

GRADB-ART

Dušan Remic s.p.
Projektiranje, svetovanje, nadzor,
sanacije in inženiring
Podmilščakova 11, Ljubljana
tel: 01 438 19 40
GSM: 031 441 544
e-mail: dmremic@siol.net
davčna št.: 15272125
ID IZS 2442

Naročnik: OSNOVNA ŠOLA Riharda Jakopiča
Derčeva 1
1000 Ljubljana

POROČILO

o pregledu, preiskavah in stanju
Osnovne šole Riharda Jakopiča
s smernicami za prenovo

Naročilo: Pogodba št. 06/2003 z dne 6.5.2003

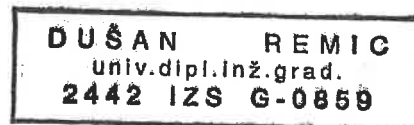
Datum: 7.10.2003

Odgovorni projektant:

Dušan Remic, univ. dipl. ing. gradb.

Enotni žig podjetja:

Osebna stampiljka:



Odgovorna oseba podjetja:

Dušan Remic, univ. dipl. ing. gradb.

VSEBINA POROČILA:

1.0 Tehnično poročilo

1.1 Uvod

1.2 Opis poslopja

1.2.1 Temelji in temeljna tla

1.2.2 Zidovi

1.2.3 Stropne konstrukcije

1.2.4 Ostrešje

1.3 Pregled obstoječe projektne dokumentacije in povzetki

2.0 Seizmična analiza poslopja

2.1 Računska metoda

2.2 Rezultati analize vpliva zidov na potresno odpornost objekta

2.3 Analiza potresne odpornosti AB okvirjev

2.4 Zaključek analize potresne odpornosti

3.0 Zaključek ekspertize

4.0 Priloge

4.1 Preiskave trdnostnih karakteristik betona

4.2 Skica sond stropnih konstrukcij in temeljev

4.3 Potresna analiza in računska shema zidovja

4.4 Podajnostne matrike in izpis EAVEK

4.5 Izpis programa AMSES Frame 2D za okvirje

4.6 Foto dokumentacija

1.0 Tehnično poročilo

1.1 Uvod

Po naročilu osnovne šole Riharda Jakopiča in mesta Ljubljane smo opravili detajlni strokovni pregled nosilnih konstruktivnih elementov osnovne šole Riharda Jakopiča v Ljubljani ter izdelali ekspertizo o trenutnem stanju zgradbe s smernicami za sanacijo.

Poudarek pri izdelavi analize je bil na ugotavljanju trenutne potresne varnosti zgradbe oziroma zagotovitve ustrezne (predpisane) potresne odpornosti zgradbe, za kar smo izdelali predlog in smernice za konstruktivno sanacijo in ojačitev objekta.

Stanje konstrukcije smo ocenili in določili z vizualnim pregledom in s pomočjo podatkov, ki so bili pridobljeni v času izdelave sond v nosilnih konstruktivnih elementih zgradbe kot so temelji, zidovi in stropne konstrukcije.

Smernice za sanacijo poslopja so zasnovane na sodobnih dognanjih v stroki ob upoštevanju bogatih izkušenj pri prenovi starih zgradb. Princip potresne sanacije poslopja je v tem, da se v celoti izkoristi strižna odpornost opečnega zidovja ob sodelovanju upogibne potresne odpornosti AB okvirnih konstrukcij.

1.2 Opis objekta

Osnovna šola Riharda Jakopiča v Ljubljani je bila zgrajena leta 1963. O zgradbi smo dobili originalno projektno dokumentacijo iz leta 1963 in posnetek šole v elektronski obliki.

Zgradba lahko razdelimo na glavno šolsko poslopje in trakt telovadnice. Glavno šolsko poslopje je 4 etažna nepodkletena zgradba. Je nepravilne podolgovate tlorisne odlike z dimenzijami cca. 41,60 x 24,50 m. V vsakem nadstropju se nahaja po 5 učilnic, v pritličju pa še kuhinja z jedilnico, v prvem nadstropju zbornica in upravni prostori, v drugem fizikalni in kemijski predavalnici s kabineti ter v tretjem nadstropju učilnici za likovno in glasbeno vzgojo s kabineti. Trakt telovadnice je podkleten v delu, kjer so v pritličju garderobe z umivalnicami in kabinet telovadnega učitelja. V kletnih prostorih se nahaja kurilnica, v nadstropju pa je bilo včasih stanovanje hišnika, ki je sedaj preurejeno v 2 kabineta za računovodstvo in 2 pisarni. V 2. nadstropju je neizkoriščen zračni prostor, v 3. pa sta še dodatni 2 učilnici, ki sta prav bili prav tako urejeni kasneje, saj jih ni v originalni tehnični dokumentaciji. To sta tudi edina večja konstruktivna posega, ki smo ju v času pregleda zasledili na zgradbi. Telovadnica je bila prvotno zasnovana v smeri vzdolžne osi glavnega šolskega poslopja, vendar je obstoječa zasukana za 40° glede na vzdolžno os in leži vzporedno s Stanovanjsko cesto.

Nosilna konstrukcija objekta je kombinacija armiranobetonskih okvirjev in opečnih zidov, v pritličju pa dodatno togost v vzdolžni smeri zagotavljajo še betonske stene ob obeh straneh avle. Z vidika potresne varnosti je neugodna nesimetričnost tlorisa, ki lahko v primeru potresa

povzroči še dodatne torzijske obremenitve v nosilnih zidovih. Zgradba v sedanjem stanju ne kaže večjih poškodb in je dobro vzdrževana.

1.2.1 Temelji in temeljna tla

Kot je razvidno iz projektne dokumentacije, je objekt temeljen na betonskih temeljih, kar je potrdila tudi sonda ob temelju. Globina temeljenja ni povsod enaka. Tako na podkletenem delu zgradbe temelji segajo še približno 1,0 m pod nivojem tlaka kleti, na nepodkletenem delu zgradbe pa so temelji globoki od 1,5 do 1,7 m. Sestava zemljin v sondažnem izkopu je naslednja: vrhnja, približno 20 cm debela plast humusa, ki ji sledi 30 cm glinastega proda, nižje pa se začneja gost, dobro granuliran savski prod. Temeljna tla so dobra, tako da ocenjujemo nosilnost temeljnih tal na okoli 300 kN/m².

Talna voda v območju temeljev ni prisotna in se pojavlja na večjih globinah.

Pasovni temelji so na začetku približno enake debeline kot pritlični zidovi, z globino pa se širijo in s pri dnu široki vsaj 1,6 m. Glede na stanje poslopja pri ogledu ocenjujemo, da temeljenje ni problematično. Napetosti v temeljih in temeljnih tleh se glede na že izvršeno konsolidacijo temeljnih tal lahko povečajo do 10 % brez kakršnih koli dodatnih razširitev temeljev.

1.2.2 Zidovi

Nosilno zidovje v pritličju in nadstropjih je opečno, zidano v podaljšani apneni malti z zidaki normalnega formata. Debeline nosilnih sten so dokaj različne in se gibljejo med 24 (notranje stene) in 36 cm (zunanje stene). V pritličju so med notranjimi stebri prečnih armiranobetonskih okvirjev betonske stene, debeline 50 cm. Od drugega nadstropja dalje so zunanji zidovi ožji za širino opeke in tako njihova debelina znaša 24 cm.

