

izvleček

Ilovica je gradivo, ki je v velikih količinah na voljo na skoraj vseh predelih zemeljske oble pod humusno plastjo ob izkopu gradbene jame, kar je bil glavni razlog za njeno uporabo od začetkov zgodovine gradnje. Tudi v evropskem prostoru, kjer so klimatski pogoji zelo raznoliki, je mogoče z ilovico optimalno graditi. Velik del stavbnega, zlasti stanovanjskega fonda, ki je bil v preteklosti zgrajen iz ilovice in ilovnatih gradiv, je v uporabi še po več stoletjih in nudi zelo ugodno bivalno klimo.

V evropskem prostoru so se izoblikovale štiri tehnike gradnje, ki se med seboj močno razlikujejo. Pri butani gradnji se ilovico buta med dva opa. Butane stene so nosilne. Tehnika gradnje z ilovico, pomešano s slamo, ne zahteva opa ev, stene pa so prav tako nosilne. Pri predalčni gradnji ilovica služi kot polnilo, nosilna konstrukcija pa je običajno lesena. Gradnja z ilovnatimi zidaki zahteva najprej izdelavo zidakov, ki se posušijo na soncu in šele potem vgradijo v nosilne in nenosilne stene.

V prispevku so obdelane posamezne tehnike gradnje in njihova uporaba v zgodovini.

ključne besede:

ilovica, butana gradnja, gradnja z ilovico, pomešano s slamo, predalčna ilovnata gradnja, ilovnati zidaki

abstract

Clay is a material that is abundantly available under the humus layer of construction pits almost in all areas of the world, which is the main reason for its use since the beginnings of building. Even in Europe, where climatic conditions are very varied, clay can be optimally used for building. A large share of the building stock, especially housing, built in the past from clay or clay derivatives, is after many centuries still used and offers a very pleasant living climate.

In European space four very diverse building techniques have been established. In compacted construction clay is compacted between two scaffolds. Compacted walls are load-bearing. The technique of building in clay mixed with straw doesn't require scaffolding, but the walls are also load-bearing. In cassette building, clay is used for filling while the load-bearing structure is usually timber. The first demand of building with clay bricks is the production of bricks that are dried in the sun and then built into load-bearing or partition walls.

The article deals with particular building techniques and their use in history.

key words:

clay, compacted building, building in clay, mixed with straw, cassette clay building, clay bricks

Ilovica je najstarejše gradivo na svetu. Kot prvi jo je uporabil sam gospod Bog, ki je, kot poroča Stara zaveza Svetega pisma [1 Mz 2,7], šesti dan stvarjenja sveta vzel zemeljski prah in iz njega naredil Adama. Prst, ki jo je uporabil, je bila ilovnata masa s primernim razmerjem glin, peska, finega peska, proda in podobnih primesi. Človek, ki ni imel božjega navdiha, je nato potreboval še dolgo časa, da je odkril ugodne lastnosti tega gradiva.

Kaj je ilovica?

Ilovica je gradivo, ki je na voljo pri izkopu gradbene jame pod 30 - 40 cm debelo humusno plastjo (Slika 1). Na splošno je to mešanica glin kot veziva in peska kot mineralnega ogrodja. V naravi so gline zelo različne. Njihova osnovna sestavina je kaolin ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$), vsebujejo pa še številne druge spojine (predvsem železov oksid pa tudi apnene, magnezijeve, manganove in druge anorganske ter organske spojine).



Slika 1: Ilovica po izkopu gradbene jame.
(Foto: B. Juvanec)
Clay after extraction from a clay pit.

Gline dajejo ilovici lepljivost oziroma vezivnost. Ilovica vsebuje še otipljiv ali vsaj pod povečevalnim steklom viden pesek in vodo, ki pri strjevanju delno izhlapi.

Meje med ilovico in glino so zelo zabrisane in težko določljive. Delež glin v ilovici mora biti ravno pravi. Če ilovica vsebuje preveč peska (pusta ilovica), ji glina ne daje več zadostne lepljivosti, zato se s tako mešanico ne da graditi. Če je delež glin prevelik pa se ilovica (mastna ilovica) zaradi večjih količin vode, ki jih potrebuje za obdelavo, pri sušenju zelo skrči, kar povzroča razpoke. Naravno sestavo ilovice za gradnjo je tako potrebno včasih popraviti - pustim ilovicam dodati glino, mastnim pa pesek.

Ilovice se strjujejo s kohezijo umešanih delcev glin (kohezija je sila, ki privlači molekule iste snovi). Proces je reverzibilen, z dodajanjem vode se ilovica zopet zmeča. Zaradi tega pojava morajo biti zgradbe iz ilovice dobro zaščitene pred atmosfersko in kapilarno vlago.

