovito rabo energije v stavbah na področju toplotne zaščite, ogrevanja, hlajenja, prezračevanja ali njihove kombinacije, priprave tople vode in razsvetljave v stavbah, zagotavljanja lastnih obnovljivih virov energije za delovanje sistemov v stavbi ter metodologijo za izračun energijskih lastnosti stavbe v skladu z Direktivo 31/2010/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 19. maja 2010 o energetske učinkovitosti stavb (Ur. l. RS št. 153 z dne 18. 6. 2010, str. 13) (PURES, 2010).

Z uveljavitvijo PURES-a 2010 je prenehala veljavnost obeh prejšnjih pravilnikov PTZURES 2002 in PURES 1, 2008. Slednja sta se lahko uporabljala za pripravo projektne dokumentacije za pridobitev gradbenega dovoljenja še do 31. 12. 2010. K PURES-u 2010 sodi tudi tehnična smernica za graditev TSG-1-004 Učinkovita raba energije, katere uporaba je obvezna.

PURES se uporablja pri gradnji novih stavb in rekonstrukciji stavbe oziroma njenega posameznega dela, kjer se posega v najmanj 25 odstotkov površine toplotnega ovoja, če je to tehnično izvedljivo. Pri rekonstrukciji stavbe oziroma njenega posameznega dela, kjer se posega v manj kot 25 odstotkov površine toplotnega ovoja stavbe oziroma njenega posameznega dela, pri investicijskih in drugih vzdrževalnih delih, ali če se gradi ali rekonstruira stavba z bruto tlorisno površino, manjšo od 50 m², morajo biti dela izvedena tako, da so izpolnjene zahteve glede toplotne prehodnosti iz tehnične smernice za graditev TSG-1-004 Učinkovita raba energije (PURES, 2010).

V TSG-1-004:2010 Učinkovita raba energije (MOP Učinkovita raba energije, 2010) je v 9. členu določeno, da je potrebno s toplotno zaščito površine toplotnega ovoja stavbe in ločilnih elementov delov stavbe:

- zmanjšati prehod energije skozi površino toplotnega ovoja stavbe,
- zmanjšati podhlajevanje ali pregrevanje stavbe,
- zagotoviti sestavo gradbenih konstrukcij tako, da ne prihaja do poškodb ali drugih ostalih škodljivih vplivov zaradi difuzijskega prehoda vodne pare,
- nadzorovati oz. uravnavati zrakotesnost stavbe.

Prav tako je določeno, da morajo biti stavbe grajene tako, da je vpliv toplotnih mostov na letno porabo ogrevanja in hlajenja čim manjši (MOP Učinkovita raba energije, 2010). Preglednica 3 prikazuje mejne vrednosti toplotne prehodnosti elementov zunanje površine stavbe in ločilnih elementov delov stavbe z različnimi režimi notranjega toplotnega ugodja.

Preglednica 3: Mejna vrednost toplotne prehodnosti elementov zunanje površine stavbe in ločilnih elementov delov stavbe (MOP Učinkovitost raba energije, 2010).

Gradbeni elementi stavb, ki omejujejo ogrevane prostore	$U_{\max}$ [W/(m²K)]
Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom	0,28
Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom s manjšo površino, ki skupaj ne presegajo 10 % površine neprozornega dela zunanje stene.	0,60
Stene, ki mejijo na ogrevane sosednje stavbe	0,50
Stene med stanovanji in stene proti stopniščem, hodnikom in drugim manj ogrevanim prostorom	0,70
Notranje stene in medetažne konstrukcije med ogrevanimi prostori različnih enot, različnih uporabnikov ali lastnikov v nestanovanjskih stavbah	0,90
Zunanja stena ogrevanih prostorov proti terenu	0,35
Tla na terenu (ne velja za industrijske stavbe)	0,35
Tla nad neogrevano kletjo, neogrevanim prostorom ali garažo	0,35
Tla nad zunanjim zrakom	0,30
Tla na terenu in tla nad neogrevano kletjo, neogrevanim prostorom ali garažo pri panelnem in talnem gretju	0,30
Strop proti neogrevanemu prostoru, stropi v sestavi ravnih ali poševnih streh (ravne sli poševne strehe)	0,20
Terase manjše velikosti, ki skupaj ne presegajo 5 % površine strehe	0,60
Strop proti terenu	0,35
Vertikalna okna ali balkonska vrata in greti zimski vrtovi z okvirji iz lesa ali umetnih mas	1,30
Vertikalna okna ali balkonska vrata in greti zimski vrtovi z okvirji iz kovin	1,60
Strešna okna, steklene strehe	1,40
Svetlobniki, svetlobne kupole (do skupno 5 % površine strehe)	2,40
Vhodna vrata	1,60
Garažna vrata	2,00

TSG-1-004:2010 Ulinkovita raba energije določa, da se (MOP Ulinkovita raba energije, 2010):

- v ogrevanih prostorih stavbe sme uporabljati zasteklitev s toplotno prehodnostjo U_{st} največ $1,1 \text{ W/(m}^2\text{K)}$,
- v strešnih in stenskih konstrukcijah ne sme skupna količina kondenzirane vlage na površinsko enoto nikoli preseči vrednosti 1 kg/m^2 .

PURES (2010) se ne uporablja za:

- stavbe za promet in izvajanje elektronskih komunikacij (CC-SI 124),
- rezervoarje, silose in skladišča (CC-SI 1252),
- nestanovanjske kmetijske stavbe (CC-SI 1271),
- stavbe za opravljanje verskih obredov, pokopališke stavbe (CC-SI 1272),
- nadstrežnice, javne sanitarije, zaklonišča ipd. (CC-SI del 1274),
- industrijske stavbe (CC-SI 1251), ki se ne ogrevajo ali klimatizirajo na temperaturo v prostorih, višjo od $12 \text{ }^\circ\text{C}$, ali katerih notranji viri toplote zaradi tehnoloških procesov nadomeščajo v času ogrevanja več kot polovico toplotnih izgub ali so v času ogrevanja praviloma odprte več kot polovico delovnega časa.

Da je energijska ulinkovitost stavbe dosežena, morajo biti izpolnjeni naslednji pogoji (PURES, 2010):

- koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub skozi površino toplotnega ovoja stavbe, določen z izrazom $H'_T \text{ (W/m}^2\text{K)}$ (je razmerje med količnikom transmisijskih toplotnih izgub stavbe H_T in celotno zunanjo površino stavbe A) H_T/A , ne presega:

$$H'_T \leq 0,28 + \frac{T_L}{300} + \frac{0,04}{f_0} + \frac{z}{4},$$

T_L = povprečna letna temperatura zunanjega zraka

f_0 = faktor oblike je razmerje med površino toplotnega ovoja stavbe in neto ogrevano prostornino stavbe $\alpha_0 = A/V_e$

- dovoljena letna potrebna toplota za ogrevanje Q_{NH} stavbe, preračunana na enoto kondicionirane površine A_u oziroma prostornine V_e stavbe, za stanovanjske stavbe ne presega:

$$Q_{NH}/A_u \leq 45 + 60 f_0 - 4,4 T_L \text{ (kWh/(m}^2\text{a))}.$$

Le povzamemo, so pomembnejše zahteve PURES-a 2010:

- 25 % energije moramo zagotoviti iz obnovljivih virov energije,
- toplotna zahteva v novogradnjah in stavbah, ki se bodo prenavljale, bo ulinkovitejša (za stanovanjske stavbe mora biti $U < 0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$, kar pomeni 12 cm ali več izolacije ($\alpha = 0,040$) na votli opeki),
- v ogrevalnih sistemih z vodo je temperatura znižana s 70 oziroma 90 na 55°C ,
- določena je največja dovoljena moč za hlajenje stavbe, ki se ne sme prekorajiti (Weber, 2010).

»Za izdelavo izračunov gradbene fizike za podrolje toplote in smotrne rabe energije so v Sloveniji prevzeti harmonizirani evropski standardi SIST EN. Po PURES-u 2010 (Pravilnik o ulinkoviti rabi energije v stavbah, 2010) je energetska izkaznica stavbe sestavni del gradbene dokumentacije. Izkazuje največjo dovoljeno letno potrebno toploto za ogrevanje po enoti ploščine koristne površine stavbe (kWh/m^2 letno), ki zajema ogrevane dele stavbe (kWh/m^3 letno). Izkaznica mora biti dostopna na vpogled bodočim lastnikom ali uporabnikom stavbe, priložena dokumentaciji za tehnični pregled in potrjena s strani projektanta« (Weber, 2010).

2.8.1 Pridobitev nepovratnih sredstev (Eko sklad)

Za izboljšanje energetske ulinkovitosti v letu 2010 je Eko sklad dodeljeval nepovratna sredstva obljano. V skladu je bilo na voljo 18 milijonov evrov, razpis pa je bil objavljen 21. maja 2010. Nepovratna sredstva so bila na voljo za vrsto posameznih ukrepov ulinkovite rabe energije in rabe obnovljivih virov energije v stanovanjskih stavbah, poseben javni poziv pa bo namenjen energijski obnovi večstanovanjskih stavb, ki bo vključevala toplotno izolacijo fasade in strehe, zamenjavo zunanjega stavbnega pohištva, vgradnjo termostatskih ventilov in hidravlično uravnoteženje ogrevalnih sistemov ter vgradnjo delilnikov na grelnih telesih z daljinskim odlitavanjem. V tem primeru bodo lahko vlogo vložili upravniki večstanovanjskih stavb. 31. decembra 2010 sta bila v Uradnem listu RS objavljena javna poziva Eko sklada za dodeljevanje nepovratnih sredstev, pripravljena na podlagi Programa za dodeljevanje nepovratnih finančnih spodbud obljano za izboljšanje energetske ulinkovitosti z namenom doseganja prihrankov energije v letu 2011. Eko sklad je tako obljano za izvedbo celovitih obnov starejših stanovanjskih stavb ali hkratno izvedbo več ukrepov, katerih skupna vrednost presega 20.000 evrov ter gradnjo ali nakup nizkoenergijske in pasivne stanovanjske stavbe, omogočil tako nepovratne finančne spodbude kot tudi najem ugodnega kredita (Eko sklad, 2010).