Oceno trdnostnih karakteristik zidovja smo privzeli izkustveno:

Tlačna trdnost:	$f_c = 3,0 \text{ MPa}$
Natezna trdnost:	$f_t = 0,18 \text{ MPa}$
Modul elastičnosti:	$E = 4000 \text{ MPa}$
Strižni modul:	$G = 500 \text{ MPa}$
duktilnost:	$d_u = 1,5$

1.2.3 Stropne konstrukcije

Stropovi so v vseh etažah rebričasti, sestavljeni iz vložkov z opečnimi votlaki (super stropovi). Konstrukcijska višina stropov je 35 cm, pri tem je tlačna plošča debela 5 cm. Srednja razpetina je 9,0 m. Nad srednjim poljem prve etaže je namesto rebričastega stropa masivna armiranobetonska plošča. Posnetki izdelave sond stropov so prikazani v prilogi. Obtežbe se prenašajo v prečni smeri na AB okvirje in nosilne zidove.

Stropne konstrukcije v traktu telovadnice so manjših razponov, zato so izvedene z Rapid vložki in 4 cm tlačno ploščo v delu s slačilnicami in brez plošče nad telovadnico.

1.2.4 Ostrešje

Streha objekta je v ravna, nosilna konstrukcija je enaka kot v ostalih etažah (super strop, debeline 35 cm). Nad telovadnico so zaradi manjšega razpona uporabljeni Rapid vložki.

1.3 Pregled obstoječe projektne dokumentacije in povzetki

Za obravnavan objekt smo dobili projektno dokumentacijo (arhitektura, statika, armaturni načrti), ki smo jo temeljito pregledali. Ker je bil objekt z leti le malo spremenjen, nam je služila kot dobra osnova za določitev računskih modelov konstrukcije in načinov prenosa obtežb. V pomoč nam je bilo tudi tehnično poročilo, kjer nas je zanimal predvsem del o temeljih in temeljnih tleh ter stropnih konstrukcijah, ki smo ga primerjali s podatki, ki smo jih dobili s sondiranjem.

1.3.1 Arhitekturni načrti

V originalnih arhitekturnih načrtih je bila predvidena telovadnica v osi glavnega šolskega poslopja. V delu nad slačilnicami je bilo nekoč stanovanje za hišnika, ki je danes preurejeno v prostore svetovalne službe in računovodstva, nad njimi pa sta v nivoju 3. etaže še dodatni dve učilnici.

1.3.2 Statika

V obsežnem statičnem računu smo pregledali računske modele konstrukcij in katere obtežbe so bile upoštevane. Nosilna konstrukcija je zasnovana kot 4-etažni armiranobetonski okvir. Zunanji stebri so okenski slopi 'T' prereza, notranji pa pravokotni, dimenzij 40/60 cm. Prečke okvirja predstavljajo rebričaste stropne konstrukcije, vzdolžne povezave pa okenske preklade. Koristne obtežbe ustrezajo današnjim predpisom (za šole je $p = 3,0 \text{ kN/m}^2$). Potresna obtežba je upoštevana skladno s tedanjimi predpisi, ki pa so z današnjega vidika neustrezni, saj so zahteve po veljavnih predpisih bistveno strožje.

1.3.3 Armaturni načrti

Iz armaturnih načrtov smo razbrali položaj in potek armature, ki je vgrajena v skladu s pričakovanji in ustreza tedanjim predpisom. Vrsta armaturnega jekla je GA 240/360.

2.0 Seizmična analiza poslopja

2.1 Računska metoda

Ker je obravnavan objekt kombinacija zidanih elementov in okvirne armiranobetonske konstrukcije, je bila potrebna pravilna izbira računske metode, ki je zajela vpliv zidanih elementov na obnašanje osnovne AB okvirne konstrukcije.

Delež potresne odpornosti zidanih delov konstrukcije smo zajeli s pomočjo programa POZZ, ki upošteva nelinearno materialno območje zidov, na kombinacijo stalne in koristne obtežbe ter potresne obtežbe. Zidane zgradbe so zaradi svojih specifičnih lastnosti zelo občutljive na potresno obtežbo. Pri zidanih zgradbah le redko naletimo na masivne stropne konstrukcije, ki bi zagotavljale primerno vpetost zidov in njihovo hkratno aktiviranje pri nastopu horizontalnih deformacij. Obravnavan objekt je v tem pogledu izjema, saj gre za kombinacijo AB okvirjev in zidov, ki so v vseh etažah med seboj togo povezani z rebričastimi stropovi. S programom POZZ smo analizirali vsako etažo posebej, prav tako pa tudi objekt telovadnice.

Izračun temelji na naslednjih predpostavkah:

- zidovi so povezani med seboj s horizontalnimi vezmi in stropnimi konstrukcijami, ki so toge v svoji ravnini. Ta toga povezava zagotavlja sodelovanje vseh zidov pri prevzemu horizontalne obremenitve,
- zidovi so na zgornjem in spodnjem robu vpeti v stropno konstrukcijo, v prekladni ali parapetni del zidu,
- zidove sestavljenih prerezov (L, H, T) obravnavamo kot vsoto na navpičnih stikih med seboj ločenih zidov,
- doprinos odpornosti zidov k odpornosti etaže je odvisen od njihove togosti in nosilnosti, pa tudi od njihove deformacije, ki je odvisna od njihove lege v prostoru,
- zidovi prenašajo svoj delež horizontalne obtežbe tudi v neelastičnem območju, vendar le dokler njihove deformacije ne presežejo deformacije na meji porušitve.

Etažna histerezna ovojnica je vsota histereznih ovojnic zidov, ki sestavljajo etažo. Obnašanje posameznih zidov pri horizontalni obtežbi ponazorimo z idealizirano elastoplastično histerezno ovojnico, ki jo določajo začetna efektivna togost zidu, nosilnost zidu ter faktor duktilnosti, ki omejuje deformacijo zidu v neelastičnem območju. Celotna etažna prečna sila se porazdeli po zidovih v razmerju njihovih togosti. Za določitev deformacije na meji elastičnosti je merodajna manjša izmed vrednosti upogibne in strižne nosilnosti zidu.

Togost posameznih zidov izračunamo z enačbo:

$$K_e = (G \cdot A_w) / [1,2 \cdot h \cdot (1 + G/c \cdot E \cdot (h/l)^2)]$$

Upogibna nosilnost je podana z enačbo:

$$H_{fw} = (\sigma \cdot t \cdot l^2 / 2 \cdot \alpha \cdot h) \cdot (1 - \sigma / f_{mc})$$

Strižna nosilnost pa z enačbo:

$$H_{sw} = (C_R \cdot A_w \cdot f_t / b) \cdot (\sigma / f_t + 1)^{0,5}$$

Za nosilnost zidu je merodajna manjša izmed vrednosti izračunanih po zgornjih dveh enačbah.

$$H_{uw} = \min(H_{sw}; H_{fw})$$

Iz idealizirane nosilnosti zidu in njegove začetne togosti izračunamo deformacije na meji elastičnosti zidu:

$$\delta_e = H_{uw} / K_e$$

in z upoštevanjem duktilnosti zidu še deformacije zidu ob poružitvi:

$$\delta_u = \delta_e \cdot \mu$$

pri čemer oznake pomenijo:

- A_w - površina vodoravnega prereza zidu
- t - debelina zidu
- h - višina zidu (oziroma medokenskega slopa)
- l - dolžina zidu
- c - koeficient vpetosti zidu (1,2 v primeru obojestranskega vpetja)
- α - koeficient poteka upogibnega momenta (0,5 v primeru obojestranskega vpetja)
- σ - povprečna napetost zidu zaradi vertikalne obtežbe
- C_R - faktor redukcije nosilnosti (0,9)
- b - faktor razporeditve strižnih napetosti v zidu (od 1,1 do 1,5)
- μ - faktor duktilnosti

Naslednji korak je bila analiza AB okvirjev pri predpisani potresni obtežbi. Analizo smo opravili v dveh fazah:

- določitev potresnih sil na posamezne elemente konstrukcije s programom EAVEK,
- presoja zanesljivosti AB okvirjev s programom AMSES 2D.