Gradnja z ilovico skozi zgodovino

Ilovica je kot naravni gradbeni material na skoraj vseh gosto poseljenih področjih prisotna v velikih količinah več kot 10 000 let. Najstarejše ohranjene ilovnate zgradbe doslej so našli v Jerihu. Hiše iz približno 9300 pr.n.št. so bile iz ilovnatih zidakov. Ilovica je bila gradivo prvih mestnih naselij v Mezopotamiji pred deset tisoč leti, ki pa niso ohranjena. V Turkmenistanu so bile odkrite pravokotne zgradbe iz ilovnatih zidakov iz časa 8000 - 9000 pr.n.št., v Asiriji so dokazani temelji iz butane ilovice, datirani okrog 5000 pr.n.št. Angleški arheologi so našli 3000 let staro zgradbo v Pakistanu [Minke 2004].

Ilovica v starih kulturah ni bila le gradivo za stanovanjsko gradnjo, temveč tudi za utrdbe in kultne zgradbe. V neolitskih gomilah Stonehengea (3100 pr.n.št.) je nakopičena ilovica v

različnih oblikah, prav tako v dolgi gomili West Kennet in v Silbury Hill (Slika 2), največji gomili v Evropi, ki jo je zgradil človek [http://www.stonepages.com/england/silburyhill.html, 03.05.05]. Tudi pred cca 3000 leti zgrajen prvobitni Kitajski zid je bil skoraj izključno iz butane ilovice, šele pozneje je bil obložen z naravnim kamnom in opečnimi zidaki. Znani Babilonski stolp v Mezopotamiji iz 7 stol. pr. n. št. z višino 90 m je bil iz ilovice, keramična je bila le obloga (Slika 3). Tudi jedro Sončne piramide v Teotihuacanu v Mehiki, zgrajene v letih 300 do 900 n.št., je sestavljeno iz približno 2 milijonov ilovnatih zidakov.



Slika 2: Silbury Hill, gomila iz ilovice.
(Foto: M. Juvanec)
Silbury Hill, clay mound.



Slika 3: Babilonski stolp, kot ga je videl slikar Pieter Bruegel, okrog 1560.
The Tower of Babel, as seen by painter Pieter Bruegel, around 1560.

V evropskem prostoru so dokazi o uporabi ilovnatega gradiva že iz časov prvih civilizacij. Iz mnogih ostankov bronaste dobe je dokazano, da se je ilovica uporabljala kot polnilo na palisadnih in prepletenih zgradbah na tleh današnje Nemčije. Dokazano je tudi, da so bili v 6. stol. pr.n.št. pri utrdbenem zidu v okrožju Sigmaringen, domnevno v sodelovanju z grškimi mojstri, vzdani ilovnatih zidakov. Vitruvij (1. stol. pr.n.št.) opisuje v svoji knjigi *De Architectura libri decem*, da ljudstva v Galiji in Akvitaniji (današnja Francija), Španiji, Lusitaniji (del današnje Portugalske) gradijo stene s kosi blatne zemlje (ilovica), ki jih povežejo s šibjem. Iz opisovanja Plinija Starejšega (23 - 79 n.št.) vemo, da se je butana ilovnata gradnja uporabljala najpозneje na koncu 1. stoletja pr.n.št. v Španiji za utrdbne.

V provinci Yoding na severu Kitajske še danes obstajajo številne hiše iz butane ilovice, ki so stare preko 300 let (Slika 4). So krožne ali pravokotne oblike, organizirane okrog notranjega dvorišča, 3 - 4 nadstropne in dajejo zatočišče do 600 osebam

manjšinskega plemena Hakkas [http://www.chinavista.com/experience/hakkas/hakkas.html, 3.5.05]. Sicer pa na Kitajskem stanuje približno 20 milijonov ljudi v podzemnih "ilovnatih zgradbah", v votlinah, ki so bile izkopane v puhlo ilovico (najlažja, blaga in rodovitna zemlja z določeno sestavo [Niemeyer 1946:29]).

Učinkovito uporabo ilovice za gradnjo dokazujejo brezštevilni, pogosto več stoletij stari objekti, ki jih je mogoče videti še danes, med drugim tudi v evropskem prostoru.



Slika 4: Večstanovanjske zgradbe manjšinskega plemena Hakkas iz butane ilovice v kitajski provinci Yoding.
Multi-apartment buildings of the minority tribe Hakkas in the Chinese province Yoding made from compacted clay.

Tradicionalne tehnike gradnje v Evropi

Ilovica je bila skozi vso zgodovino ceneno gradivo, povsod na voljo, zato je bila njena uporaba dostopna najširšemu sloju ljudi. Zlasti se je gradnja z njo razmahnila v kriznih časih, v času pomanjkanja, po epidemijah in vojnah. Tehnologije gradnje so se preko stoletij izpopolnile, velikokrat tudi s pomočjo strokovnih navodil v obliki priročnikov, ki naj bi pomagali uvajati ilovico kot gradivo. Gradnja z ilovico je bila ponekod podprta tudi z državnimi predpisi.

Gradnja z ilovico je enostavno opravilo, ki pa kljub vsemu zahteva precej znanja [Volhard, Röhlen 2002]. Zelo pomemben je izkušen vodja, opravila pa zahtevajo veliko nekvalificirane delovne sile (Slika 5).



