



# UTRJEVANJE KAMNITIH IN OPEČNO-KAMNITIH ZIDOV Z INJEKTIRANJEM

SGG

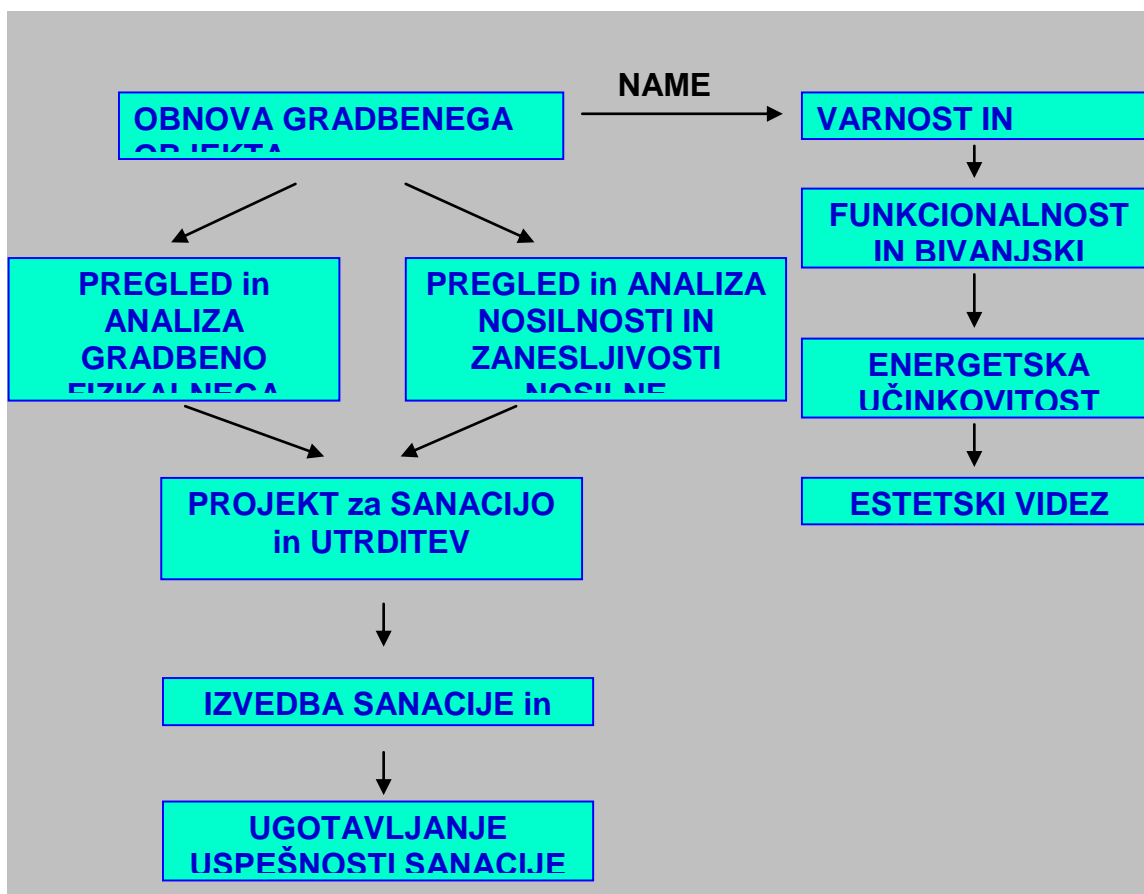
Matevž Bergant, univ.dipl.inž.grad., GRAS d.o.o  
dr. Blaž Dolinšek, univ.dipl.inž.grad., Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o.

## 1.0 UVOD

Gradbeni objekti so izdelki tehnologije, katerih življenska doba in čas uporabe sta praviloma bistveno daljša od življenske dobe drugih izdelkov. Gradbeni objekt brez večjih vlaganj, a ob sprotne vzdrževanju, lahko uporabljamo desetletja, celo stoletja. Nove objekte danes projektiramo za življensko dobo okrog 50 let.