2.9 ZNAČILNOSTI STAVB IZ RAZLIČNIH OBDOBIJ V SLOVENIJI IN MOŽNOSTI PRENOVE

Stanovanjske stavbe iz različnih obdobj so različno grajene, zato je tudi poraba energije v njih različna, saj nimajo enakih energijskih izhodil. Poraba energije je veljoma previsoka, saj imajo starejše stavbe slabše toplotno zaščiteno in neizkotesen ovoj, ogrevalne sisteme itd., kar povzroča velike toplotne potrebe. Pri starih hišah je energijska obnova zahtevnejša, saj je potrebna gradbena in arhitekturna sanacija. Pri starejših zgradbah se je nekaterim elementom ovoja zgradbe življenjska doba že iztekla in so potrebni temeljite prenove, kar velja tudi za ogrevalne sisteme. Pri novejših hišah so elementi ovoja (fasade) zgradbe zasnovani pravilno, a zaradi pomanjkljivosti pri gradnji in izdelavi prihaja do prevelikih toplotnih izgub. Stavbe razvrčamo glede na obdobja in posledično uporabljene gradbene materiale, konstrukcijo in način gradnje. Motivi za pasivno prenovo so različni in v prvi vrsti je varčevanje z energijo za ogrevanje, sočasno npr. potrebna gradbena ali konstrukcijska sanacija zaradi gradbenih poškodb (npr. vlaga, kondenzacija, plesni gljivice), dvig bivalnega standarda ali sprememba uporabe, boljše protihrupna zaščitna, zrakotesnost itd. (Rekonstrukcija starih objektov, 2010).

2.9.1 Gradnja pred letom 1920

Velike stanovanjske stavbe, zgrajene pred letom 1920, imajo debele mešane kamnito-opečne zidove, debele od 38 do 65 cm, škatlasta okna, lahko tudi ornamentirane in pogosto spomeniško zaščitene fasade, obokane kleti, lesene stropne in visoke etažne višine. Toplotna zaščitna se lahko izvaja z notranje strani, vgrajujejo se posebej izdelana škatlasta okna z dodatno zasteklitvijo, sanirajo se toplotni mostovi stikov notranjih sten z zunanjimi, izolira se strop v kleti, strop nad zadnjo etažo (streha). Zaradi starosti so te stavbe potrebne celostne prenove, ki poleg celostne energijske sanacije zajema tudi arhitekturno in statično sanacijo (Rekonstrukcija starih objektov, 2010).

2.9.2 Gradnja do leta 1940

V predvojnem obdobju (do leta 1940) so bile stanovanjske stavbe običajno solidno grajene, a slabo vzdrževane. Imajo debele polne opečne zunanje zidove (38 cm), tudi že z lesenimi, tramovnimi stropovi in z lesenimi okni. Pojavijo se prvi betonski stropi, etažna višina se niža, manjša se profiliranost fasad. Strehe in podstrežja hiš zgrajenih v tem obdobju, so neizolirana, razen če so že bivalna. V tem primeru so tudi strehe veljoma že prenovljene in toplotno zaščitene, vendar pogosto s premajhno debelino toplotne izolacije. Možno je izvedba zunanje toplotne zaščitne, izolacija stropa nad kletjo in zadnjega stropa, vgradnja pasivnih oken, prezračevanje z rekuperacijo ipd. (Rekonstrukcija starih objektov, 2010).

2.9.3 Stavbe do 1970 leta brez toplotne izolacije

Stanovanjske stavbe, zgrajene do sredine sedemdesetih let, so slabše ali kvečjemu enako kvalitetno grajene kot stavbe, ki so bile zgrajene do leta 1940, zaradi pomanjkanja in varčevanja z gradbenimi materiali. Stene so stanjane na 30 cm, izolacijskih materialov ni, fasade so preproste, vse pogostejši so balkoni in lože, ki so pritrjeni na vmesne plošče. Večina zgradb je grajenih z modularno opeko, kasneje pa se pojavljajo tudi liti beton z nezadostno toplotno izolacijo, zidaki iz glindre in elektrofiltrskega pepela. Tudi stavbe, zgrajene v tem obdobju, so potrebne temeljite gradbene in energijske sanacije, zamenjave oken in drugih vzdrževalnih ukrepov. Pri stavbah iz tega obdobja je mogoče z minimalnimi dodatnimi investicijskimi posegi doseči občutno zmanjšanje potrebne energije za vzdrževanje bivalnega udobja v objektu. Tako so posledice ukrepov učinkovite rabe in obnovljivih virov energije toliko bolj vidne pri večnadstropnih stanovanjskih objektih in javnih stavbah (Rekonstrukcija starih objektov, 2010).

2.9.4 Osemdeseta leta z minimalno toplotno izolacijo

Novi predpisi v osemdesetih letih, ko je nastopilo obdobje intenzivne gradnje večjih stanovanjskih naselij, so že zahtevali večjo kontrolo pri zidavi večnadstropnih stanovanjskih stavb, predvsem stolpnic. Stavbe so grajene z dodatnim slojem toplotne izolacije ali pa skeletne z zidanimi fasadnimi polnili. Prevladujoči material za gradnjo večnadstropnih objektov je beton, zasebne hiše pa so bile grajene stihjsko, predvsem iz opeke. Stanovanjske hiše so večjih tlorisnih površin, nekatere brez toplotne izolacije ali pa je ta neustrezna. Kot izolacijski material sta se pogosto uporabljala siporeks in porolit, redkeje toplotna izolacija. Zaradi novih materialov in samograditeljskih detajlov so pogoste nedoslednosti pri izvedbi tesnjenja, zato je pogosto tudi zamakanje. Okna so velika, aluminijasta ali lesena in večinoma neustrezna zaradi enoslojne ali dvoslojne zasteklitve. Energijski in gradbeno - sanacijski ukrepi morajo pri takšnih stavbah temeljiti predvsem na zamenjavi neustreznega stavbnega pohištva in dodatni toplotni izolaciji streh in stropov ter sanaciji večjih toplotnih mostov, zrakotesnosti, zvočni zaščiti in uvedbi prezračevanja z rekuperacijo (Rekonstrukcija starih objektov, 2010).

2.9.5 Novejši objekti so bolj toplotno izolirani

V devetdesetih letih je gradnja postala zelo raznolika, ob opeki zidavi se pojavi lahka montažna gradnja, predvsem pri enodružinskih hišah. Prav tako se je povečal delež opečnih stavb s toplotno izolacijo vseh konstrukcijskih sklopov, zato so stavbe v povprečju že kar dobro izolirane. Okna so lesena, aluminijasta in iz PVC-ja, skoraj povsod prevladuje

dvojna zasteklitev, do leta 2000 predvsem »termopan«, nato pa se uveljavi energijsko učinkovita dvoslojna in troslojna zasteklitev. Novejši objekti, zgrajeni po letu 1990, so bolj toplotno izolirani, zato je smiselno objekt dodatno toplotno izolirati le, ko so posamezni elementi konstrukcijskih sklopov poškodovani ali je predvidena njihova zamenjava. Dodatno je smiselno izolirati le pogeveno streho nad ogrevanim podstrežjem (Rekonstrukcija starih objektov, 2010).

2.9.6 Starejše kmetijske hiše

Starejše kmetijske hiše so pomanjkljivo ali pa sploh niso izolirane in porabijo tudi preko 200 kWh/m² na leto za ogrevanje. Pravilnik o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah iz leta 2002 porabo omejuje na 60 do 80 kWh/m², sedanji strožji predpisi (PURES 2010) pa znižujejo dovoljeno porabo pri novogradnjah že za približno 30 % (45 do 50 kWh/m²).

V nalogi bomo tako opisali obnovo hišnega podstavka kmetijske hiše, sanacijo zunanje stene oz. fasade (slika 9), katero bomo opisali natančneje, prav tako pa bomo na kratko opisali sanacijo strehe pri kmetijski hiši.



Slika 9: Izgled kmetijske hiše, potrebne obnove (Obnova kmetijske hiše, 2008)

Če izvedbo sanacije lahko vzpostavimo zaletno stanje objekta, lahko pa ga celo izboljšamo, s čimer lahko sanirani objekt doseže tudi veliko vrednost od prvotnega (Dolingek, 2010).

2.10 TOPLOTNE IZGUBE

»Toplotne izgube zgradbe so odvisne od oblike zgradbe, kakovosti vgrajenega materiala in načina uporabe zgradbe. Toplota prehaja skozi obodne konstrukcije zgradbe zaradi temperaturne razlike med toplim zrakom v prostoru in hladnim zunanjim zrakom v smeri nižje temperature. Iz snovi na snov ali po snovi se prenaša s prevajanjem, konvekcijo, sevanjem in kombinacijo vseh treh oblik prenosa. Izgube toplote so največje na tistih mestih zgradbe, kjer so največje temperaturne razlike zraka na obeh straneh konstrukcije. Toplotne izgube zmanjšamo s povečanjem toplotne izolacije obodnih konstrukcij, med katere štejemo zunanje stene z okni in streho« (Grobovšek, 2008).

Okna in steklene stene so kljub uporabi sodobne zasteklitve (nizko emisijski nanosi, polnjenje z inertnimi plini, trojni zasteklitvi), elementi z največ toplotnimi izgubami. Pri izbiri okna stremimo za tem, da bi bile toplotne izgube skozi zastekljene površine čim manjše (Grobovšek, 2008).

Največji del prihrakov energijskih prihrankov je mogoče doseči z boljšo toplotno izolacijo ovoja stavbe, ker s temi ukrepi vplivamo na vzroke za preveliko rabo energije za ogrevanje. Manjši del prihrankov pri rabi energije za ogrevanje pa dosežemo z izboljšanjem ogrevalnega sistema. Energijski prihranki so odvisni od starosti stavbe, tehnologije gradnje, kakovosti izvedbe in vzdrževanja (Grobovšek, 2010a).

Tako so po besedah Grobovška (2010a) toplotne izgube starejših družinskih hiš grajenih pred letom 1980 in malo kasneje, sledele:

- skupne izgube ogrevalnega sistema znašajo 20 i 40 %,
- izgube skozi okna, vrata, prezračevanje skozi reže znašajo 28 i 31 %,
- izgube skozi zunanji ovoj znašajo 15 i 25 %,
- izgube skozi streho znašajo 11 i 16 %,
- izgube skozi tla na terenu znašajo 6 -7 %,

Kot je zapisal Grobovšek (2010a) na toplotne izgube zelo vpliva razmerje med zunanjo površino zgradbe in njeno prostornino. Tako lahko iz izračuna toplotnih izgub ugotovimo, da imajo hiše pri enaki prostornini in enaki toplotni izolativnosti obodnih konstrukcij, glede na obliko in razgibanost objekta, različne toplotne izgube. Zaradi prehoda toplote se toplotne izgube večajo sorazmerno z večanjem zunanje površine hiše. Da bi bile toplotne izgube čim manjše, pa je potrebno najbolj izolirati atrijsko hišo in najmanj vrstno hišo. Zaradi prezračevanja pa lahko toplotne izgube pri slabo toplotno izoliranih hišah predstavljajo okoli 1/3 vse potrebne toplotne energije.