Slika 5: Priprava lahke ilovice na gradbišču in butanje stene: (1) slamo in druge vlaknate dodatke je potrebno razrezati na 10 - 15 cm dolga vlakna, (2) tekočo ilovico se nalije preko vlaknatih snovi, (3) ilovico in vlakna se zmeša z gnojnimi vilami, (4) nalaganje lahke ilovice med opaže, (5) butanje lahke ilovice med opaže, (6) vstavljene letve služijo kot ojačitev stene [Volhard 1995].

Preparation of light clay on the building site and compacting: (1) straw and other fibrous additives have to be cut into 10 - 15 cm long strands, (2) liquid clay is poured over the fibrous substances, (3) the clay and fibres are mixed with dung forks, (4) layering light clay in the scaffolding, (5) compacting light clay in the scaffolding, (6) the added slats function as wall reinforcement [Volhard 1995].

S pripravo ilovice za gradnjo je namreč veliko dela - največ ročnega, določena opravila pa je mogoče narediti s pomočjo preprostih naprav, ki ročno delo olajšajo. Obdelava je odvisna od naravne sestave ilovice in njene nadaljnje uporabe [Niemeyer 1946]. Bolj pusta, drobljiva ilovica praviloma ne potrebuje obdelave, temveč se lahko takoj uporabi za butano gradnjo ali, z dodatkom vode, za izdelavo ilovnatih zidakov ali ilovnate malte. Bolj mastno, grudasto ilovico je potrebno pred vgradnjo zdrobiti in zmešati, prav tako pa za večino ilovnatih tehnik tudi osušiti z dodatkom peska. Sočasno se lahko umeša tudi druge dodatke. Slamo in druga vlaknata gradiva je potrebno skrbno narezati na zahtevano dolžino in namočiti. Nato se maso zmeša. Za pomoč pri mešanju so v preteklosti služili posebni mlinci, ki jih je poganjala živina. Dokončno zmešana ilovnata masa mora pred uporabo 12 do 48 ur počivati, da se ji poveča lepljivost.

V evropskem prostoru so se, z delnimi regionalnimi razlikami, izoblikovali in razširili štiri načini vgradnje ilovice, ki se med seboj precej razlikujejo: tehnika butane gradnje, gradnja z ilovico, pomešana s slamo, predalčna ilovnata gradnja in gradnja z ilovnatimi zidaki.

Butana gradnja

(nem. *Stammpflehbau*, angl. *rammed earth*, fr. *pisé de terre*, it. *terra-battuta*)

Pri butani gradnji se uporablja ilovica, izkopana neposredno iz gradbene jame in če ima primerno sestavo po izkopu praviloma ne potrebuje dodatne obdelave. Če je premastna, jo je potrebno sušiti z dodatkom peska, če je preveč pusta, pa ji je potrebno dodajati glino. Suho gradivo ima gostoto 1700 - 2200 kg/m³ in je "najtežje" ilovnato gradivo. Butane zgradbe so samo iz ilovice - ta je tu nosilno gradivo in ne potrebuje nosilnih elementov iz drugih gradiv.

Za butan način gradnje se uporabljajo različne vrste ilovice: ilovica brez dodatkov, ilovica z dodatki kratko narezane slame, sena, resja ter ilovica z dodatkom peska [Niemeyer 1946:57]. Dodatke je potrebno enakomerno zmešati z ilovico. Pripravljeno gradivo se v vlažnem stanju buta med dva opaža v 10 do (največ!) 15 cm visokih plasteh. Preden se začne z butanjem naslednje plasti, mora biti prejšnja plast suha. Tehnika gradnje je primerna za nosilne in nenosilne stene. Debeline nosilnih sten so 40 - 50cm. Pri sušenju se gradivo skrči, zato lahko pride do razpok. Gradivo v času gradnje ne sme zamrzniti. Z gradnjo je potrebno začeti spomladi, ko ni več zmrzali, končati pa najmanj 2 meseca pred pričakovano jesensko zmrzaljo, da se lahko vsaj delno posuši. Čas gradnje je tako močno omejen: od maja do avgusta.

Butana gradnja v zgodovini

Gradnja v butani tehniki je v Evropi zelo stara. V Nemčiji so dokazane masivne enonadstropne zgradbe iz 12. stol. V Franciji obstajajo zapiski iz leta 1562 o butani ilovnati gradnji v Lyonu [Minke 2004]. Iz Francije se je ta tehnika razširila v Nemčijo, kjer je v tistem času vladalo veliko pomanjkanje lesa. V Sachnu je bilo zato leta 1575 izdano priporočilo o izrabljanju gozda (Generalbestellung für die Forstbedienten), ki predpisuje, da se gradbeni les lahko uporabi le takrat, ko je nemogoče, da bi spodnje etaže gradili iz kamna ali ilovice [Rüger 2004]. Posledica pomanjkanja lesa je bil tudi leta 1764 izdan odlok Friedricha II. o uvajanju masivne ilovnate gradnje v Prusiji [Volhard 1995:19]. Najpomembnejši impulz v gradnji s to tehniko je povzročilo leta 1790 izdano delo *Ecole d'Architecture Rurale* (Šola podeželske arhitekture), s katerim je avtor, francoski arhitekt François Cointeraux, opisoval butano gradnjo iz ilovice v Franciji, ki naj bi se po izročilu ohranila iz rimskih časov. Knjiga je bila že leta 1793