Obnovo gradbenih objektov zahtevajo, poleg postopne nefunkcionalnosti, predvsem poškodbe, ki se ščasoma pojavijo tako na konstruktivnih elementih (nosilna konstrukcija, ovoj objekta) kot tudi na nekonstruktivnih elementih (oprema, ...). Obnova in statična utrditev je mnogokrat potrebna zaradi spremembe namembnosti objekta, zaradi sprememb v statičnem sistemu objekta oz. zaradi doseganja boljše funkcionalnosti. Vzroki za nastanek poškodb na konstrukciji zgradbe so prevsem napake v projektni dokumentaciji, napake med gradnjo, neustrezno ali neredno vzdrževanje, nepravilna uporaba objekta, staranje vgrajenih materialov in izredni dogodki oz. obtežbe (potres, ...).

Sanacija in statična utrditev objekta je praviloma zahteven projekt, ki temelji na posebnih, specializiranih znanjih. Za razliko od načrtovanja novogradnje, kjer bomo uporabili nove materiali in preiskušene postopke, moramo pri rekonstrukciji ali sanaciji objekta najprej oceniti materialno-tehnično stanje zgradbe in na podlagi te ocene predpisati ustrezne gradbeno sanacijske postopke.



Važno je, da je sanacija in utrditev izvedena tako, da z izboljšavo ene lastnosti objekta ne pokvarimo druge (drugih) lastnosti objekta. V primeru postopne sanacije le-to izvajamo po logičnem in strokovno pravilnem vrstnem redu tako, da s kasnejšimi sanacijskimi ukrepi ne izničimo učinka predhodno izvedenih sanacijskih del. Poleg dobre usposobljenosti izvajalca del je velikega pomena redna in izredna kontrola postopkov in materialov, ki se vgrajujejo.

## 2.0 PRAVILNA IZVEDBA POSTOPKA INJEKTIRANJA

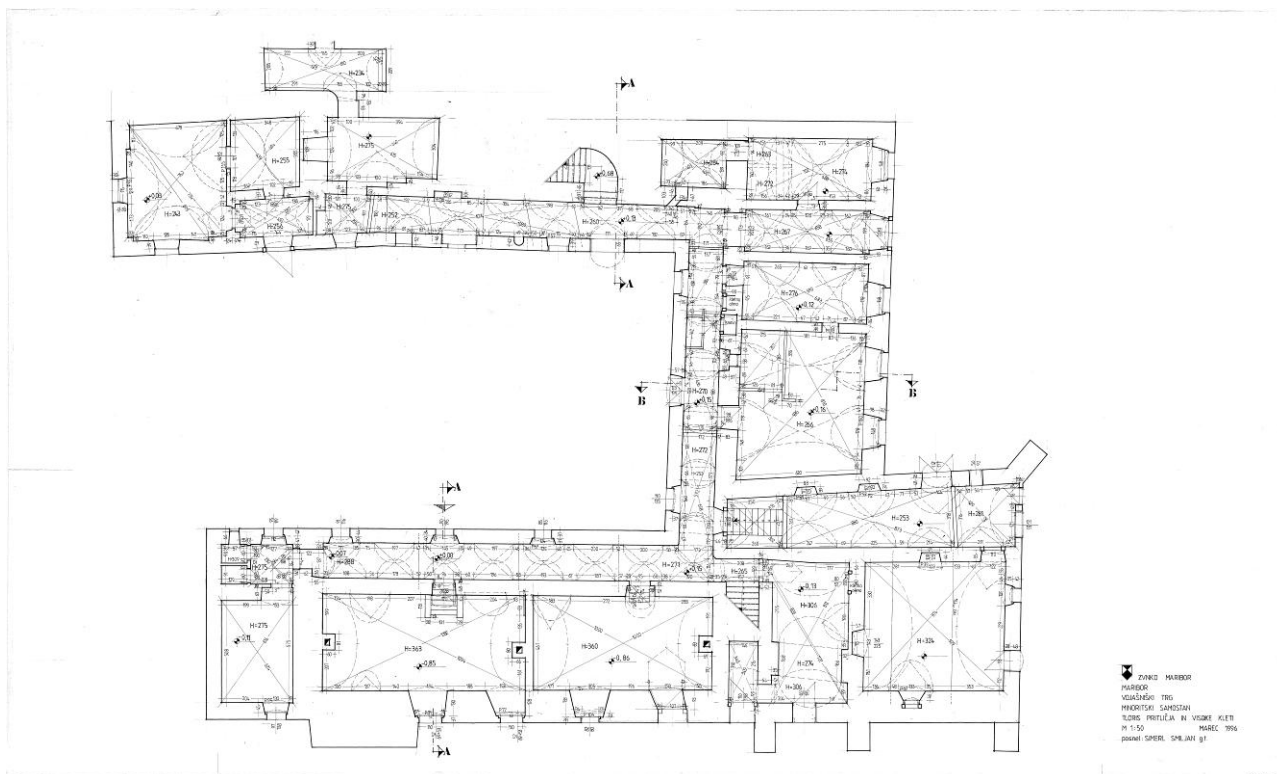
V naši državi velik del gradbenega fonda predstavljajo zgradbe, zidane iz kamna ali kamna in opeke. Takšne zgradbe se pojavljajo v vseh slovenskih pokrajinah, še posebej so pogoste na Primorskem in Gorenjskem. Lokalni, lomljeni ali delno oblikovani kamen je v preteklosti, vse do začetka dvajsetega stoletja (na odročnih območjih tudi do druge svetovne vojne), predstavljal poceni ali celo edino dostopno gradivo za zidanje nosilnih zidov objektov. Opeko NF formata so uporabljali le lokalno, npr. za ločne konstrukcije nad okni in vrati, za občasne poravnave kamnitih zidov in kot vložki med kamnitim gradivom.