V primeru dobro toplotno izoliranega ovoja zgradbe, lahko delež toplotnih izgub zaradi prezračevanja presega že polovico toplotnih potreb.

Grobovšek (2010a) nadaljuje, da so skupne toplotne izgube seštevek transmisijskih toplotnih izgub in ventilacijskih toplotnih izgub, a so transmisijske izgube le del izgub in s povečevanjem toplotne izolacije zmanjšujemo le del celotnih izgub. Da zmanjšamo izgube zaradi prezračevanja, je potrebno samo izrabiti toplotno energijo, ki jo vsebuje že segreti zrak v prostoru, ki ga moramo zaradi izrabljenosti odvajati. S pomočjo realizacije kontroliranega prezračevanja dovajamo v prostor sveži zrak, ki ga pred vstopom v bivalni prostor segrejemo s toploto izrabljenega zraka in ga nato segretega dovajamo nazaj v prostor. Če ohlajeni izrabljeni zrak pa odvajamo iz objekta. Pri rabi toplote za ogrevanje okoli 30 kWh/(m²a) že potrebujemo kontrolirano prezračevanje, saj drugače ne dosežemo predpisanih vrednosti.

Ukrepi, ki vplivajo na zmanjšanje toplotnih izgub, so:

- povečana toplotna zaščita,
- sodobni ogrevalni in prezračevalni sistemi,
- pasivno - solarno koriščenje sončne energije,
- koriščenje odpadne energije odtočnega zraka prezračevalnih naprav,
- pozitivno stališče do nizko energijskih hiš (Grobovšek, 2010).

2.11 VPLIV KONSTRUKCIJSKE ZASNOVE ZGRADBE NA TOPLOTNE IZGUBE

Zaradi temperaturne razlike med toplim zrakom v prostoru in hladnim zunanjim zrakom izgublamo toploto skozi obodne konstrukcije zgradbe. Večja kot je temperaturna razlika, tem večje so toplotne izgube, na katere pa zelo vpliva razmerje med zunanjo površino zgradbe in njeno prostornino. Na primer, da bi bile toplotne izgube čim manjše, je potrebno najbolj izolirati atrijsko hišo in najmanj vrstno hišo (Grobovšek, 2010a).

Najpogostejši priporočeni ukrepi na ovoju stavbe so:

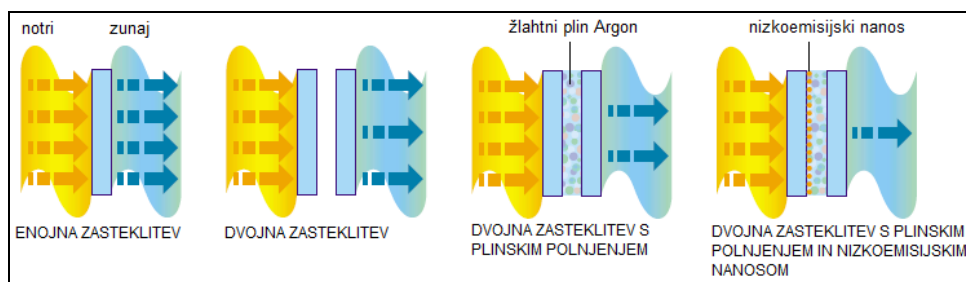
- tesnjenje oken,
- toplotna izolacija podstrešja,
- zamenjava zasteklitve,
- zamenjava oken,
- dodatna toplotna izolacija podstrešja,
- toplotna izolacija strehe (poševne ali ravne),
- toplotna izolacija tal na terenu in nadzorovano naravno prezračevanje stavb (Energetska učinkovitost pri obnovi ovoja stavbe, 2010).

2.12 ENERGETSKA OBNOVA OVOJA HIŠE

Če se odločimo za energetske obnove ovojne stavbe, moramo najprej poiskati kritična mesta, nato pa lahko na podlagi energetskega pregleda investitor oz. upravnik oblikuje načrt energetske obnove stavbe. Pri tem je praviloma najprej na vrsti izvajanje organizacijskih ukrepov, ki vplivajo na spremembo odnosa uporabnika do rabe energije v stavbi in niso povezani s posebnimi stroški. Nato sledijo ukrepi s kratko vračilno dobo, sem sodijo cenejši ukrepi, tisti, ki jih izvajamo že ob rednem vzdrževanju stavbe, in šele nato prehajamo k ukrepom z daljšo vračilno dobo oziroma k večjim investicijam. Pri tem pa je potrebno upoštevati načrt investicijskega vzdrževanja stavbe in z njim povezati energetske obnove stavbe. Najpogostejši priporočeni ukrepi na ovoju stavb pa (načrti zgoraj) niso poceni (Energetska učinkovitost pri obnovi ovojne stavbe, 2010).

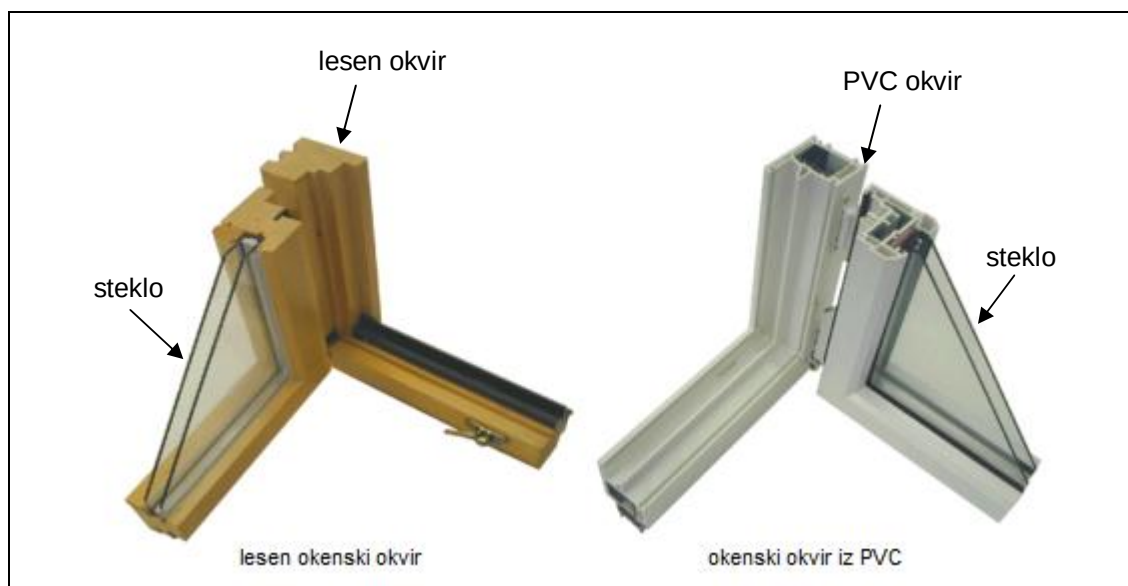
2.12.1 Zamenjava oken

V primeru obnove stare hiše se je smiselno odločiti za vgradnjo kakovostnih energetsko učinkovitih oken (slika 10), s toplotnoizolacijskimi okenskimi okvirji in energetsko učinkovito zasteklitvijo. Gre za dvojno ali celo trojno zasteklitev z nizkoemisivnim nanosom na notranji strani v medstekelnem prostoru in s plinskim polnjenjem, ki ima toplotno prehodnost $k = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$. V primeru takšne zasteklitve so toplotne izgube skoraj trikrat manjše kot pri navadni termopan zasteklitvi ($k = 2,9 \text{ W/m}^2\text{K}$). Menjava starih, dotrajanih oken z energetsko učinkovitimi ob dobri zrakotesnosti omogoča do 20 % prihranka pri potrebni energiji za ogrevanje. Dodatna nalogba v izboru učinkovite zasteklitve predstavlja 10 % do 15 % investicije v nova okna. Razlika v ceni se povrne v približno 3 letih, kar pomeni, da je odločitev za energetsko učinkovito zasteklitev s $k = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ ob zamenjavi praktično nujna in dolgoročno učinkovita. Lahko pa se odločimo tudi za tesnjenje oken, s čimer lahko pri starejših zgradbah privarčujemo od 10 % do 15 % potrebne energije za ogrevanje, ker je investicija nizka, se le-ta povrne v približno 2 letih. (Energetska učinkovitost pri obnovi ovojne stavbe, 2005).



Slika 10: Prikaz učinkovite zasteklitve v primeru oken z nizkoemisivnim nanosom in plinskim polnjenjem s $k = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Energetska učinkovitost pri obnovi ovojne stavbe, 2005)

»Toplotne izgube skozi ovoj zgradbe so odvisne od toplotne prehodnosti posameznega elementa, njegove površine in klimatskih pogojev, ki jih opišemo s temperaturnim primanjkljajem. Ta je za Ljubljano približno 3300 stopinjskih dni. Pri elementu, ki ima toplotno prehodnost $1 \text{ W/m}^2\text{K}$, so letne toplotne izgube skozi 1 m^2 površine približno 80 kWh (kar ustreza približno 8 l kurilnega olja brez upoštevanja izgub zaradi izkoristka ogrevalnega sistema). Tako lahko izračunamo, da pri navadnem oknu s $k = 3 \text{ W/m}^2\text{K}$ letno izgubljamo 240 kWh, pri oknu s $k = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ pa le 88 kWh. Prihranek zaradi vgradnje novih energijsko učinkovitih stekel na področju Ljubljane, Maribora in drugih celinskih krajev v Sloveniji je torej preko 15 l kurilnega olja, ob upoštevanju izkoristka sistema ogrevanja pa celo preko 20 l pri vsakem kvadratnem metru zasteklitve« (Energijsko učinkovita okna in zasteklitve, 2010).