prevedena v nemščino (Cointeraux, F.: *Schule der Landbaukunst, Hildburghausen*, 1793), za seboj pa je povlekla še številne nemške kasnejše objave [Volhard 1995:19]. To delo je ob prelomu 18. in 19. stol. prebujalo interes za moderno ilovnato arhitekturo, ne le v Franciji in Nemčiji, temveč tudi v Združenih državah Amerike, v Italiji, na Danskem in Avstraliji [Delabie 2004]. V 18. stol. in na začetku 19. stol. je tehnika gradnje z butano ilovico omogočala že gradnjo višjih objektov, ki so ohranjeni še danes (npr. stanovanjski večnadstropni objekti v Weiburgu, arh. W.J. Wimpf) [Volhard 1995:21]. Leta 1797 je D. Gilly, pruski arhitekt in gradbeni uradnik, izdal knjigo *Handbuch der Land-Bau-Kunst* (Priročnik podeželske arhitekture), ki je bilo do leta 1836 šestkrat ponatisnjeno. V njem je propagiral način butane ilovnate gradnje, ki pomeni znaten prihranek lesa. Zaradi hudega pomanjkanja lesa namreč na mnogih področjih ni bilo mogoče zgraditi nobene hiše več [Rüger 2004].

Pod vplivom tega dela je na Danskem istega leta 1797 K.H. Seidelin izdal brošuro *Gradbena navodila za ugodne in ognjevarne hiše iz ilovice*, v kateri je predstavil več tehnik gradnje s tem gradivom. Zaradi širitve obdelovalnih površin se je na Danskem delež gozdnih površin zmanjšal na 3% skupne površine, zato je bil les okrog leta 1800 deficitarno gradivo. Seidelinova brošura je na Danskem naletela na veliko pozornost, še zlasti predstavljena butana ilovnata gradnja, ki je navdušila danske strokovnjake, da so se šli izpopolnjevati v severno Nemčijo. Med leti 1800 in 1860 je na Danskem tako nastalo skupno 4000 ilovnatih hiš [Nielsen 2004].

1825 je pruski vladni gradbeni inšpektor S. Sachs objavil *Anleitung zur Erd-Bau-Kunst*, z navodili za butano gradnjo. Arh. W.J. Wimpf pa je leta 1836 objavil priporočilo, "kako zgraditi skrajno poceni, trajno, toplotno in požarno obstojne zgradbe iz butane ilovice" [Rüger 2004].

V Italiji je bila butana gradnja v uporabi v pokrajini Piemont, kjer je kar tretjina podeželskih hiš in domačij, vrstnih hiš pa tudi cerkva in šol iz ilovice. Veliko hiš še danes stoji, vendar še ni podrobnejših analiz, ki bi ta inventar ovrednotile [Narici et al 2004].

Butana gradnja se je v 19. stol. prenesla tudi v Slovenijo, zlasti v Prekmurje in na Ptujsko polje [Moškon, Vesel 1975]. Še posebej se je razmahnila po 2. svetovni vojni, ko so nastale cele vasi, nato pa je v sedemdesetih letih popolnoma zamrla (Slika 6). V Sloveniji so mojstri butači butali "but" (ilovico) med dve deski višine 40 cm, zato so bile plasti višje kot drugje (Slika 7).



Slika 6: Prenovljena butana hiša iz Placerovcev na Ptujskem polju, grajena 1954.
(Foto: M. Zbašnik-Senegačnik)
Restored compacted house in Placerovci on Ptujsko Polje, built in 1954.



Slika 7: Butanje ilovnatih sten na Ptujskem polju v začetku 70-ih let
(Foto: D. Moškon)
Compacting clay walls on Ptujsko Polje in the early 70s.

Gradnja z ilovico, pomešano s slamo

(nem. *Wellerlehmbau*, angl. *cob*, fr. *la bauge*, it. *massone*)

Ilovica, pomešana s slamo je mešanica iz ilovice z naravno vlažnostjo (zemeljska vlažnost ob izkopu) in slame (25 kg na m³ ilovice). Suho gradivo ima gostoto 1500 do 1800 kg/m³.

Z ilovico, pomešano s slamo se izdeluje nosilne in nenosilne stene. V nasprotju z butano gradnjo ta tehnika ne zahteva opažev. Tehnika gradnje stene z ilovico, pomešano s slamo, spada k starejšim načinom gradnje z ilovico in je izvedena v celoti ročno. Maso za gradnjo se izdelava iz ilovice in daljših vlaken slame ali resja (30 - 40 cm) in mora pred gradnjo nekaj dni počivati. Gradivo se na podstavek iz kamna nanaša z vilami in utrdi s težo človeka, ki stoji na steni in gradivo tepta s petami. Zaradi načina dela so stene precej debele, spodaj najmanj 90 cm, proti vrhu se stena tanjša. Gradivo se nanaša v več nizih, vsak predhodni niz se mora pred nanosom naslednjega posušiti. Ko se stena posuši, sledi sekanje oziroma odrezovanje štrlečih delov s posebno trikotno lopato. Pred začetkom ometavanja je potrebno na površino vsekati utore za boljše oprijemanje nanosa. Tudi pri tehniki gradnje z ilovico, pomešano s slamo je čas gradnje omejen na poletne mesece, ker gradivo med sušenjem ne sme zmrzniti.