EAVEK je program za elastično analizo večetažnih konstrukcij. Zahteva vnos podatkov v obliki vhodne datoteke, kamor smo podali le geometrijske karakteristike okvirjev, ki se nahajajo v oseh 4 do 9, z razmakom 4,1 m, vpliv zidov in betonskih sten pa smo zajeli s podajnostnimi matrikami. Eavek namreč nima vgrajenih elementov s katerimi bi lahko ustrezno modelirali vpliv opečnih zidov na globalno obnašanje objekta, omogoča pa podajanje togostnih oziroma podajnostnih matrik nestandardnih elementov. Posamezne zidove smo grupirali v 23 elementov in zanje izračunali 23 podajnostnih matrik, ki so priložene izpisu iz Eavka. Matrike smo sestavili

iz etažnih pomikov na meji elastičnosti, ki smo jih dobili s programom POZZ. Ker ima objekt 4 etaže, so matrike reda 4 x 4. Uporabili smo spekter odziva, ki je že vgrajen v programu in ustreza trenutno veljavnim predpisom. Rezultat prve faze analize so bile potresne sile (S) na konstrukcijo oz. na njene elemente.

V drugi fazi smo s programom AMSES 2D opravili presojo zanesljivosti AB okvirjev, za primer potresne obtežbene kombinacije (1,3G + 1,3P + 1,3S). Kontrolirali smo en okvir v smeri Y (osi 4 do 9) in dva v smeri X (osi A, D in B, C). Dimenzije in armaturo stebrov ter prečk AB okvirjev smo podali v skladu s podatki in količinami, ki smo jih dobili iz originalnih statičnih izračunov in armaturnih načrtov. Opravili smo kontrolo dimenzij posameznih elementov in ugotovili, kateri so kritični pri potresni obtežbi.

Analizo potresne odpornosti glavnega nosilca (smer Y) telovadnice smo lahko opravili neposredno s programom AMSES 2D, ker je računski model sistem z eno prostostno stopnjo, za katerega lahko določimo potresno silo direktno iz predpisov. V smeri X so nosilna konstrukcija opečni zidovi, zato smo analizo opravili s programom POZZ.

2.2 Rezultati analize vpliva zidov na potresno odpornost objekta

Obtežbe na zidove posameznih etaž so prikazane v tabeli v nadaljevanju seizmične analize. Računska shema pritlične etaže z označenimi zidovi in stebri je podana v prilogi. Obtežbe, ki smo jih upoštevali v analizi so naslednje:

Streha:

lastna teža	8,0 kN/m ²
50% sneg	0,75 kN/m ²
q =	8,75 kN/m²

Etaže – srednje polje:

lastna teža	6,5 kN/m ²
50% koristna	2,0 kN/m ²
q =	8,5 kN/m²

Etaže – krajna polja:

lastna teža	6,0 kN/m ²
50% koristna	1,5 kN/m ²
q =	7,5 kN/m²

1. etaža – srednje polje:

lastna teža	12,0 kN/m ²
50% koristna	2,0 kN/m ²
q =	14,0 kN/m²

zidovi:

specifična teža opečnega zidovja	$\gamma = 16,00 \text{ kN/m}^3$
specifična teža betonskih sten	$\gamma = 25,00 \text{ kN/m}^3$

Mehansko trdnostne karakteristike elementov, ki so upoštevane pri računu in od katerih je neposredno odvisna nosilnost prerezov, imajo naslednje vrednosti, ki so vezane na trdnostne preiskave opeke in malte ter betona in iz vrednotene glede na podatke iz literature (po knjigi ZIDANE ZGRADBE NA POTRESNIH OBMOČJIH, avtorja Prof.dr. M. Tomaževiča):

Opečni zid v podaljšani apneni malti:

Tlačna trdnost:	$f_c = 3,0 \text{ MPa}$
Natezna trdnost:	$f_t = 0,18 \text{ MPa}$
Modul elastičnosti:	$E = 4000 \text{ MPa}$
Strižni modul:	$G = 500 \text{ MPa}$
duktilnost:	$d_u = 1,5$

Betonske stene:

Tlačna trdnost:	$f_c = 10,0 \text{ MPa}$
Natezna trdnost:	$f_t = 0,60 \text{ MPa}$
Modul elastičnosti:	$E = 12000 \text{ MPa}$
Strižni modul:	$G = 4800 \text{ MPa}$
duktilnost:	$d_u = 3,0$

2.3 Analiza potresne odpornosti AB okvirjev

Obtežbe na posamezne okvirje:

- Glavni okvir v prečni smeri

1. etaža

lastna teža – G		
krajna polja	$6,0 \times 4,1 =$	24,6 kN/m
srednje polje	$12,0 \times 4,1 =$	49,2 kN/m
koristna – P		
krajna polja	$3,0 \times 4,1 =$	12,3 kN/m
srednje polje	$4,0 \times 4,1 =$	16,4 kN/m
potres – S		69,0 kN

2. etaža

lastna teža – G		
krajna polja	$6,0 \times 4,1 =$	24,6 kN/m
srednje polje	$6,5 \times 4,1 =$	26,7 kN/m
koristna – P		
krajna polja	$3,0 \times 4,1 =$	12,3 kN/m
srednje polje	$4,0 \times 4,1 =$	16,4 kN/m
potres – S		84,5 kN

3. etaža

lastna teža – G		
krajna polja	$6,0 \times 4,1 =$	24,6 kN/m
srednje polje	$6,5 \times 4,1 =$	26,7 kN/m
koristna – P		
krajna polja	$3,0 \times 4,1 =$	12,3 kN/m
srednje polje	$4,0 \times 4,1 =$	16,4 kN/m
potres – S		96,0 kN

4. etaža:

lastna teža – G	$8,0 \times 4,1 =$	32,8 kN/m
sneg – P	$1,50 \times 4,1 =$	6,2 kN/m
potres – S		19,8 kN

• Notranji okvir v vzdolžni smeri

1. etaža

lastna teža – G	$6,0 \times 3,5 + 12 \times 4,55 =$	75,6 kN/m
koristna – P	$3,0 \times 3,5 + 4,0 \times 4,55 =$	28,7 kN/m
potres – S		8,94 kN

2. etaža

lastna teža – G	$6,0 \times 3,5 + 6,5 \times 4,55 =$	50,6 kN/m
koristna – P	$4,0 \times 3,5 + 3,0 \times 4,55 =$	27,7 kN/m
potres – S		6,51 kN

3. etaža

lastna teža – G	$6,0 \times 3,5 + 6,5 \times 4,55 =$	50,6 kN/m
koristna – P	$4,0 \times 3,5 + 3,0 \times 4,55 =$	27,7 kN/m
potres – S		10,85 kN

4. etaža:

lastna teža – G	$8,0 \times 8,05 =$	64,4 kN/m
koristna – P	$1,5 \times 8,05 =$	12,1 kN/m
potres – S		17,33 kN

• Zunanji okvir v vzdolžni smeri

1. etaža

lastna teža – G	$6,0 \times 3,55 =$	21,3 kN/m
koristna – P	$3,0 \times 3,55 =$	10,7 kN/m
potres – S		11,77 kN

2. etaža

lastna teža – G	$6,0 \times 3,55 =$	21,3 kN/m
koristna – P	$3,0 \times 3,55 =$	10,7 kN/m
potres – S		6,01 kN

3. etaža

lastna teža – G	$6,0 \times 3,55 =$	21,3 kN/m
koristna – P	$3,0 \times 3,55 =$	10,7 kN/m
potres – S		9,66 kN

4. etaža:

lastna teža – G	$8,0 \times 8,05 =$	64,4 kN/m
koristna – P	$1,5 \times 8,05 =$	12,1 kN/m
potres – S		16,76 kN

• Okvir telovadnice

lastna teža	$0,30 \times 1,00 \times 25 =$	7,5 kN/m
teža stropa		19,4 kN/m
skupaj G		26,9 kN/m
sneg – P	$1,5 \times 2,4 =$	3,6 kN/m
potres – S		41,5 kN