Slika 11: Prerez okenskega okvirja (Praznik, 2001)

Značilnost trojne zasteklitve je nizka toplotna prehodnost, ki znaša za zasteklitev med 0,5 do $0,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, medtem ko znaša toplotna prehodnost dvojne zasteklitve (slika 11) običajno $1,1 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Zmanjšanje toplotnih izgub dosežemo z uporabo toplotno zaščitnih stekel (trojna zasteklitev, nizko emisivni nanos, plinsko polnjenje argon/kripton), s toplotno prehodnostjo zasteklitve $U_{st} 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$. Ostale lastnosti so:

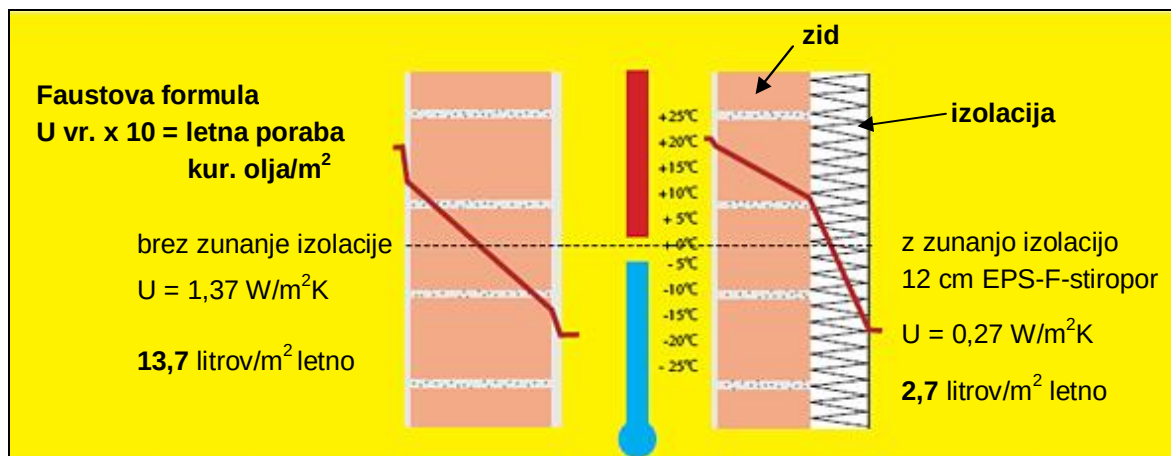
- prepustnost svetlobe (LT) $\geq 64 \%$,
- prepustnost energije (g) $\geq 50 \%$,
- indeks R_a (pogled skozi okno $\geq 97 \%$), (Grobovšek, 2008).

2.12.2 Toplotna izolacija zunanjih sten

Pri prenovi zgradbe je smiselno predvideti ustrezno dodatno toplotno zaščito, saj je takrat ekonomska upravičenost ukrepa največja. Res, da je toplotna izolacija zunanjih sten draga, a kadar se življenjska doba fasade že izteka, je obnova nujna, zato se strošek na račun energetske sanacije najmanj prepolovi in je tudi odplačilna doba ukrepa sorazmerno krajša. Tako lahko pri starejših toplotno neizoliranih stavbah prihranimo okoli 20 % prihranka pri energiji. Analize kažejo, da se dodatna naložba v energetsko obnovo zunanjih sten, ob obnovi stavbe, lahko povrne že v približno 10 letih. Posebna pozornost velja debelini izbrane toplotne zaščite, saj le-ta določa rabo energije v celotni življenjski dobi obnovljene fasade, vendar cena samega toplotnoizolacijskega materiala v celotni ceni vgrajene toplotno izolacijske obloge predstavlja komaj dobro desetino vse naložbe. Analize kažejo, da je pri dodatni toplotnoizolacijski oblogi zunanjih sten smiselno vgraditi vsaj 8 cm toplotne izolacije. Toplotno zaščito zunanjih sten lahko izboljšamo, v primeru sanacije stene v pogledu nosilnosti (injektiranje razpok, vgrajevanje protipotresnih vezi), ob sanaciji vlažnih zidov, zamenjavi ali sanaciji zunanjšega ometa, ob sanaciji fasadnih oblog, ob sanaciji starejše poškodovane toplotnoizolacijske obloge, ki je odstopila od podlage, ob sanaciji gradbeno-fizikalnih napak ali ob izboljšanju estetskega videza fasade. Pri tem se odločimo za zunanjo ali notranjo toplotno izolacijo, vendar je pri slednji več možnosti za gradbeno-fizikalne napake in poškodbe. Med cenejše sodijo sistemi z lepljenimi toplotnoizolacijskimi ploščami in zunanjim ometom; kakovostni in dražji so sistemi s prezračevano obzidano fasado. Prezračevane fasade z lahko oblogo so pri nas v starejši stanovanjski gradnji manj obilajne, leprav v gradbeno - fizikalnem smislu dobre (več o toplotni izolaciji zunanjih sten v nadaljevanju) (Energetska učinkovitost pri obnovi ovojne stavbe, 2005).

Če se odločimo za klasično zidan objekt, bomo za zunanji ovoj uporabili opečni zidak, najpogosteje debeline 29 cm. Večja debelina pomeni večjo statično stabilnost objekta in večjo toplotno akumulacijo v bivalnih prostorih. Ker tradicionalni opečni zidak nima dovolj velike toplotne izolativnosti, ga moramo obdati s primerno toplotno izolacijo. Da dosežemo U vrednost $0,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, moramo opečni votli zidak debeline 29 cm obdati s toplotno izolacijo debeline 12 cm.

Stenam, ki niso dovolj toplotno izolativne, je potrebno dodati toplotno izolacijo z nizko toplotno prevodnostjo ($\lambda = 0,035$ do $0,04 \text{ W/(mK)}$). Kot toplotno izolacijski material se največkrat uporabljajo plošče iz kamene ali steklene volne, penjenega polistirena ali drugih materialov. Priporočene debeline plošč, ki jih praviloma namečimo na zunanjo steno, znašajo med 10 in 12 cm, pri nizko energijski in pasivni hiši pa znatno več in sicer od 16 do 30 cm« (Grobovšek, 2008).



Slika 12: Toplotna prehodnost gradbene konstrukcije (Weber, 2010:13)

Na sliki 12 lahko vidimo, da »vrednost koeficienta toplotnega prehoda U ($\text{W/m}^2\text{K}$), pomnožena s 100, približno pove, kolikšna bo poraba kWh/letno, pomnožena z 10 pa, kolikšna poraba m^3 zemeljskega plina oziroma litrov kurilnega olja« (Weber, 2010).

2.12.3 Toplotna izolacija podstrežja

Pri rabi energije za ogrevanje nam toplotna izolacija podstrežja omogoča prihranke od 7 % do 12 %. Nepohodna izvedba toplotne izolacije stropa proti podstrežju se povrne v 3 do 4 letih, pohodne inalice pa so lahko precej dražje, vendar gre razlika v ceni na račun funkcionalnosti podstrežja in ne na račun energetske obnove stavbe. Samo ustreznost rešitve z notranjo toplotno izolacijo je potrebno vsakič gradbeno fizikalno preveriti. Paziti je potrebno pri stiku stropa z zunanjo steno, saj pri tem nastajajo toplotni mostovi, ki jih le težko rešimo z estetsko sprejemljivimi rešitvami. Na mestih toplotnih mostov lahko pride do površinske kondenzacije vodne pare, kar je idealno za razvoj plesni, samo bivanje v takih prostorih je neprijetno, sanacija poškodb pa draga (Energetska učinkovitost pri obnovi ovojne stavbe, 2010).

2.12.4 Toplotna izolacija poševne strehe

Pri toplotni izolaciji poševne strehe moramo vedeti, da toplotna izolacija ne bo zmanjševala le toplotnih izgub pozimi, temveč nas bo varovala pred pretirano vročino in pregrevanjem mansardnega bivalnega prostora poleti. Prav zato je pomembno, da je debelina toplotne izolacije v tem primeru velja kot pri izolaciji stropa proti podstrežju (npr. 20 cm). Predvideti je potrebno zaščito toplotne izolacije pred zamakanjem zaradi poškodb kritine, projektant pa mora tudi računsko preveriti difuzni tok vodne pare skozi konstrukcijo.

Prav tako je pomembno doseganje zrakotesnosti lahkih strešnih konstrukcij, saj slabi stiki in nenadzorovano izmenjevanje zraka lahko izniči vsa naša prizadevanja za zmanjšanje toplotnih izgub. Toplotno zaščito streh je primerno urediti v naslednjih primerih:

- kadar obnovljamo kritino,
- predelujemo podstrežje v mansardo,
- saniramo poškodbe hidroizolacije na ravni strehi,
- polagamo pohodni sloj (npr. estrih) na pločnici proti podstrežju ali kadar saniramo posledice gradbeno-fizikalnih napak (Energetska učinkovitost pri obnovi ovojne stavbe, 2005).

Toplotna izolacija strehe vpliva na celotno energijsko bilanco hiše, saj je delež strešne površine pri enodružinskih hišah od 20 do 30 odstotkov. Na poševnih strehah je možno toplotno izolacijo vgraditi na tri načine:

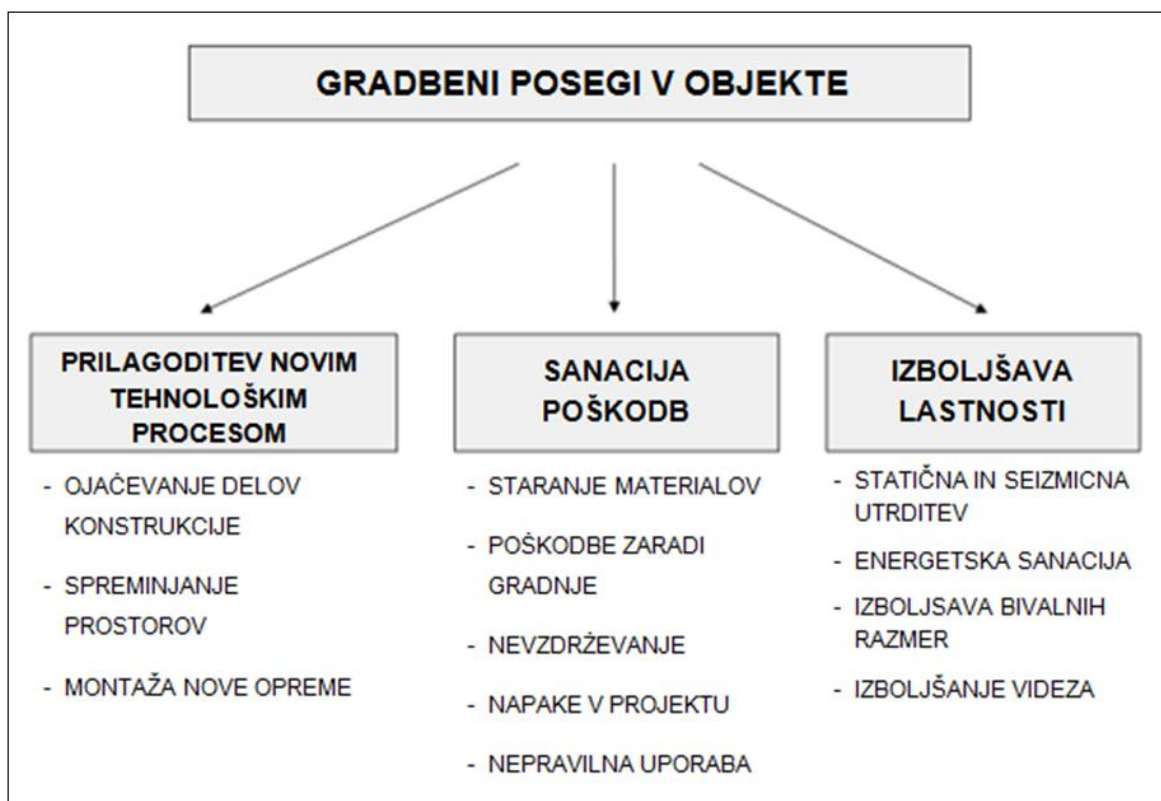
- med škarnike,
- na škarnike,
- pod škarnike (Grobovšek, 2008).

Sloji strehe, gledano od znotraj proti zunanosti, so:

- lesen opagal ali mavčno - kartonska pločnica,
- parna ovira (posebna folija, ki ovira prehajanje vodne pare v izolacijo, a ga ne preprečuje povsem),
- toplotna izolacija,
- sekundarna kritina (paroprepustna folija),
- prezračevani sloj,
- strešna kritina (Grobovšek, 2008).

2.13. ANALIZA STANJA OBJEKTA

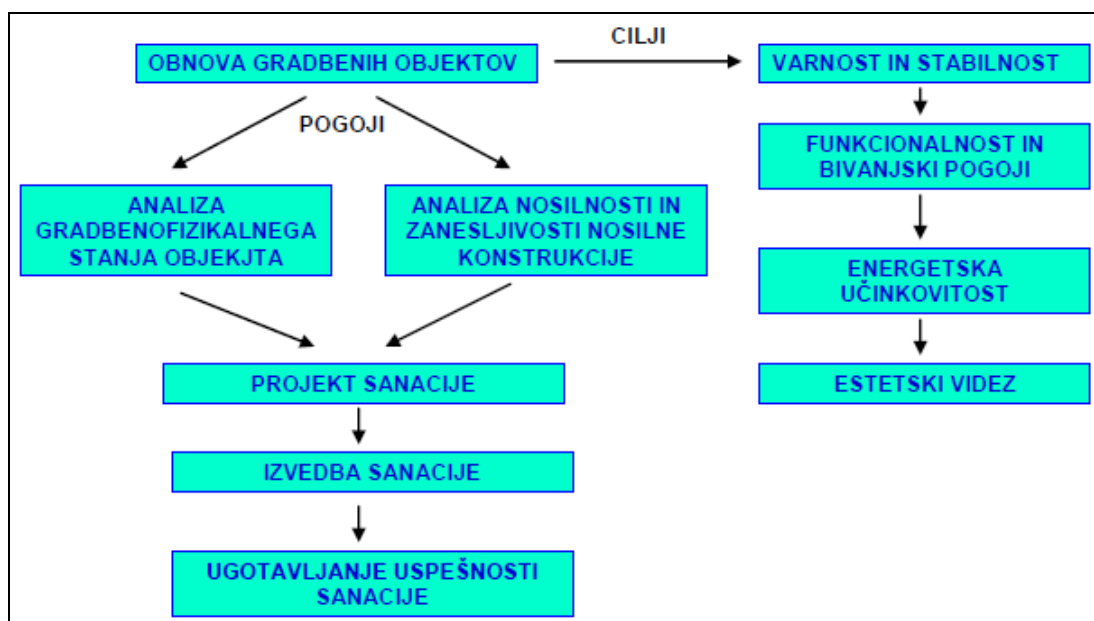
Pred začetkom same sanacije je potrebno analizirati stanje objekta, da ugotovimo, kakšne so njegove poškodbe. V primeru hudo poškodovane hiše je le-to bolje združiti. Slika 13 prikazuje vrste gradbenih posegov v objekte, med katere spada prilagoditev objekta novim tehnološkim procesom, sanacija poškodb in izboljšava lastnosti objekta.



Slika 13: Prikaz gradbenih posegov v objekte (Dolingek, 2010: 2)

2.14 PRISTOP K SANACIJI HIŠE

Kadar je hiša oz. objekt poškodovan, je potrebno ugotoviti vzroke za nastanek poškodb in jih odpraviti, oz. zmanjšati na minimalno mejo. Pri sanaciji je zelo pomembno, da s sanacijo ene lastnosti objekta ne pokvarimo druge lastnosti objekta, ter da sanacijo opravljamo po določenem logičnem vrstnem redu, ki je prikazan na sliki 14.



Slika 14: Faze v procesu sanacije (Dolingek, 2010: 3)

Obnova stavbe obsega:

- izboljšanje varnosti in stabilnosti,
- izboljšanje funkcionalnosti bivanjskega okolja,
- povečanje energetske učinkovitosti,
- izboljšanje estetskega videza objekta (Dolingek, 2010).

Pogoj za celovit pristop k obnovi je dobro poznavanje objekta in vzrokov, ki so pripeljali do obstoječega stanja. Po analizi je potrebno natančno načrtovanje in priprava več variant obnovitvenih postopkov (glede na možnost izvedbe, trajnosti rešitve, cene). Podatki, ki jih pridobimo pred izvedbo obnove:

- informacije o okolici objekta in okoliški vplivni dejavniki,
- pregled tehnične in projektne dokumentacije,
- vizualni pregled objekta,
- sestavni materiali zidov in temeljev,
- sestava in vrsta zaključnih slojev,
- analiza gradbeno fizikalnega stanja,
- analiza konstrukcije,
- ugotovitev vzrokov poškodb in vrste poškodb,
- strokovna ocena in laboratorijske preiskave,
- prihodnja namebnost objekta,
- analiza vlažnosti gradbenih materialov,
- vsebnost vlage,

- stopnja vlažnosti,
- higroskopilnost materialov,
- absorptivnost in poroznost,
- analiza prisotnosti soli in njihova vrsta,
- prihodnja namebnost objekta.

Z večjo investicijo se objektu ne le zvižgata tržna in uporabna vrednost, ampak se bistveno poveča tudi samo udobje in izboljšajo bivalni pogoji stanovalcev. Preverjanje potresne varnosti in statične stabilnosti večstanovanjskih stavb je nujno za vse stavbe, ki so bile v Sloveniji grajene že pred sprejemom prvih predpisov s področja potresne varnosti. Pri obnovah stavb s posebnimi elementi spomeniškega varovanja (pročelja ipd.), preverjamo tudi možnosti izvajanja manj standardnih ukrepov, npr. izvedba toplotne izolacije na notranji, topli strani ovoj stavb, itd. (Rekonstrukcija starih objektov, 2010).

Kljub višjim stroškom investicije za sanacijo stare kmečke hiše, se veliko ljudi odloči za tako investicijo, saj s tem podaljšajo življenjsko dobo saniranemu objektu, obratovalni stroški so bistveno nižji, višji je bivalni standard in bistveno višja je vrednost samega objekta.

2.15 SANACIJA HIŠNEGA PODSTAVKA

Temelji stare hiše so lahko poškodovani zaradi premikanja stavbe, prekoračitve nosilnosti tal, poškodb zaradi konstrukcijskih napak, najpogosteje pa zaradi meteorne vode in vlage. Najpogosteje se pri starih zidanih zgradbah temeljni zid zainjektira s hidrofobno cementno maso. Za boljšo nosilnost zgradbe je pri hiši z zelo dotrajanimi temelji potrebno izvesti stabilizacijo in hidroizolacijo temeljev. »Ta ojačitev je nujna, ker so kamniti zidovi v višini terena zaradi dolgotrajnega vlaženja (soli, zmrzovanja) obilajno precej poškodovani. Kadar želimo sanirati kletne prostore in možnosti za vgradnjo drenaže, izvedemo sanacijo po tako imenovanem »kesonskem« postopku. Pri tem postopku notranje površine obdelamo s hidroizolacijskim materialom in preprečimo s tem vlago vstop v notranjost. Na domačem trgu so že prisotni tudi postopki za sanacijo vlage, na primer elektro- in osmoza« (Grobovšek, 2010b).

Zid stabiliziramo s podjemanjem, ki se izvaja na enem metru dolžine zidu na vsakem drugem metru dolžine (meter po meter). Zidove spodkopavamo enostransko ali pa obojestransko, odvisno od debeline zidov. Ko beton doseže željeno trdnost, so ustvarjeni pogoji za izvedbo hidroizolacije. Prazen prostor nad hidroizolacijo zapolnimo z zidanjem ali betoniranjem. Zidove kamnitih in mešanih kamnitih hiš je potrebno injektirati, saj imajo

okoli 20 % praznin, lahko pa jih utrdimo tudi s pomočjo prezidavanja, prefugiranja in z armiranimi ometi (Deu, 2004).

Z injektiranjem zaledimo pri temelju hiše, v katerega zavrtamo od 60 do 80 cm globoke pogevnne vrtime, po katerih se preko kovinskih cevk v zid uvaja injekcijska masa pod pritiskom 4 barov (slika 15). Gostota injekcijske mase je odvisna od debeline zidov in velikosti ter kvalitete kamnitih elementov (Deu, 2004).