Gradnja z ilovico, pomešano s slamo v zgodovini

Upoštevač število ohranjenih zgradb se zdi tehnika gradnje z ilovico, pomešano s slamo najbolj razširjen tradicionalni način gradnje predvsem v Angliji. V grofiji Devon je večina hiš grajenih s to tehniko - po oceni približno 20 000 stanovanjskih zgradb in dodatno 20 000 kmetijskih objektov (Slika 8). Najstarejša zgradba v tem načinu gradnje je bila zgrajena okrog leta 1200, nato se je ta tehnika gradnje verjetno nepretrgoma uporabljala do konca 19. stol. Zgradbe v Devonu kažejo, da so bile z ilovico, pomešano s slamo grajeni različni stavbni tipi. Poznane so enostavne kmečke zgradbe in stanovanja, pa tudi gosposki objekti zemljiških posestnikov in javne zgradbe kot npr. osnovna šola Sandford. Ta način gradnje ni omejen le na kmetijska področja, temveč je dal pečat tudi številnim mestom v Devonu [Watson 2004].

V srednji Evropi se je gradnja z ilovico, pomešano s slamo začela močneje razvijati v 16. stol., ko je zaradi pomanjkanja lesa postopoma nadomestila lesene hiše. Uporabo te tehnike so v Nemčiji podpirali številni predpisi (leta 1560, 1575 in 1776). Močno se je razširila v okolici Dessaua, Magdeburga, Hallea in Leipziga. Hiše so bile pogosto dvonadstropne. Mnogo hiš, ki so bile zgrajene v tej tehniki do sredine 19. stol., še danes stoji. Sicer

pa je gradnjo z ilovico, pomešano s slamo po letu 1800 začela izpodrinjati butana gradnja, ki je omogočala gradnjo višjih objektov [Rüger 2004].



Slika 8: Najbolj znana angleška zgradba iz ilovice, pomešana s slamo v Devonu iz leta 1539.
The best known English building made from clay mixed with straw, built in Devon in 1539.

V Franciji večina zgradb iz ilovice, pomešane s slamo izhaja iz 18. in 19. stol. Zgradbe imajo eno nadstropje, redkeje so dvonadstropne. Najti jih je mogoče v zahodnem delu Normandije, v pokrajinah Bassin de Rennes, Bretagne, deloma tudi Vendée. Najstarejša znana stavba je bila zgrajena leta 1750, najmlajša 1910. V Franciji se tehnika gradnje z ilovico, pomešano s slamo ne uporablja več skoraj sto let [Delabie 2004].

Tehnika gradnje z ilovico, pomešano s slamo je bila razvita tudi v centralni Italiji ob jadranski obali. V regiji Marche in v Abruzzih je mogoče še danes srečati predvsem podeželske zgradbe, ki so izvedene v tej tehniki [Narici et al 2004].

Predalčna ilovnata gradnja

(nem. *Lehmfachwerk*, fr. *le torchis*)

Pri predalčni gradnji se kot konstrukcijsko nosilno gradivo uporablja les, ilovnata gradiva pa služijo kot polnila (Slika 9). Največkrat so v ta namen uporabljali vlaknato ali slamnato ilovico (imenovano tudi lahka ilovica).



Slika 9: Predalčne stene s polnili iz ilovice.
Cassette walls with clay filling.

Vlaknata ilovica je mehka do kašnata mešanica iz slame ali drugih vlaken in ilovice z gostoto 1200 do 1700 kg/m³. Kot dodatki so primerne mehke vrste slame kot rž, oves, ječmen, grobo seno in druga rastlinska vlakna, narezana na dolžino 5 - 20 cm. Vlaknata ilovica se po potrebi dodatno osuši z dodatkom peska. Priprava je zaključena, ko je ilovica enakomerno zmešana z dodatki. Vlakna morajo biti z vseh strani obdana z ilovico.

Vlaknata ilovica se je med predalčja vgrajevala s pomočjo opažev, prepleta iz lesenih palic med stojkami ipd. ali pa so bili iz

nje izdelani zidaki, ki so bili vstavljeni med nosilne lesene elemente.

Gradnja v predalčni tehniki v zgodovini

Predalčna gradnja je bila najbolj pogosta na nemškem področju. Že Tacitus okrog leta 100 n. št. v svojem delu *Germania* (*De origine et situ Germanorum*) piše, da so stari Germani gradili z lesom in ilovico. Zgodovina ilovnate gradnje v Nemčiji je nasploh najbolj vezana na tehniko predalčja vse do konca 19. stol., ko je ilovico kot polnilo postopoma zamenjala žgana opeka [Volhard 1995:19].