Določitev potresne sile – S:

$$S = K \cdot G = K_o \cdot K_s \cdot K_d \cdot K_r \cdot G = 1,5 \cdot 0,05 \cdot 1,0 \cdot 1,3 \cdot 425,88 = 0,0975 \cdot 425,88 = 41,25 \text{ kN}$$

G...skupna teža

teža okvirja G + 50% P	$28,7 \times 12,4 =$	355,88 kN
stebri	$0,30 \cdot 0,40 \cdot 6,0 \cdot 25 \cdot 2 =$	19,4 kN
parapetni zidovi	$2,2 \cdot 0,4 \cdot 16 \cdot 2,4 =$	34 kN
skupaj G		425,88 kN

2.3 Zaključek analize potresne odpornosti

Analiza stanja poslopja v obstoječem stanju ob izpolnitvi predpostavk računa je pokazala, da objekt ne ustreza kriterijem trenutno veljavnega Pravilnika o gradnji na potresnih področjih, ki zahteva duktilno obnašanje konstrukcije v primeru potresa. Na osnovi rezultatov potresne analize lahko sklepamo, da se obravnavani objekt v primeru delovanja mejne (potresne) obtežbe ne obnaša duktilno, kar pomeni, da lahko pride do krhke porušitve.

Potrebno je zagotoviti večjo nosilnost vmesnih stebrov v vseh etažah. Pri pravilno (duktilno) zasnovani okvirni konstrukciji morajo namreč imeti stebri večjo nosilnost od prečk. S tem dosežemo, da se plastični členki najprej pojavijo v prečkah izven vozlišč, šele nato v stebrih. Poškodbe prečk ponavadi ne morejo ogroziti globalne stabilnosti konstrukcije, poleg tega pa se največ energije absorbira prav v upogibnih plastičnih deformacijah.

Dodaten problem so parapeti med okenskimi fasadnimi stebri. Le-ti povzročajo tako imenovani efekt "kratkih stebrov", saj na teh mestih prihaja do velikih koncentracij strižnih napetosti, kar privede do strižne (neduktilne) porušitve stebrov. V tem območju bi bila potrebna zgostitev stremen, kakor tudi na stikih s prečkami. Iz originalnih armaturnih načrtov je razvidno, so stremena 2-strižna in sicer, pri stebrih v oseh B in C ϕ 10, na razdalji $e = 25$ cm, medokenski stebri pa imajo stremena ϕ 8, na razdalji $e = 20$ cm. Izkušnje iz preteklih potresov kažejo, da ima lahko varčevanje s stremensko armaturo katastrofalne posledice: ker odpovedo stebri lahko pride do rušenja celotnega objekta. Zato je po veljavnih predpisih potrebno zgoščevanje stremen na vseh kritičnih mestih.

Objekt telovadnice v skladu s pričakovanji ni kritičen, težave se lahko pojavijo le zaradi parapetov med stebri nosilnih armiranobetonskih okvirjev. Potresna odpornost opečnih zidov v X smeri je prav tako večja od predpisane.

Na osnovi rezultatov analize potresne odpornosti poslopja ocenjujemo, da je za zagotovitev potrebne varnosti poslopja potrebno izvršiti naslednje konstruktivno-ojačitvene posege:

- povečanje upogibne nosilnosti vmesnih stebrov v Y smeri v pritličju in prvem nadstropju,
- povečanje strižne nosilnosti vmesnih stebrov v vseh etažah, še posebej pa v pritličju in 1. nadstropju,
- povečanje strižne nosilnosti medokenskih stebrov v vseh etažah, še posebej kritična mesta so na mestih parapetov,
- povečanje upogibne nosilnosti okenskih stebrov v Y smeri v 3. nadstropju.

3.0 Zaključek ekspertize

Na osnovi pregledov poslopja in posameznih konstruktivnih elementov, izvedenih preiskav in izdelanih analiz lahko zaključimo naslednje:

- predpostavkam seizmične analize, to je togemu vpetju zidov in stropov ter hkratnemu delovanju oziroma povezanosti zidovja, je zagotovljeno že v obstoječem stanju (zidovi so v vseh etažah povezani z rebričastimi stropovi),
- poslopje ni sposobno prevzeti in prenesti pričakovane projektne potresne obremenitve, ki lahko nastopi na tem območju po trenutno veljavnih predpisih, niti po EUROCODU 8, ki je od teh še strožji,
- za zagotovitev potrebne potresne varnosti je potrebno zagotoviti večjo upogibno nosilnost stebrov v pritličju in 1. nadstropju ter jih strižno ojačiti v vseh etažah, prav tako pa je potrebno ojačiti med okenske fasadne stebre v območjih parapetov,
- mejna nosilnost stropnih konstrukcij je v skladu s predpisano vertikalno obtežbo v predpisih (lastna teža in koristne obtežbe), zato ojačitev obstoječih rebričastih stropov ni potrebna,
- temeljenje zgradbe je ustrezno.

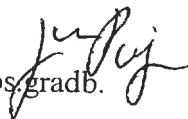
Objekt bo v primeru potresa varen in zanesljiv šele, ko bodo izvedene vse potrebne izboljšave, ki so predpisane v tej ekspertizi. Poleg naštetih sanacijskih in ojačitvenih posegov, so možni tudi drugi kot so dodajanje novi nosilnih elementov (sten, stebrov....) ter ojačevanje obstoječih opečnih zidov z obbetoniranjem ali izvedbo armiranih ometov, kar pa bo natančneje obdelano v projektno tehnični dokumentaciji za sanacijo in ojačitev šolskega poslopja.

Izdelala:



Dušan Remic, univ.dipl.ing.gradb.

Jan Pajer, abs.gradb.



4.0 Priloge

4.1 Preiskave trdnostnih karakteristik betona

DN: 9364-BET-03

Naš znak: 388-103/AS-FK

Datum: 27.08.2003

POROČILO

O IZVEDENIH PREISKAVAH

PREDMET: OŠ Rihard Jakopič, Ljubljana

NAROČNIK: Gradb-Art, Dušan Remic s.p., Podmilščakova 11, Ljubljana

NAROČILO: pogodba IGMAT št. 05/03 z dne 18.01.2003

Nosilec naloge:

mag. Franci Kavčič univ.dipl.inž.grad

igmat d.d.
inštitut za gradbene materiale
Polje 351 C • 1260 Ljubljana-Polje

Direktor:

mag. Alojz Sever, univ.dipl.inž.grad.

1.0 UVOD

Na osnovi naročila s strani g. Remica, smo opravili pregled nekaterih konstrukcijskih elementov v Osnovni šoli Rihard Jakopič v Ljubjani. Namen pregleda je ugotoviti čim realnejše stanje vgrajenih betonov v stebre in stene objekta. V ta namen so bili odvzeti tudi vzorci betona, ki so prikazani v prilogi poročila in jih je dostavil naročnik. Na podlagi stanja odvzetih vzorcev betona je bil opravljen pregled konstrukcijskih elementov po posameznih nadstropjih s pomočjo nedestruktivne preiskave. Rezultati izvedenih preiskav so predmet tega poročila.

Ob pregledu smo pripravili tudi fotodokumentacijo, ki je sestavni del poročila.