Grad Brežice – kamniti zid z vložki opeke

Iz opeke so bile grajene le pomembnejše zgradbe v urbanih središčih. Za povezovanje kamnitega gradiva so stoletja uporabljali čisto apneno malto iz rečnih peskov, praviloma nizkih trdnosti.

Debeline kamnitih in mešanih zidov zidanih objektov so zelo različne. Pri nizkih zgradbah (do P+1) so nosilni zidovi včasih debeli le 40 do 50 cm, pri večetažnih objektih pa so zidovi seveda debelejši. Običajne stavbe v mestih imajo tako pritlične zidove debele 80 do 100 cm, debelina pa z višino praviloma upada. Pomembnejše zgradbe, kot npr. gradovi, imajo zidove debele tudi več metrov.



Minoritski samostan Maribor – zidovi pritličja so debeli od 70 cm do 180 cm

Dokaj velike debeline zidov, ki jih pogojujejo slabše mehanske lastnosti v primerjavi z lastnostmi opečnih zidov, so narekovale sistem zidave v navpičnih slojih. Velika večina srednje debelih in debelih zidov je grajena troslojno; obe lici zidu sta iz delno oblikovanih, klesanih ali lomljenih kamnov, med njima pa je vgrajen drobir in nepravilno oblikovani kamni. Zunanji, oblikovani plasti sta praviloma debeli 20 do 30 cm, razliko pa predstavlja notranji del. Tanjši zidovi so grajeni dvoslojno, tako da je slabše zidano le manjše osrednje območje med zunanjsima slojema.



Grad Brežice – troslojno grajen kamnit zid



Bovec – dvoslojno grajen kamnit zid

Notranji, osrednji del kamnitega zidu je zidan slabše kot zunanji deli, ima več votlih prostorov, kamnito gradivo pa je slabše oblitno z malto kot na zunanjih delih. Zaradi tega zunanja dela nista povezana med seboj (kot so npr. preko opečnih zvez povezane opeke). Kadar je tak zid izpostavljen nestandardni obtežbi, npr. potresu, lahko pride do razslojitve (medsebojne odlepitve posameznih slojev) zidu v navpični smeri. Vsak od slojev je seveda vitka konstrukcija, zato se zaradi lokalnih stabilitetnih učinkov pojavljajo rušenja.



Čezsoča – ob potresu poleti 2004 je izpadla zunanja plast slabega kamnitega zidu iz rečnih krogel



Bovec – ob potresu poleti 2004 so dobesedno razpadli zidovi nesanimiranega objekta  
Policije