V Angliji je bila predalčna gradnja razširjena tam, kjer je bilo na voljo zadosti lesa. Konstrukcija iz lesenega predalčja ali prepleta je bila zapolnjena z ilovico, dobro zmešano s hlevskim gnojem in narezano slamo. Ta način gradnje se je ponekod uporabljal do 16., v nekaterih regijah pa celo do 18. stol. [Watson 2004]. V severovzhodnem delu Anglije so se gradile relativno tanke stene. To je omogočal postopek, imenovan "mud and stud". Leseno predalčje je bilo zapolnjeno s palicami, obdanimi z ilovico. Ohranjenih je še približno 200 takih hiš iz 18. in 19. stol., zlasti v okolici Lincolshirea, nekatere med njimi so danes oblečene v opeko [Cousins, R.: *Lincolnshire Buildings in the Mud and Stud Tradition*, <http://www.lincsheritage.org/pubs/heritage/mud-stud.html>, 20.4.05].

Gradnja z ilovnatimi zidaki

(nem. *Lehmsteine*, *Grünlinge*, angl. *clay lump*, *adobe*, fr. *l'adobe*, it. *adobe*, *brste*, *ladiri*)

Ilovnati zidaki se izdelujejo iz ilovice z dodatki ali brez. Mehko ilovnato gradivo se nabije (napacka) v modele in potem suši na soncu (Slika 10). Ilovnati zidaki so zidaki različnih dimenzij. Razlikujeta se dve vrsti nežganih zidakov: ilovnati zidaki in surovci.



Slika 10: Postopek izdelovanja ilovnatih zidakov z lesenimi modeli.
(Foto: B. Juvanec)

Adobe production procedure with wooden models.

Ilovnati zidaki so zidaki, ki se uporabljajo samo za ilovnato gradnjo. Imeti morajo trdno strukturo, homogeno notranjo kvaliteto in izredno dobro vodno resistenco. Gostota ilovice za zidake mora biti vsaj 1200 kg/m^3 . Zidaki so lahko tudi luknjičavi, če imajo delež lukenj največ 15%. Lahki ilovnati zidaki so zidaki iz vlaknate ilovice (ilovica z dodatki slame, resja, sena...) z gostoto pod 1200 kg/m^3 . Ilovnati zidaki in lahki ilovnati zidaki se uporabljajo kot polnila pri nenosilni gradnji, za zgornji del stropov in za suho gradnjo zidov. Pri zadostni trdnosti se lahko uporabijo tudi za nosilne zidove.

Surovci (nem. *Grünlinge*) so zidaki, ki so namenjeni za proizvodnjo opečnih zidakov, vendar niso žgani. Surovci se hitro zlomijo, so vodotopni, v vodi tudi hitro nabreknejo. Surovci se ne smejo uporabiti za nosilne zidove. Poleg tega niso primerni za polnila zunanjih sten na področjih, ki so obremenjena z

atmosferilijami ali zmrzujejo. Vgrajujejo se v nenosilne notranje stene.

Ilovnati zidaki morajo biti pri zidanju popolnoma suhi, brez razpok zaradi krčenja in z ostrimi robovi. Zida se s pomočjo ilovnate ali apnene malte (Slika 11).

Gradnja z ilovnatimi zidaki v zgodovini

Gradnja z ilovnatimi zidaki je sicer eden najstarejših načinov gradnje s tem gradivom, zlasti v suhih, vročih, subtropskih klimatskih conah. V evropskem prostoru se ta tehnika, razen v Italiji, ni masovno uporabljala. Ilovnati zidaki in bloki različnih dimenzij so sicer v večji meri služili kot polnilo pri predalčni gradnji in za zatrepe.



Slika 11: Stene iz ilovnatih zidakov.
(Foto: B. Juvanec)
Walls made of clay bricks.

Tehniko izdelave ilovnatih zidakov z mehanskim pritiskom naj bi v času francoske revolucije 1789 iznašel že omenjeni francoski arhitekt François Cointeraux. Skrbno izdelani zidaki velikih formatov so se imenovali "umetni kamen". S to racionalizacijo ljudske tradicije se je hotel prilagoditi potrebam nove francoske družbe. S svojimi zidaki je ustvarjal mestne in podeželske hiše, ki so odgovarjale zahtevam različnih socialnih plasti, prav tako kmetijska gospodarska poslopja in industrijske obrate, ki so služili gospodarskemu razvoju podeželja. Industrijsko izdelovanje ilovnatih zidakov naj bi pripomoglo k razcvetu kmetijstva, trgovine in industrije, vendar ga niti oblast niti strokovnjaki niso podprli [Delabie 2004].

Okrog leta 1790 je vzbudila pozornost javna zgradba iz ilovnatih zidakov, sušenih na zraku arh. D. Gillya, ki se je sicer bolj zavzemal za uvedbo masivnih butanih zgradb. Omenjena zgradba je bila porušena v I. svetovni vojni [Minke 2004:121].

V Italiji se je tehnika gradnje z ilovnatimi zidaki, najbolj uporabljala in sicer v provinci Emilia Romagna, v Centu, v velikih venecijanskih hišah Padove, v Kalabriji ("brste"), na Sardiniji ("ladiri") in drugod [Narici et al. 2004].