2.0 ODVZEM IN PREGLED VZORCEV BETONA

Naročnik je dostavil v pregled šest vzorcev betona, ki so bili odvzeti iz sten in stebrov objekta, in sicer po posameznih etažah. Odvzeti vzorci betona so prikazani na slikah od 1 do 7. Pri pregledu vzorcev smo ugotovili naslednje stanje:

- Vzorec betona št. 1. Vzorec betona je bil odvzet iz stene pritličja, in sicer v jedilnici, slika 17. Beton je slabo vgrajen in zgoščen, vidna so segregacijska mesta, slika 1. Povprečna globina izvrtanega vzorca je samo 4 cm.
- Vzorec betona št. 2. Vzorec betona je bil odvzet iz stene pritličja. Tudi tu je beton slabo vgrajen in zgoščen, vidna je segregacija ob robu opaža, slika 2. Vzorec ni bil dostavljen v celoti, kar je vidno na drugi strani vzorca, slika 3. To je le 2/3 celotnega vzorca, globina izvrtanega vzorca je le 5,5 cm. Na površini vidimo sloj grobe malte.
- Vzorec betona št. 3. Vzorec betona je bil odvzet v pritličju. Beton je mestoma bolje zgoščen, kot pri valjih 1 in 2, je pa vidna segregacija v okolici armature, slika 4. Globina izvrtanega vzorca je 6,0 cm. Na površini vidimo sloj grobe malte. Prerezana je gladka armaturna palica.
- Vzorec betona št. 4. Vzorec betona je bil odvzet v I. nadstropju. Globina izvrtanega vzorca je v povprečju le 2,0 cm. Dostavljen vzorec betona je dobro zgoščen, slika 5. Prerezana je gladka armaturna palica, ki je razslojila vzorec betona.
- Vzorec betona št. 5. Vzorec betona je bil odvzet v II. nadstropju. Globina izvrtanega vzorca je v povprečju le 4,0 cm. Dostavljen vzorec betona je dobro zgoščen, slika 6.
- Vzorec betona št. 6. Vzorec betona je bil odvzet v III. nadstropju. Globina izvrtanega vzorca je v povprečju le 4,0 cm. Dostavljen vzorec betona je dobro zgoščen, slika 7. Prerezana je gladka

Vsi vgarjeni betoni imajo največje zrno agregata 16 mm. Agregat je prodnatega izvora. Zaradi slabo odvzetih vzorcev betona ni bilo moč opraviti mehanskih preiskav.

3.0 PREGLED POLOŽAJA ARMATURE

Glede na opaženo stanje betona, ki je razvidno iz točke 2, je bilo dogovorjeno, da se izvede pregled položaja armature v stebri stopnišča. Namen je preveriti položaj in količino vgrajene armature. Pregeled je bil opravljen s pomočjo nedestruktivne metode, in sicer z iskalcem in lokatorjem armature Profometer 3, proizvajalca Proceq Švica. Profometer ima sposobnost zaznati armaturo do globine 60 mm.

Preiskavo smo opravili na okroglem stebri stopnišča v pritličju, slika 8. Pri tem smo ugotovili naslednje stanje:

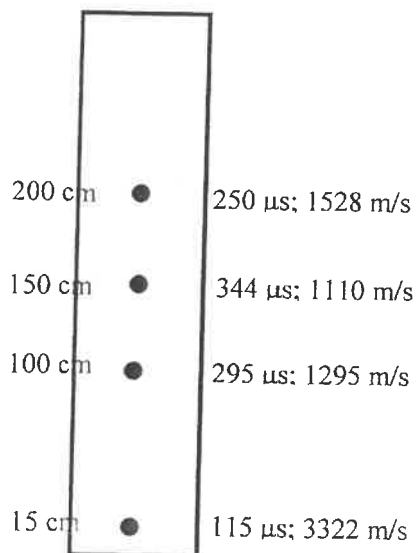
- Steber ima obseg 120 cm. V stebri je šest vertikalnih palic, na razmaku približno 20 cm, ki so medsebojno povezane s stremeni na razmaku 20 cm, slike od 9 do 12.
- Razpored stremen je po višini dokaj enakomeren, le na višini približno 160 cm od tal je prišlo do zdrsa enega od stremen, sliki 9 in 10. V tem primeru se je streme približalo spodnjemu stremenu na 11 cm.
- Pri pregledu zaščitnega sloja betona nad armaturo je bilo ugotovljeno, da je bila armatura pri betonaži premaknjena iz osi. Tako je armatura ob stopnišču bolj odmaknjena od površine, slika 9, medtem ko je na nasprotni strani armatura bližje površini, slika 11.

Stopniščni stebri v zgornjih nadstropjih so oblečeni s keramičnimi ploščicami, kar je onemogočilo preverjanje armature, saj ni bilo dobrega stika s podlago.

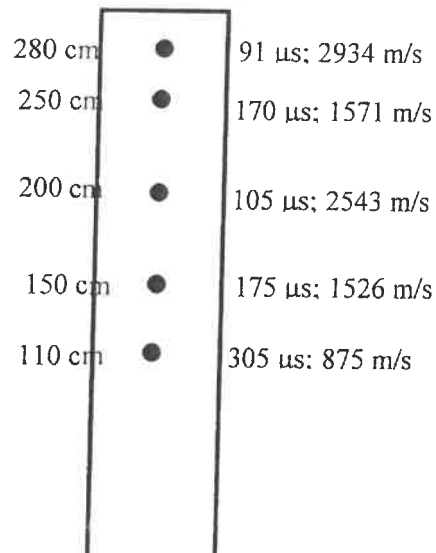
4.0 PREGLED HOMOGENOSTI BETONA

Pregled homogenosti betona je bil opravljen na večih mestih po objektu. V ta namen je bila opravljena nedestruktivna preiskava betona po posameznih elementih s pomočjo ultrazvočne naprave proizvajalca Proceq Švica, Concrete Tester CCT-4. Preiskava nam omogoča, da s pomočjo sonde oddajamo zvočni impulz, ki ga sprejemna sonda zazna. Čas, ki je za to potreben pa nam pokaže stanje vgrajenega materiala. Izvajamo lahko transverzalne ali pa longitudinalne meritve. V našem primeru smo uporabili obe vrsti meritev. Meritve so relativnega pomena, saj je potrebno vedeti, da so vsi konstrukcijski elementi obdelani z ometi, kar nam še poslabša natančnost meritve. Vse časovne prehode smo, na podlagi podatka o razdalji med posameznimi merilnimi mesti, preračunali v hitrost. Hitrost prehoda zvoka preko normalne vrste betona je med 4000 in 4800 m/s. Tovrstne vrednosti v našem primeru niso bile dosežene.

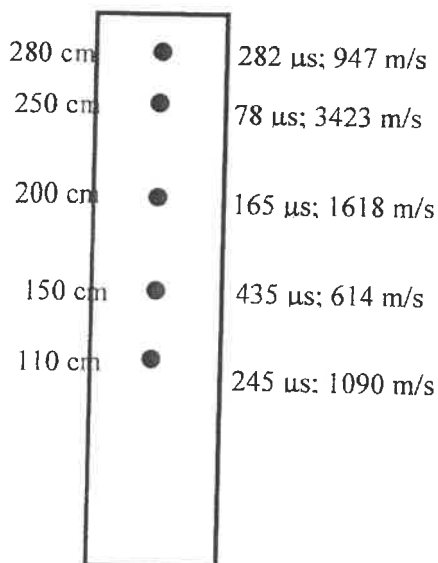
Okrogel steber stopnišča v pritličju



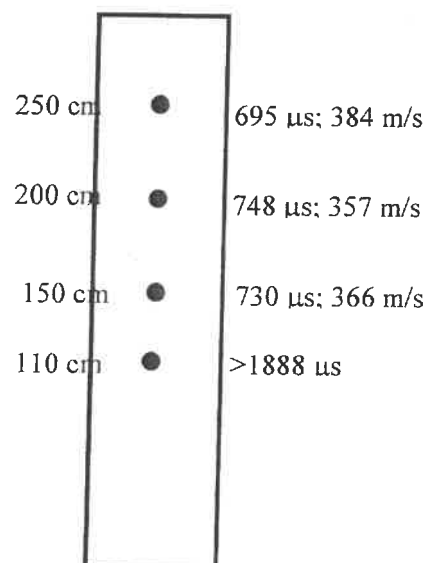
Steber med okni v učilnici 25, pritličje, os A in 8