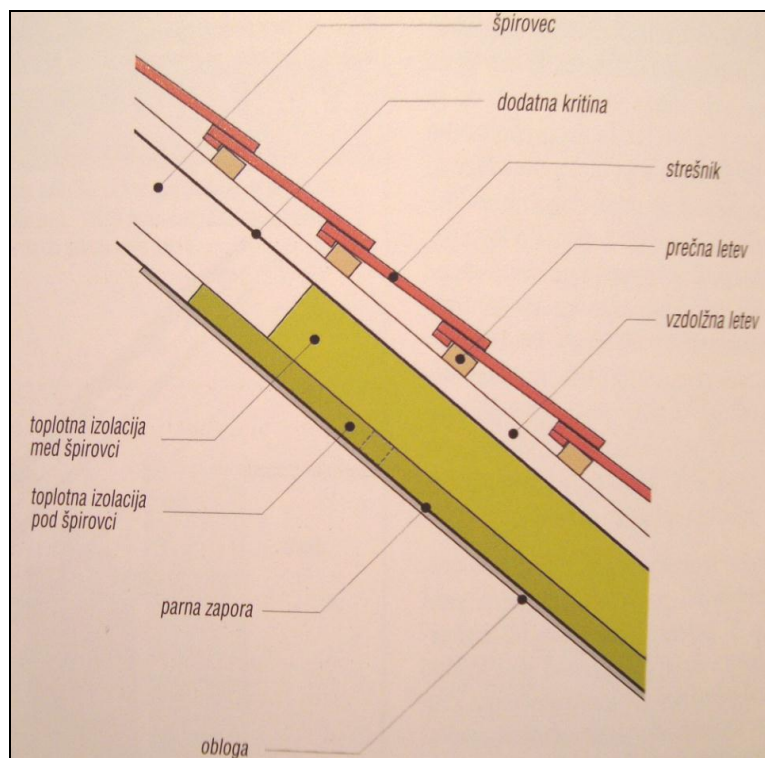


Slika 15: Stabilizacija starih temeljev z injektiranjem pod pritiskom
(Sanacija posedanja objektov, 2010)

2.16 OBNOVITEV STREHE

Zaradi dotrajanosti strehe z opeko kritino pri stari kmetijski hiši je le-to potrebno v celoti zamenjati, prav tako tudi vse lesene dele (špirovci). Obnova strehe poteka tako, da se najprej ostrežje odkrije in odstrani lesene elemente. Unižene dele konstrukcije strehe v celoti zamenjamo z novimi, poškodovane pa obnovimo. Ko leseno konstrukcijo zamenjamo in obnovimo (impregniramo z zaščitnimi sredstvi), jo zopet prekrijemo s kritino. Pomembno je, da streho dobro toplotno izoliramo, ta izolacija pa mora biti položena natančno in strokovno (Deu, 2004).

Slika 16 prikazuje prerez strehe z opeko kritino in enojnim prezračevalnim. Nad stropno oblogo je nameščena parna zapora, sledi ji toplotna izolacija pod in med špirovci. Nad dodatno kritino se namesti vzdolžna letev, sledijo prečne letve in strešniki.



Slika 16: Prerez strehe z opeko kritina in enojnim prezračevalnim slojem
(Deu, 2004: 244)

2.17 OBNOVA ZUNANJE STENE

Stene hiš, zgrajene iz opeke, so povezane z malto. Opeke so lahko povezane smerno, prečno, kladno, križno. Omet stene kmečke hiše pa je izdelan iz apnene malte.

Obnova zidu, poškodovanega z vlago, poteka po naslednjih točkah:

- odstraniti vir vlage,
- ožistiti in osušiti zid,
- izdelati zaščitno konstrukcijo pred ponovnim navlaženjem,
- vgraditi primerno povrginsko zaščitno (Weber, 2010).

Obnova zunanje stene se prične s tem, da s sten odstranimo stari omet in osušimo vlažne stene. Malto iz fug med opečnimi zidaki moramo izpraskati do globine 2 cm in z žilno krtačo do istega odstranimo vse ostanke malte. Zid injektiramo (slika 17; postopek je opisan pri injekciji temeljev hiše), nato pa se zid omele ali pa se pokrpa stari omet (Bergant in Dolinšek, 2010).



Slika 17: Injektiranje zidu (Bergant in Dolinšek, 2010: 9).

Pomembno je, da ima očiščen zid grobo površino, kjer je nima, moramo zid natoliti. Poškodovane opeke zazidamo s koščki opeke.



Slika 18: Iščenje reže med opečnimi zidaki (Roefix gradbeni sistemi, 2010: 187)

Na suh in očiščen zid naneseemo osnovni obrizg (slika 18), ki ga naneseemo na navlaženo podlago. Nato sledi sanacijski omet, ki ga naneseemo na navlažen osnovni obrizg po 2 ali 3 dneh. Če želimo večjo debelino sanacijskega ometa, se le-ta nanese večkrat. Če želimo imeti bolj gladko površino, naneseemo po 2-4 dneh še fini omet.

Za izolacijo zunanjih zidov lahko uporabimo različne materiale:

- mineralno volno: kamena in steklena volna,
- ekspandirani polistiren,
- ekstrudirani polistiren,
- poliuretanske pene,
- celulozne kosmiče,
- pluto,

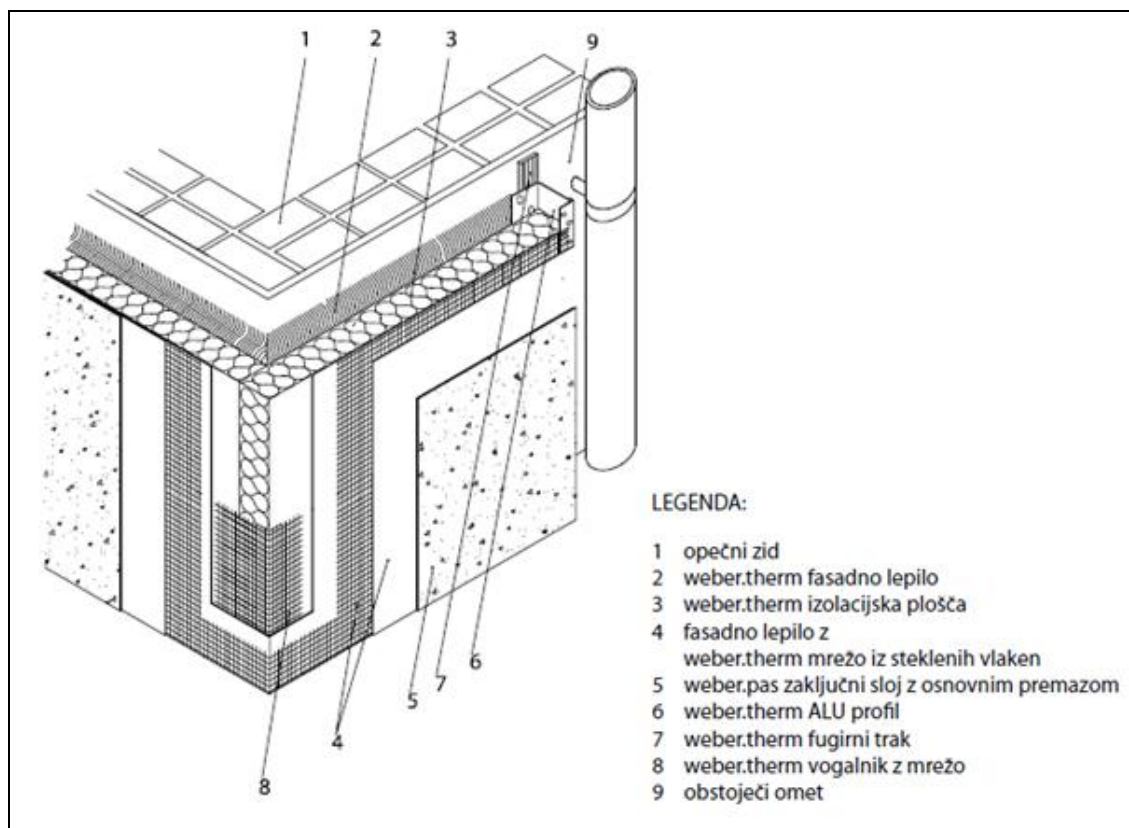
- ovčjo volno,
- trstiko,
- lesna vlakna,
- ekspandirano glino,
- penjeno steklo, itn.

Ekoloških gradiv je na slovenskem trgu vse več, predvsem uporabljajo naravne toplotne izolacije iz lesenih vlaken in celuloznih kosmičev. Manjša je uporaba toplotne izolacije iz plute, kokosovih vlaken, konoplje in slame. Cena teh materialov je v primerjavi s klasičnimi toplotnimi izolacijami višja, vendar je pričakovati, da se bo z razširitvijo proizvodnje in odpiranjem evropskega trga vse bolj zniževala. Organski toplotni izolacijski materiali, ki bi jih lahko uporabili pri sanaciji hiše iz kmetijstva, so slama, toplotnoizolacijski materiali iz lesenih vlaken, bombaž, ovčja volna, konoplja, pluta, celulozni kosmiči in papirna toplotna izolacija (Grobovšek, 2007).

2.17.1 Fasadni sistem

Fasadni sistem je izraz, ki predstavlja skupino vseh potrebnih komponent enega proizvajalca, za točno določeno vrsto toplotne izolacije.

V Sloveniji je več podjetij, ki nudijo izdelke za toplotno izolacijo zunanjih sten (Jub, Weber, Baumit, Novolit *et al.*). V nadaljevanju naloge bomo predstavili enega izmed fasadnih sistemov, ki ga za sanacijo od vlage poškodovanih zidov priporoča podjetje Weber.



Slika 19: Toplotno izolirani zunanji robovi in povezava na neizolirane ometane površine (Weber, 2010: 107)

»Fasadni sistem weber.therm freestyle (terranova sistem) ima zaradi vsebnosti apna povečano naravno odpornost proti algam in plesnim. Ekonomična izolacija na osnovi fasadnega stiroporja v kombinaciji z zaključnim mineralnim ometom na apneni in cementni osnovi, nudi individualen izgled. Fasadni sistem združuje pomembne lastnosti, kot so dolga življenska doba in odpornost ob optimalnih fizikalnih lastnostih, kot je paroprepustnost. Fasadni sistem uporabljamo za izboljšanje toplotno izolacijskih vrednosti pri novogradnjah, sanacijah starih objektov, gradnjah iz modularnih blokov, zidov, ki so zidani iz različnih materialov, oplakane betona in starih fasad« (Weber, 2010).