Zaton ilovnatih gradiv in njihovo ponovno rojstvo

Ilovnata gradiva je ob koncu 19. stol. začela počasi izpodrinjati opeka. Porušenje velikega dela stavbnega fonda v II. svetovni vojni in nizek življenjski standard pa sta v povojnem obdobju doprinesla k ponovnemu (kratkotrajnemu) razcvetu ilovnate gradnje. Mnogo arhitektov, med njimi Le Corbusier v Franciji, Frank Lloyd Wright v ZDA in Albert Speer v Nemčiji so z različnimi motivi zagovarjali uporabo ilovnate gradnje [Rüger 2004]. V Nemčiji sta 1944 izšli dve deli: *Behelfsfibel für den Lehm- und Ziegelbau* (Zasilni abecednik za ilovnato gradnjo) in *Lehmbauordnung* (Gradbeni predpisi za ilovico). Slednji so bili osnova za norme DIN 18951 *Lehmbau* (Ilovnata gradnja), ki so bile 1971 brez nadomestila ukinjene. Leta 1946 je Richard

Niemeyer izdal priročnik Lehmbau, kjer je s sliko in besedo prikazal praktično uporabo ilovice za gradnjo. Kljub težnjam posameznikov, da bi obdržali ilovico kot gradivo, pa je ilovnata gradnja v šestdesetih in sedemdesetih letih prejšnjega stoletja po vsej Evropi popolnoma zamrla.

Ponovno rojstvo ilovice kot gradiva je omogočilo ekološko gibanje v začetku osemdesetih let 20. stol., ki je v njej spoznalo naravno gradivo brez negativnih potencialov, s katerimi so zaznamovana novodobna gradiva. Sodobne raziskave so pri ilovici dokazale številne ugodne lastnosti [Volhard 1995, Minke 2004]:

- **Ilovica je zdravstveno neoporečno gradivo:** ne vsebuje strupenih ali škodljivih substanc, ki bi ogrožale človekovo zdravje, ne draži kože, je brez vonja. Prav tako so neproblematični dodatki, ki jih ilovnata gradiva vsebujejo (slama, resje, leseni ostružki, pesek...). Strjuje se z izhlapevanjem vode, zato ne povzroča emisij.
- **Ilovica je trpežno in trajno gradivo:** ob predpostavki, da je vedno v suhem okolju.
- **Ilovica regulira vlago v prostoru:** sorazmerno hitro veže vlago, ko je relativna zračna vlaga v prostoru visoka in jo zopet oddaja, ko je zrak v prostoru suh. Raziskave v laboratoriju za eksperimentalno gradnjo na Univerzi Kassel [Minke 2004] so pokazale, da nežgani ilovnati zidaki v dveh dneh sprejmejo 30-krat več vlage kot zidaki iz žgane opeke, če relativna zračna vlaga naraste s 50% na 80%, kar omogoča vse leto skoraj konstanto vlago (v prostoru povprečno 50% +/- 5%). To zmanjšuje izsuševanje sluznic, reducira tvorbo prahu in deluje preventivno proti prehladnim obolenjem.
- **Ilovica shranjuje toploto** in s tem izboljšuje bivalno klimo, pri pasivni izrabi sončne energije pa doprinaša k prihranku energije. Stanovanja iz masivnih ilovnatih gradiv so pozimi topla in poleti hladna.
- **Ilovica je dobro zvočnoizolativna:** ne le zaradi relativno visoke lastne teže, temveč tudi zaradi elastičnosti in mehkonosti, ki dušita visoke frekvence in zmanjšujeta resonančno nihanje.
- **Ilovica ne gori:** ilovica z gostoto nad 1790 kg/m³ je negorljiva, organski dodatki v njej pa se težko vnamejo, ker so obdani z ilovico.
- **Ilovica je nizkoenergijsko gradivo:** pri predelavi in obdelavi v nasprotju z drugimi gradivi potrebuje zelo malo energije in s tem ne onesnažuje okolja (strojna obdelava in transport zahtevata cca 2-5 kWh/m³ primarne vgradne energije, kar je le 1% vgradne energije za proizvodnjo betona).
- **Ilovica je lokalno, povsod prisotno gradivo:** je poceni, saj je večinoma prisotna že kar v gradbeni jami, zato odpadejo tudi transportni stroški.
- **Ilovica je vedno mogoče ponovno uporabiti:** posušeno ilovico se zdrobi in navlaži z vodo, nato se jo lahko ponovno vgradi. V nasprotju z drugimi gradivi nikoli ne obremenjuje okolja kot odpadni gradbeni material.
- **Ilovica konzervira les:** vlažnost v ilovici je vedno manjša, kot jo za razvoj potrebujejo živalski in rastlinski škodljivci lesa ali drugih organskih gradiv, ki so vgrajeni v ilovico.
- **Ilovica veže škodljive snovi iz zraka:** analize historičnih ometov [Minke 2004] kažejo, da se v zgornjih plasteh ilovice na stenah vežejo snovi iz zraka.
- **Ilovica varuje pred visokofrekvenčnim sevanjem mobilnih mrež, brezžičnih telefonov, UMTS in GPS** bistveno bolje kot druga masivna gradiva.