Steber med okni v jedilnici v pritličju, os D in 6-7

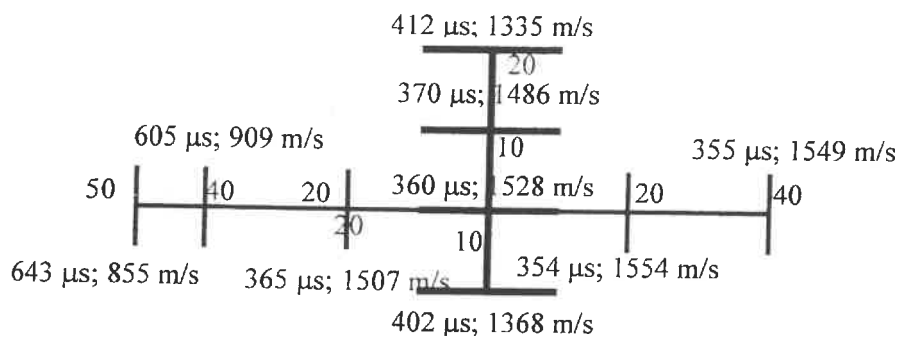


Steber med okni zbornice, I. nad., os D in 5

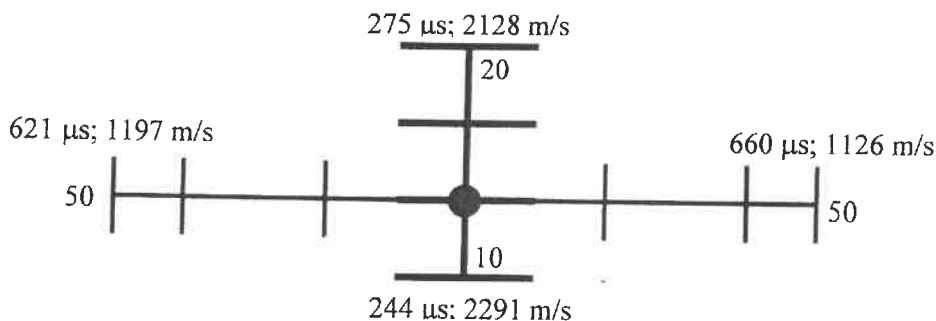


Hitrost prehoda zvoka je bila merjena le pravokotno na steber, vzporedno z linijo oken. Mestoma smo imeli težave z odstopljenim ometom.

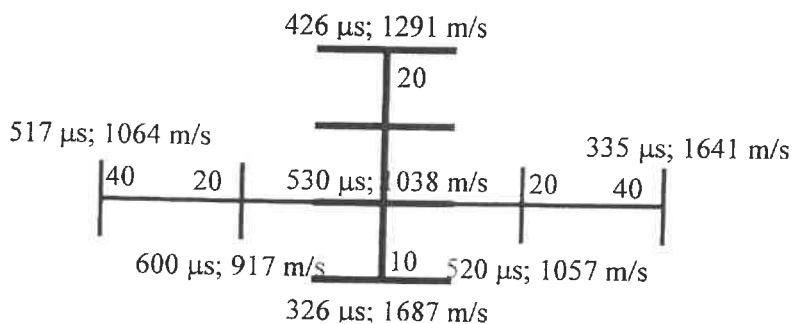
Betonska stena nad vrati v učilnico 25, pritličje v osi B



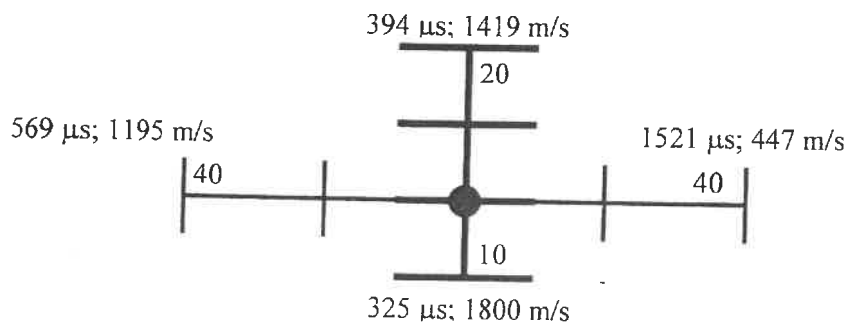
Na spodnji shemi so prikazane hitrosti prehodov, pri čemer je bila ena sonda vedno na sredinski točki.



Betonska stena nad vrati v učilnico 26, pritličje v osi B



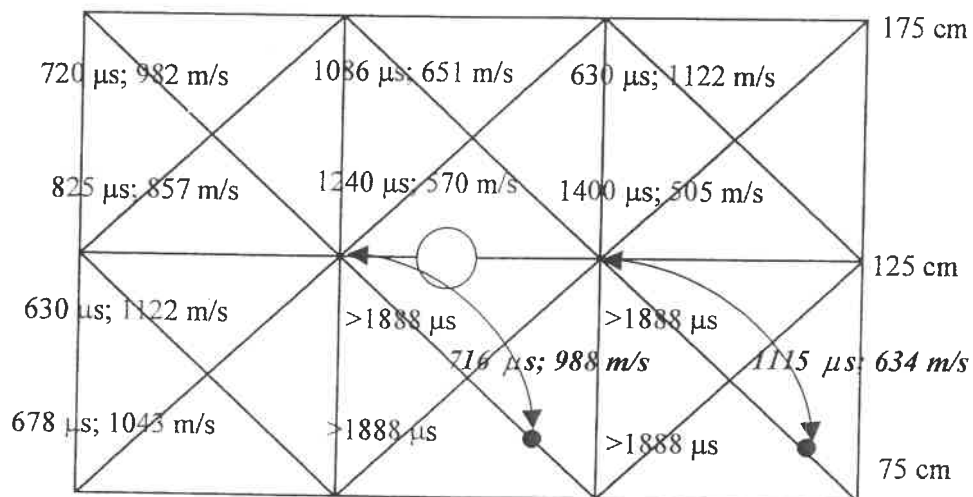
Na spodnji shemi so prikazane hitrosti prehodov, pri čemer je bila ena sonda vedno na sredinski točki.



Betonska stena v jedilnici, pritličje, os C, velikost mreže 50/50 cm, oddaljenost od tal je 75 cm, okoli valja št. 1

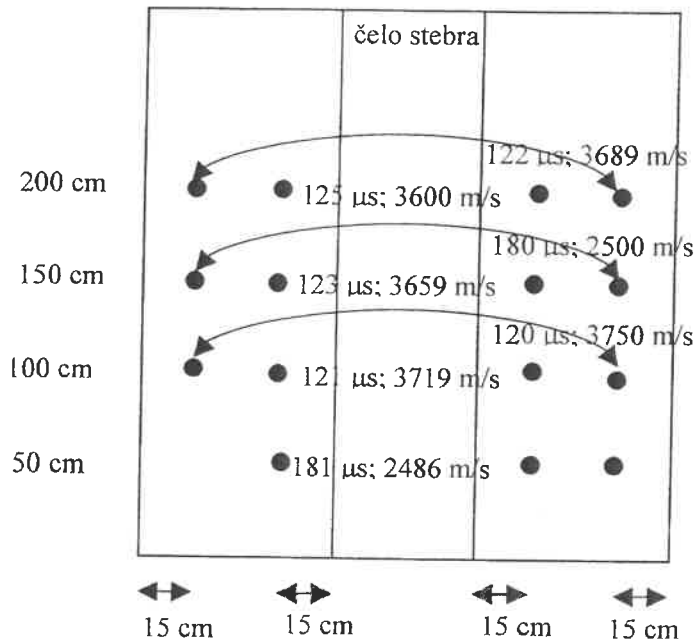
	244 μ s; 2049 m/s	556 μ s; 899 m/s	925 μ s; 541 m/s
490 μ s; 1020 m/s	477 μ s; 1048 m/s	249 μ s; 2008 m/s	221 μ s; 2262 m/s
552 μ s; 906 m/s	844 μ s; 592 m/s	630 μ s; 794 m/s	
1400 μ s; 357 m/s	440 μ s; 1336 m/s	301 μ s; 1561 m/s	705 μ s; 709 m/s
1408 μ s; 355 m/s	560 μ s; 893 m/s	1120 μ s; 446 m/s	

Zgornja shema prikazuje meritve med posameznimi vogali mreže v horizontalni in vertikalni smeri.