Vse komponente (slika 19), ki jih vsebuje **weber.therm freestyle (sistem terranova) fasadni sistem** so, kar se tiče fizikalnih lastnosti in paroprepustnosti, medsebojno usklajene. To onemogoča nastajanje prevelikih napetosti znotraj sistema, ki so posledica toplotnih obremenitev, hkrati pa zagotavlja, da se rosišče ne premakne v kritične cone sistema. Sistem je odporen na izpušne pline, pranje, zmrzal, je težko vnetljiv in enakomerno visoko paroprepusten (Weber, 2010).

»Weber.therm freestyle lepilo zmešamo v posodi s isto vodo in jo pustimo mirovati 10 do 20 minut, nato ga enkrat premešamo in zalijemo z nanašanjem. Lepilo lahko nanašamo strojno, s samim lepljenjem izolacijskih plošč pa prilijemo pri osnovni letvi. Lepimo jih toliko na sredini in pasovno ob robu. Izolacijske plošče polagamo brez fug z zamikom vrst. Pri tem pazimo, da lepilo ne zaide v fuge. Izolacijske plošče dodatno pritrdimo s sidri. Armirni sloj izdelamo v skupni debelini 3 do 5 mm tako, da armirno mrežico vtisnemo v sveže lepilo. Takoj nanesemo drugi, zaključni sloj lepila. Če bomo za zaključni sloj uporabili weber.therm freestyle praskani omet ali weber.therm freestyle reliefni omet, zaključni sloj lepila vodoravno nabrazdamo z zobato gladilko. Armirna mrežica ne sme biti vidna. Diagonalno armiranje je potrebno na vseh vogalih fasadnih odprtih. Armirno mrežico preklapljamo za vsaj 10 cm. To velja tudi pri uporabi vogalnih profilov. Pri robovih in vogalih je potrebno potegniti armirno mrežico vsaj 20 cm preko vogala ali roba. Po končanem sušenju armirnega sloja nanesemo zaključni sloj weber.min freestyle praskani omet zmešamo s isto vodo (cca. 9 litrov vode na 40 kg vrele) v mešalnem stroju. Istočasno mešamo vsebino vseh vrelo oziroma vsebino vseh mešalnih strojev v primerno veliki posodi. Omet nanesemo z zidarsko glico, poravnamo z ustrezno letvijo, vtisnemo in zagladimo z nerjavno gladilko. Nanos materiala naj bo tolikšen, da bo po končanem praskanju debelina zaključnega sloja cca. 8 do 10 mm. Las priletka praskanja je različen in odvisen od vremenskih razmer. Določimo ga s poskusom in na orodju za praskanje ne sme biti ostankov svežega ometa. Omet praskamo z rahlim pritiskom orodja v enakomernih in istosmernih gibih, pri čemer pazimo, da opraskamo celotno površino. Neopraskana in naknadno praskana mesta so vidna kot svetlejše lise. Po končanem praskanju površino oporegemo z jeklenim rezilom in ometemo z metlico« (Weber, 2010).

Fasadne izolacijske plošče iz stiropora imajo naslednje lastnosti:

- faktor toplotne prevodnosti: $\lambda = 0,040$,
- koeficient paroprepustnosti: $\mu = 50$ do 60 .

Variante sistema:

- fasadne izolacijske plošče iz mineralne volne,
- tankoslojni zaključni ometi:
 - weber.therm freestyle zaribani omet,
 - weber.therm freestyle reliefni omet.

Sestava sistema:

- weber.therm freestyle lepilo: v prahu, za lepljenje fasadnih izolacijskih ploč in izdelavo armirnega sloja, z mrežico iz steklenih vlaken. Debelina armirnega sloja: 3-5 mm,
- fasadna izolacijska ploča iz stiropora v skladu z ONORM B6050, EN 13163, tip EPS-F,
- weber.therm armirna mrežica iz steklenih vlaken: alkalno obstojna in odporna na zdrs. Natezna trdnost 1500 N/5 cm,
- zaključni sloj: weber.therm freestyle praskani omet na apneno in cementni osnovi v debelini 3mm.

2.18 REZULTATI

V nadaljevanju bomo predstavili primer hiše in prihranek energije z obnovo le-te. Celotno poglavje je povzeto po Grobovčku (2010a).

Za izračun izberimo tipično toplotno neizolirano hišo, grajeno v sedemdesetih letih, ki ima pritličje in eno nadstropje. Uporabna površina je 150 m², ogrevana prostornina 450 m³. Zunanji ovoj je ometan z izolacijskim ometom, strop proti neogrevanemu podstrežju je delno izoliran, vgrajena so klasična vezna okna. Energijsko število ogrevanja znaša 200 KWh/m²a.

Poglejmo, kakšni ukrepi so potrebni na ovoju hiše in na sistemu ogrevanja ter prezračevanja, da bi dosegli:

- porabo goriva 7 l/m² neto stanovanjske površine oziroma potrebno letno toploto za ogrevanje 70 KWh/m²a.

Obravnavana hiša - sestava konstrukcije

Sestava gradbene konstrukcije in ostali podatki za predvideno letno rabo toplote 70 KWh/m²a za ogrevanje so:

- enostanovanjska hiša s 150 m² uporabne površine,
- zunanja stena 8 do 10 cm toplotne izolacije iz mineralne volne ($\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$),
- strop proti nepohodnemu podstrežju 20 cm toplotne izolacije iz mineralne volne,
- poševna streha 20 cm toplotne izolacije iz mineralne volne,
- tla 6 cm izolacije iz mineralne volne,
- okna, nespojena trislojno lepljena z nizkoemisijским nanosom $U_{st} = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$,
- ogrevalni sistem z ekstra lahkim kurilnim oljem (ELKO),
- letni ogrevalni izkoristek $\eta_{og} = 0,75$,
- temperaturni primanjkljaj (3300 K/dan, klimatski pogoji za Ptuj),

- 0,5 - kratna izmenjava zraka,
- notranji viri 5 W/m^2 .

Če želimo še dodatno zmanjšati toplotne izgube, je potrebno izvesti prisilno prezračevanje in vgraditi prenosnik toplote za vračanje toplote odtojnega zraka. Ogrevalni sistem deluje na ekstra lahko kurilno olje (ELKO) (Grobovšek, 2010a). Letni ogrevalni izkoristek je pri obravnavani hiši ocenjen na 75 %. Izračun naredimo v skladu z metodo, ki je opisana v standardu SIST EN 832 in računalniškim programom Gradbena fizika URSA 3 (Pfleiderer Novoterm, d.o.o., 2002).

V izračunih so upoštevani naslednji podatki:

- klimatski podatki za Ptuj - temperaturni primanjkljaj ($DD = 3300 \text{ K/dan}$),
- 0,5 - kratna izmenjava zraka ($h-1$),
- toplotni mostovi,
- notranji viri 5 W/m^2 (glede na pravilnik),
- poraba goriva za pripravo tople sanitarne vode ni upoštevana

Izračun je narejen za stopnjo prezračevanja 0,5 in 0,7 kratno izmenjavo zraka ($h-1$) ter za količino notranjih virov 0 in 5 W/m^2 (Preglednica 4).

Preglednica 4: Letna potrebna toplota za ogrevanje (Grobovšek, 2010a)

Izolirana hiša		
Urna izmenjava zraka ($h-1$)	Notranji toplotni viri (W/m^2)	Letna potreba po toploti ($\text{kWh/m}^2\text{a}$)
0,7	0	99
0,5	0	86
0,7	5	79
0,5	5	66

Letna raba energije za ogrevanje v kWh/m^2 (brez porabe goriva za pripravo tople sanitarne vode), preračunano v porabo ekstra lahkega kurilnega olja, znaša:

neizolirana hiša ima porabo 20 l/m^2 uporabne stanovanjske površine,

- izolirana hiša ima porabo 3 l/m^2 uporabne stanovanjske površine pri stopnji prezračevanja 0,5 $h-1$ in notranjih virih 5 W/m^2 ,
- izolirana hiša ima porabo $6,6 \text{ l/m}^2$ uporabne stanovanjske površine pri stopnji prezračevanja 0,5 $h-1$ in notranjih virih 5 W/m^2 .

Zgornji izračun letne potrebne toplote za ogrevanje pokaže, da je raba energije v stavbi v največji meri odvisna od zadostne toplotne izolacije, ki je vgrajena v ovoj stavbe. Tudi vsi ostali dejavniki lahko močno vplivajo na rabo, predvsem stopnja prezračevanja in vpliv notranjih virov. Kako velik je vpliv prezračevanja in notranjih virov, je v največji meri odvisno od uporabnikov stavbe. Izračun pokaže, da lahko z naravnim in pravilnim prezračevanjem zmanjšamo rabo energije tudi do 25 %.

Posodobitev ogrevalne naprave ne prinaša le gospodarske koristi, temveč se proporcionalno z zmanjšanjem porabe goriva zmanjšajo tudi emisije škodljivih snovi v okolje (CO_2 , SO_2 , NO_x , CO). Izračun letnega izkoristka pri obstoječem in novem sodobnem kotlu je pokazal, da samo izboljšana toplotna izolacija ne prinaša želenih prihrankov energije, le zadržimo v ogrevalnem sistemu zastarelo ogrevalno napravo.

Stroškovna analiza za obravnavano hišo zajema stroške dodatne izolacije strehe, toplotno izolacijo fasade, okna in izolacija stropa proti podstrežju. V analizo niso zajeti stroški dela, ki je del sanacije.

Preglednica 5 prikaže, da bi za obnovo obravnavane stare hiše za material morali odšteti okoli 11.564,03 €. Največji strošek obnove stare hiše je obnova fasade, sledi pa ji izolacija stropa proti podstrežju. Najmanjši strošek predstavlja zamenjava starih oken z lesenimi smrekovimi okni.