V primerjavi z drugimi industrijsko izdelanimi gradivi ima ilovica **tri slabe lastnosti**, ki jih je potrebno poznati in pri gradnji

tudi skrbno upoštevati:

- **Ilovica ni normirano gradivo:** glede na nahajališče ima različne lastnosti, kar je potrebno upoštevati pri izbiri tehnike obdelave. Potrebno je poznati njeno sestavo, da se oceni lastnosti in jih v danih primerih spremeni z dodatki.
- **Ilovica se pri sušenju krči:** z izhlapevanjem vode, ki je bila primešana v ilovico, da jo je bilo možno obdelovati in aktivirati njene vezivne sposobnosti, se volumen zmanjša, nastanejo razpoke. Skrčki so npr. pri butani ilovici 0,4 - 2 %. Krčenje se z zmanjševanjem deleža vode in glin in z optimiranjem sestave bistveno zmanjša.
- **Ilovica ni odporna na vodo:** strjuje se z reverzibilnim procesom. Po ponovnem stiku z vodo se posušena in strjena ilovica zopet zmehča. Zaradi tega pojava mora biti v vlažnem okolju zaščitena pred padavinami in zmrzovanju. Dolgotrajna zaščita ilovnatih sten pred delovanjem vlage so konstruktivni ukrepi (strešni napušč, podstavek, horizontalna hidroizolacija proti kapilarni vlagi) in ustrezna površinska obdelava (opleski, hidrofobiranje, ometi).

Ilovica velja v zadnjih desetletjih kot "poceni gradivo za revne čase", saj se je njena uporaba dejansko vedno razmahnila v časih pomanjkanja. Z višanjem življenjskega standarda v drugi polovici 20. stol. je zato popolnoma izginila s seznama gradiv. Zgodovina se tudi tokrat ponavlja: številnim kriznim obdobjem v človeški zgodovini se pridružuje še ekološka kriza, ki nakazuje v prihodnosti katastrofo velikih razsežnosti, če ne bo kmalu prišlo do resnega zmanjševanja obremenjevanja okolja. Velik delež onesnaženja okolja gre tudi na račun graditeljske sfere. Podatki kažejo, da je kar 50% virov surovin namenjenih zgradbam, več kot 50% odpadkov nastane v zgradbah in zaradi njih, okrog 40% porabe energije v Evropi pa je vezano na zgradbe [Anink, D. et al., 1996: Handbook of Sustainable Building, James and James].

Vse to narekuje bolj kritičen pristop k izbiri gradiv in tehnologij gradnje. Ilovica je staro gradivo, ki se je s svojo uporabnostjo dokazalo skozi zgodovino, v zadnjih letih pa pozitivna izkustva starih ljudstev dokazujejo tudi številne raziskave relevantnih laboratorijev. Te kažejo zanimiva dejstva: ilovica in ilovnata gradiva dajejo zgradbam prijetnejšo in veliko bolj zdravo bivalno ugodje kot sodobna gradiva in hkrati zadoščajo vsem gradbeno-fizikalnim in ekološkim zahtevam. Predsodki so sicer še vedno veliki, pa vendar je čedalje več projektov po vsem svetu in tudi v Evropi, ki pionirsko uvajajo tehnologije ilovnate gradnje, poznane že mnogo stoletij.

Viri in literatura

- Berge, B., 2000: Ecology of Building Materials, Architectural Press, Oxford.
- Minke, G., 2004: Das neue Lehm-Handbuch, Ökobuch, Staufen bei Freiburg.
- Moškon, D., Vesel, S., 1975: Gradbeno tehnološka raziskava ilovnatega naboja in njena aplikativna vrednost v regionalni arhitekturi severovzhodne Slovenije, raziskovalna naloga, FAGG, Ljubljana.
- Niemeyer, R., 1982 (nespremenjen ponatis originalne izdaje iz leta 1946): Der Lehmbau, Ökobuch, Staufen bei Freiburg.
- Sveto pismo stare in nove zaveze: slovenski standardni prevod, Svetopisemska dru ba Slovenije, Ljubljana, 2000.
- Volhard, F., Röhlen, U., 2002: Lehmbauregeln, Vieweg, Braunschweig, Wiesbaden.
- Volhard, F., 1995: Leichtlehmbau, C.F.Müller, Heidelberg.
- <http://www.moderner-lehmbau.de>, 17.XII.04 (Rüger, B.: Kurze Geschichte des Lehmbaues in Deutschland; Delabie, Ch.: Wellerbauten in Frankreich; Nielsen, F., R.: Lehm in Dänemark; Narici, B. et al.: Lehm in Italien; Watson, L.: Lehm in England, Wellerbauten in Devon/England)

doc dr Martina Zbašnik-Senegačnik
Fakulteta za arhitekturo
Univerza v Ljubljani
martina.zbasnik@arh.uni-lj.si