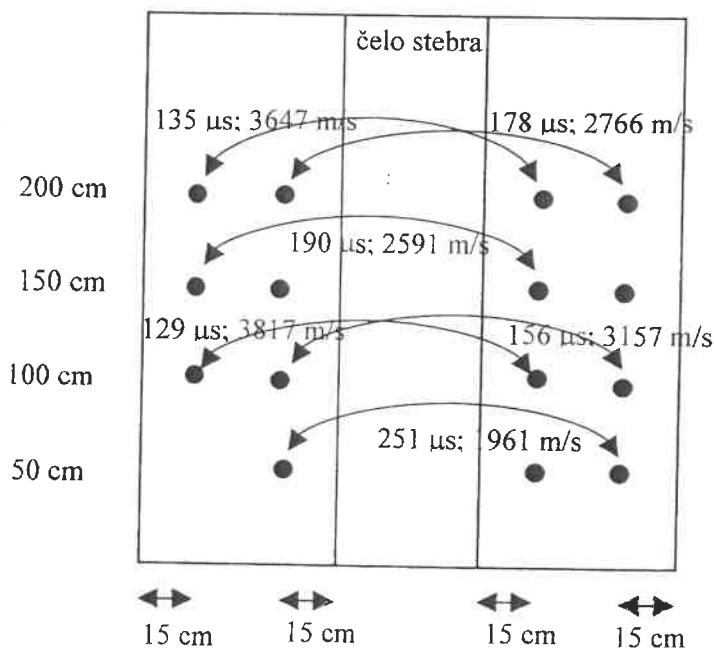


Zgornja shema prikazuje meritve med posameznimi vogali mreže v diagonalnih smereh.

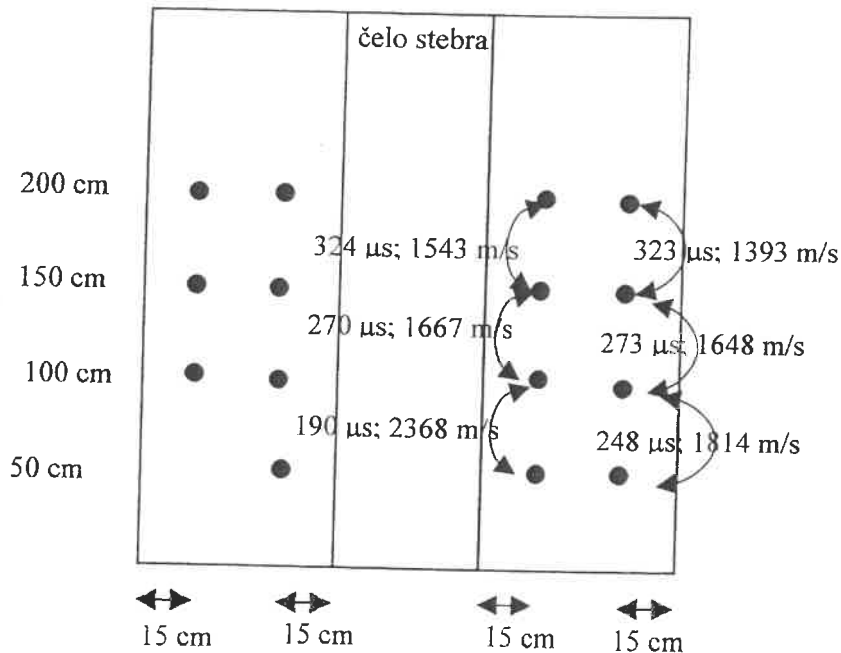
Steber v zbornici, v osi C in 5, slika 18



Meritve so bile opravljene med posameznimi točkami, ki so prikazane na shemi. Točke so bile razvrščene v vertikalni liniji, odmaknjeni 15 cm od notranjega robu stebra s steno in 15 cm od robu stebra s čelno stranjo stebra. Meritev je potekala pravokotno na steber. Površina stebra je ometana in prebeljena. Shema prikazuje razvito površino stebra.

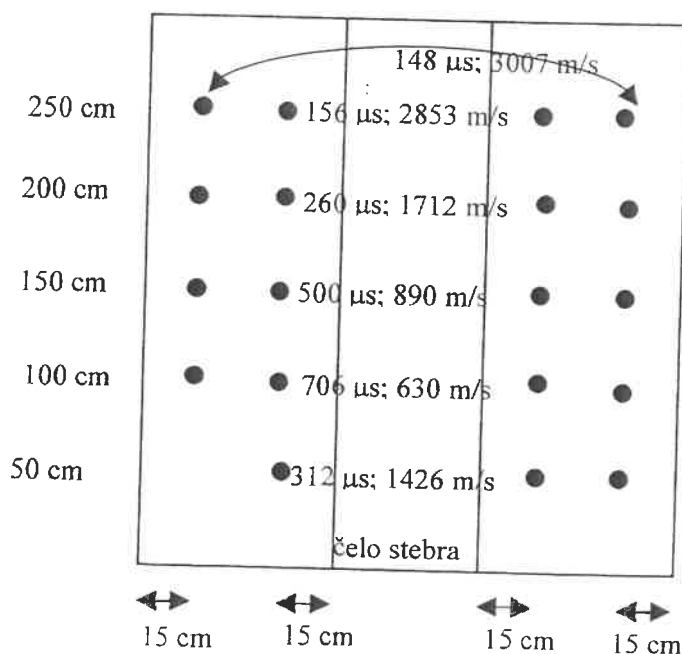


Meritve so bile opravljene diagonalno med posameznimi točkami, katerih mesta so bila že opisana. Shema prikazuje razvito površino stebra.

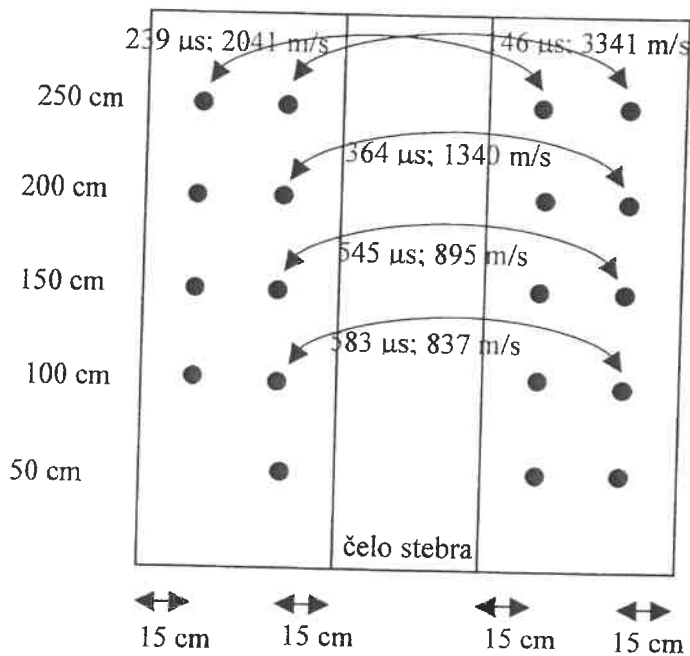


Meritve so bile opravljene med točkami v vertikalni smeri, samo po desni strani stebra. Shema prikazuje razvito površino stebra.