Preglednica 5: Ocena vrednosti energijske sanacije variante 1 (PURES, 2010)

Opis postavke	Količina (m ²)	Cena (ú)/m ²	Cena skupaj (ú)
Dodatna izolacija strehe Toplotna izolacija iz mineralne volne 8 cm, vstavljena med podkonstrukcijo	130	12	1560
Fasada lepilo	107	5,28	564,96
armirna mreža		0,95	101,65
plošča iz kamene volne (10 cm)	160	23,47	3755,2
zaribani omet 2mm		2,16	231,12
Okna Les in smreka, troslojno lepljen, profil 68 mm. Steklo 4-16-4 mm, nizek emisijski nanos, $U_g=1.10$ W/m ² K	4 kos (160/80) 1 kos (80/60)	222 120	888 120
Izolacija tal Toplotna izolacija tal iz mineralne volne 5 cm	75	8	600
PE folija	90	0,64	57,6
Armirano cementi estrih 4 cm	75	7,54	565,5
Izolacija stropa proti podstrežju iz mineralne volne 20 cm	120	26	3120
SKUPAJ			11564,03

Letna poraba energije za ogrevanje v stari kmečki hiši je pred prenovo značala okoli 200 kWh/m², po prenovi pa bi se znižala na 70 kWh/m². Neizolirana hiša ima porabo približno 20 l/m² uporabne stanovanjske površine, kar v našem primeru znaša 3000 l, izolirana hiša pa ima porabo 6,6 l/m² uporabne stanovanjske površine, kar pri uporabni površini naše hiše znesse 990 l kurilnega olja.

V primeru obnove stare hiše znaša cena materiala za sanacijo približno 11.564,03 ú. V to vsoto ni zajeta cena izvajanja posameznih del. Glede na zmanjšano porabo kurilnega olja za ogrevanje bi se stroški materiala za sanacijo hiše povrnili prej kot v 10-ih letih.

Prikazan primer kaže, da se obnova stare hiše absolutno izplača, saj je poraba energije pri ogrevanju nižja za skoraj 70 %.

3 SKLEPI

Z ustrezno izolacijo hiše je mogoče precej zmanjšati količino energije, potrebne za ogrevanje. Največji prihranek (cca. 75 %), pridobimo z izboljšanjem izolacije obodne konstrukcije. Kot je zapisal Grobovšek (2010a), so prihranki energije (orientacijske vrednosti) pri različnih gradbenih in sanacijskih posegih približno:

- 20 cm izolacija strehe pomeni približno 11 % prihranka,
- zamenjava oken z vgrajenimi energijsko varljivimi stekli pomeni približno 20 % prihranka,
- 12 cm izolacija zunanje ovoje pomeni približno 20 do 25 % prihranka,
- 6 cm izolacija stropa kleti pomeni približno 6 % prihranka.

Obnova kmečke hiše predstavlja velik strošek, vendar so prihranki pri porabi energije ogromni, zato se v veliki primerov investicija povrne prej kot v desetih letih, hkrati pa ohranjamo kulturno dediščino.

4 POVZETEK

Za sodobno bivanje, so potrebe po energiji precej večje kot so bile pred leti. Zaradi vedno večje porabe in visokih cen energentov, smo na varnost objekta pozorni tudi pri obnovah. V nalogi smo prikazali, kakšen vrstni red izvedbenih del je najbolj primeren in kako odpravimo pomanjkljivosti starih gradenj. Največje izgube na objektih so povezane s prehajanjem toplote skozi obodne stene, streho in okna. Ugotovili smo, da se kljub visokim stroškom obnove, investicija hitro povrne. Zato pridobivajo na veljavi vsi ukrepi, za zmanjšanje toplotnih izgub. Poleg pravilnega izbora izolacijskih materialov, je pomembna tudi sama priprava na obnovo in pravilen postopek vgradnje. Za lažje vlaganje sredstev v obnovo starih nepremičnin in kvalitetno gradnjo novih, so na voljo tudi nepovratna sredstva in krediti, Ekološkega sklada Republike Slovenije. S temi ukrepi, država vspodbuja investicije v starejše objekte in napredne rešitve. Poleg termoizolacije je odločilnega pomena tudi odpravljanje posledic vlage in stabilizacija temeljev. Ta dva ukrepa sta predpogoj za kvalitetno izvedbo zaključnih del pri obnovi.

S tem se podaljša življenjsko dobo objekta, ohrani izgled, izboljšajo bivalni pogoji in zniža poraba energije.

5 VIRI

- Achtziger J. 1990. Verfahren zur Beurteilung des Wärmeschutzes und der Wärmebrücken von mehrschaligen Außenwänden und Maßnahmen zur Verminderung der Transmissionswärmeverluste von Fassaden. Berlin, Technische Universität: 143 str.
- Bač A. 2004. Slovenski etnološki leksikon. Ljubljana, Mladinska knjiga: 730 str.
- Bergant M., Dolinšek, B. Utrjevanje kamnitih in opečih kamnitih zidov z injektiranjem. Ljubljana, ZRMK.
<http://www.gi-zrmk.si/images/TC/9%20%C4%8Dlanek.pdf> (3. okt. 2010)
- Conran T. 1994. The essential house book: getting back to basics. New York, Crown: 272 str.
- Deu Č. 2004. Obnova stanovanjskih stavb na slovenskem podeželju. Ljubljana, Kmečki glas: 280 str.
- Dolinšek B. Analiza stanja objekta in zasnova gradbene prenove. Ljubljana, ZRMK.
<http://www.gi-zrmk.si/images/TC/1%20%C4%8Dlanek.pdf> (5. okt. 2010)
- Eko sklad. 2010. Slovenski okoljski javni sklad.
<http://www.ekosklad.si/html/aktualno/main.html> (10. okt. 2010)
- Energetska učinkovitost pri obnovi ovojne stavbe. 2010. Ljubljana, Agencija za učinkovito rabo energije.
http://www.aure.gov.si/eknjiznica/IL_2-05.PDF (3. okt. 2010)
- Energijsko učinkovita okna in zasteklitve. 2010. Ljubljana, Agencija za učinkovito rabo energije.
http://www.aure.gov.si/eknjiznica/IL_2-10.PDF (3. okt. 2010)
- Grobšek 2007. Naravni gradbeni materiali. En svet. Energetsko svetovanje.
<http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/Grobsek/PT309.htm> (6. nov. 2010)
- Grobšek B. 2008. Zahteve po toplotni zahtevi stavb glede na Novi pravilnik. Evip.
http://www.evip.si/index.php?option=com_content&task=view&id=82&Itemid=159. S (10. okt. 2010)
- Grobšek B. 2010a. Zmanjšanje rabe energije in s tem varčevanje pri ogrevanju v obstoječih stavbah. Energetika.net. <http://www.energijadoma.si/znanje/strokovnjak-svetuje/zmanjsanje-rabe-energije-in-s-tem-varcevanje-pri-ogrevanju-v-obs> (9. okt. 2010)

- Grobovšek B. 2010b. Načrti sanacije vlažnih zidov. Ljubljana, ZRMK. <http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/Grobovsek/PT289.htm> (8. okt. 2010)
- Kovič S., Praznik M. 2007. Sanacija večstanovanjskih stavb v pasivnem in nizkoenergijskem standardu. Ljubljana, ZRMK. <http://www.gi-zrmk.si/Knjiznica/SANACIJA%20VE%C4%8CSTANOVANJSKIH%20STAVB.pdf> (11. okt. 2010)
- Kurt, J. 1999. Landhäuser sanieren, umbauen, einrichten: das Buch der schönsten Fachwerkhäuser, Bauernhäuser, Villen. Taunusstein, Blottner Fachverlag cop.: 126 str.
- MOP Učinkovita raba energije. 2010. Tehnična smernica TSG št. 1 št. 004: 2010. http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/zakonodaja/prostor/graditev/TSG-01-004_2010.pdf (11. okt. 2010)
- Obnova kmečke hiše. 2008. E-revija. <http://www.erevija.com/clanek/178/Obnova-kmecke-hise> (22. nov. 2010)
- Osnove toplotne zaščite zgradb. 2010. Ljubljana, Agencija za učinkovito rabo energije. http://www.aure.gov.si/eknjiznica/IL_2-01.PDF (3. okt. 2010)
- Popovič M. Rekonstrukcije zidanih stavb in vpliv utrditvenih ukrepov na njihovo trajnost. Ljubljana, Gradbeni inštitut ZRMK. <http://www.gi-zrmk.si/images/TC/7%20%C4%8Dclanek.pdf> (16. okt. 2010)
- Pogačnik P. 2000. Stara hiša nov dom : obnova in prenova arhitekturne dediščine na podeželju. Slovenj Gradec, Kmetijska založba: 102 str.
- Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah. 2010. Ur. l. RS, 52-2856/10. <http://www.uradni-list.si/1/content?id=98727&part=&highlight=Pravilnik+o+u%C4%8Dinkoviti+rabi+energije+v+stavbah> (5. okt. 2010)
- Pravilno zračenje in prezračenje. 2010. Ljubljana; Agencija za učinkovito rabo energije. http://www.aure.gov.si/eknjiznica/IL_1-11.PDF (3. okt. 2010)
- Praznik M. 2001. Izbor ustrezne toplotne zaščite za stanovanjske objekte. Ljubljana, ZRMK. <http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/Praznik/PT70.htm> (15. okt. 2010)
- PURES (Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah) Ur.l.RS, 93-3939/08
- PURES (Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah) Ur. l. RS, 93-2856/10.

Roefix gradbeni sistemi.

<http://www.roefix.com/> (11. okt. 2010)

Sanacija posedanja objektov. Hidrosanir d.o.o.

<http://www.gmsmedved.com/sanacija-posednaja-objektov.html> (15. okt. 2010)

Smotrna raba energije 2010. Ljubljana, Agencija za učinkovito rabo energije: 4/10

Čijanec Zavrl M. 2010. Novi izzivi napodročju nizkoenergijske gradnje. Ljubljana, Gradbeni inštitut ZRMK.

http://www.ditles.si/Files/DOM_10/6_Novi%20izzivi_Marjana%20Sijanec.pdf
(15. nov. 2010)

Čijanec Zavrl M. 2009. Energijske in okoljske prednosti lesenih hiš. Ljubljana, Gradbeni inštitut ZRMK. <http://www.sloles.com/MOS09-Sijanec.pdf> (13. nov. 2010)

Čirec R. 2009. Z ekološko gradnjo do pasivne hiše in privarčevane energije. Diplomsko delo. Maribor, Fakulteta za logistiko: 60 str.

Toplotni mostovi. 2010. Ljubljana, Agencija za učinkovito rabo energije.

http://www.aure.gov.si/eknjiznica/IL_2-11.PDF (10. okt. 2010)

Zbačnik i Senegalnik M. 2007. Pasivna hiša. Ljubljana: Fakulteta za arhitekturo 130 str.

Weber. 2010. Katalog weber.therm fasadni sistemi. Ljubljana, Saint-Gobain Weber Terranova: 110 str.