Problem nepovezanosti gradiva kamnitega zidu lahko uspešno zmanjšamo s sistematičnim injektiranjem zidov s cementno injekcijsko maso. Bistvo metode je, da se v prerezu zidu s pomočjo posebne naprave vtisne tekoča masa na bazi cementa, ki zapolni votline in razpoke v zidu, ta se kasneje strdi in med seboj zlepi sosednje kamne oz. posamezne, prej omenjene zidne sloje.. Na ta način se izboljša tlačna in natezna trdnost zidu in poveča njegova duktilnost, kar pomeni, da se objekt z injektiranimi zidovi bolje odziva na potresno obtežbo kot objekt z neutrjenimi zidovi. Postopek injektiranja je naslednji: zidove je najprej potrebno enostransko navrtati. Razmak med vrtinami mora znašati približno 50 cm v obe smeri (okvirno 4 vrtine na m<sup>2</sup> zidu), globoke pa morajo biti do dve tretjini debeline zidu. V vrtine se s hitro vezočim cementom vgradijo jekleni injekcijski nastavki (cevke), nakar se površine zidov omeče z grobim cementnim obrizgom. V primeru, da starih ometov ne odstranimo, je potrebno nastavke vgraditi skozi omete, obrizga pa ne izvedemo. Priporočljivo je odstraniti omete vsaj na eni strani zidu, na strani kjer se kasneje injektira, saj je na neometanem zidu možno pozicionirati spojnice med kamni in vrtati skozi nje.



Cerkev Cerkno – izdelava vrtin



Cerkev Cerkno – vgradnja nastavkov





Gimnazija Kočevje – mešan kamnito opečni zid je primerno “namočen”

Zid je skozi injekcijske nastavke najprej treba namočiti (s pitno vodo se izpere prah, gradivo znotraj zidu pa je potrebno dovolj navlažiti, tako da se kasneje vstopajoča injekcijska masa takoj ne “zapeče”). Injektiranje se prične pri spodnjih vrtinah ter se nadaljuje proti zgornjim. Masa se v zidove takorekoč naliva pod majhnim pritiskom (zaradi lastne teže masa dobro zaliva tudi nižje ležeče dele zidu). Injektiranje zidu od zgoraj navzdol ni priporočljivo izvajati, ker strjujoča se masa sproti zapira kanale proti nižje ležečim delom zidu in kakovostna zapolnitev votlin ni možna.



Injekcijska masa se pomika po zidu navzgor in izteka iz nastavkov



Planinski dom Komna – spodnji del zidu je zapolnjen in cevke odstranjene

Po končanem injektiranju se cevke odstranijo, zid pa se omeče ali pa se pokrpajo stari ometi.

Naše izkušnje kažejo, da so zidovi starih kamnitih objektov zelo porozni oz. v žargonu rečeno “prazni”. Le redko kje smo naleteli na zid, ki bi sprejel manj kot 50 kg suhe injekcijske mase na kubični meter. Poraba se običajno giblje med 60 in 80 kg mase na kubični meter, včasih pa poraba preseže 100 kg mase na “kubik” zidu.

### 3.0 MATERIALI

Injekcijska masa oziroma suspenzija, ki jo mešamo na gradbišču, je sestavljena iz cementa, polnila in pitne vode, ki se dodaja v takem razmerju, da je masa primerno viskozna za vgrajevanje z injekcijsko napravo. Masi se praviloma primeša dodatek za kompenzacijo krčenja, po potrebi tudi dodatek za zmanjšanje učinka kapilarnega dvigovanja vode.

Za injektiranje zidov so v uporabi tudi tovarniško pripravljene injekcijske mase. V zadnjem času so “moderne” mase z nizko vsebnostjo cementa ali celo brez cementa. Naše izkušnje kažejo, da je take mase težko kakovostno vgraditi in da njihov učinek na končne mehanske lastnosti utrjenih zidov ni tako velik kot pri uporabi cementnih mas. Že pripravljene injekcijske mase so praviloma zelo drage, kar znatno vpliva na končno ceno injektiranja.



Priprava injekcijske mase na gradbišču



Kakovost injekcijske mase je potrebno laboratorijsko kontrolirati

#### 4.0 ZAKLJUČEK

Statična utrditev kamnitih in mešanih zidov s sistematičnim injektiranjem s cementno injekcijsko maso je, kadar je izvedena strokovno, optimalna rešitev za izboljšanje mehanskih lastnosti za večino takih vrst konstrukcij. Postopek dela je dokaj enostaven in poceni, konstrukciji pa se (kot npr. pri obbetoniranju, ki ga zagovarjajo nekateri) dimenzije ne povečajo.

Ob injektiranju v zidove uvedemo dokajšnje količine vode, zato je potrebna pazljivost ob sanaciji zidov s poslikavami ali drugimi oblogami. Nepravilna izvedba del (npr. previsoki pritiski vtiskanja mase) je konstrukciji lahko škodljiva oz. ne da optimalnih rezultatov.