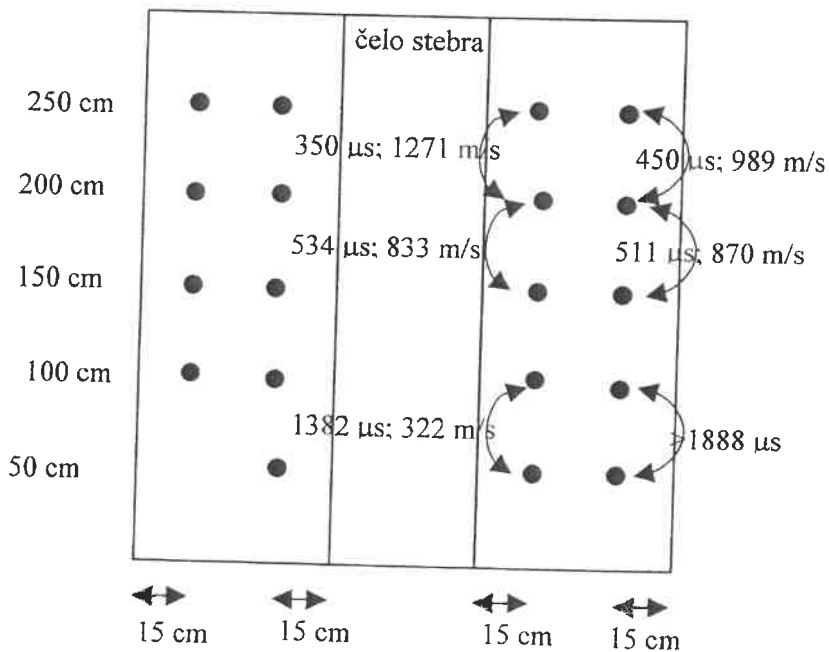
Steber med učilnicama 56 in 57, II. nad., v osi B in 3, slika 20



Meritve so bile opravljene med posameznimi točkami, ki so prikazane na shemi. Točke so bile razvrščene v vertikalni liniji, odmaknjeni 15 cm od notranjega robu stebra s steno in 15 cm od robu stebra s čelno stranjo stebra. Meritev je potekala pravokotno na steber. Površina stebra je v višini nad 200 cm ometana in prebeljena, medtem ko je v spodnjem delu prebarvana z oljno barvo. Barvana površina je hrapava, pomarančna površina, slika 24, da je mestoma vplivala na dobljene rezultate meritev. Shema prikazuje razvito površino stebra.

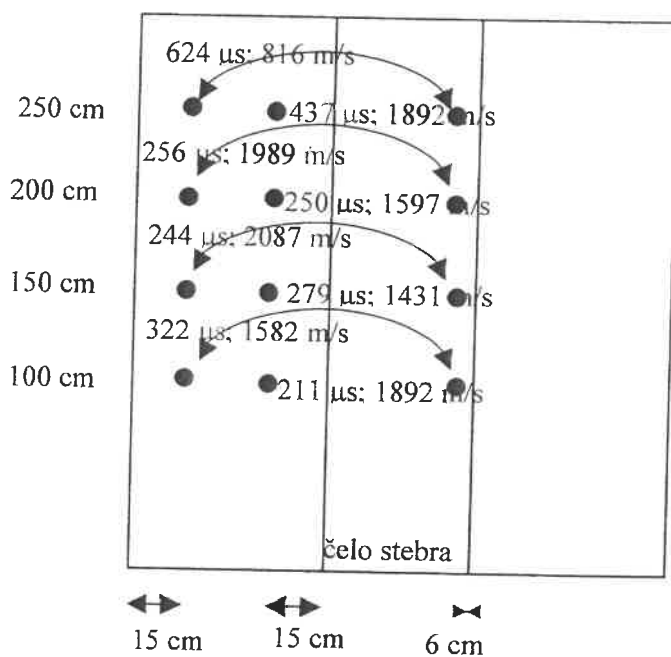


Meritve so bile opravljene diagonalno med posameznimi točkami po stebru. Shema prikazuje razvito površino stebra.

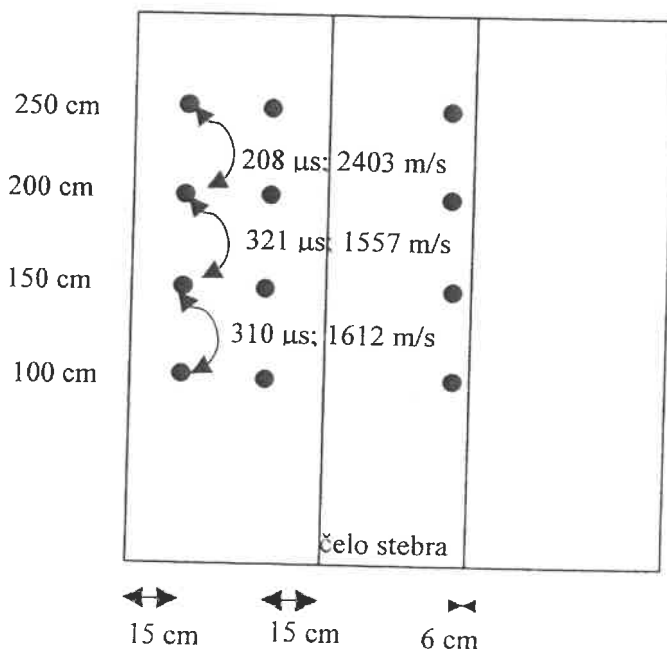


Meritve so bile opravljene med točkami v vertikalni smeri, samo po desni strani stebra. Shema prikazuje razvito površino stebra.

Steber v učilnici 70, II. nad., v osi C in 8, slika 21

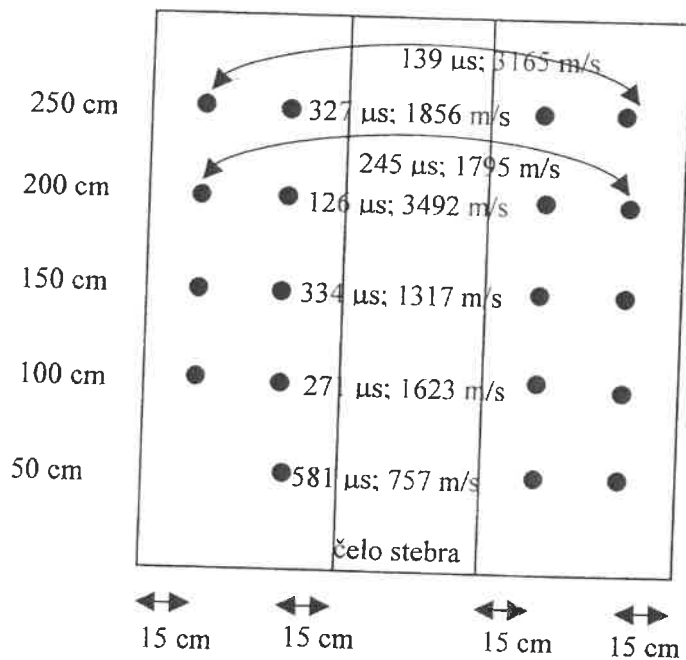


Meritve so bile opravljene med posameznimi točkami, ki so prikazane na shemi. Točke so bile razvrščene v vertikalni liniji, odmaknjeni 15 cm od notranjega robu stebra s steno in 15 cm od robu stebra s čelno stranjo stebra. Naslednja vertikalna linija je bila odmaknjena 6 cm od desnega robu čelne strani stebra. Razlog, desna stran je zakrita z omaro. Meritev je potekala pravokotno na steber. Površina stebra je ometana in prebeljena, oziroma prebarvana. Shema prikazuje razvito površino stebra.

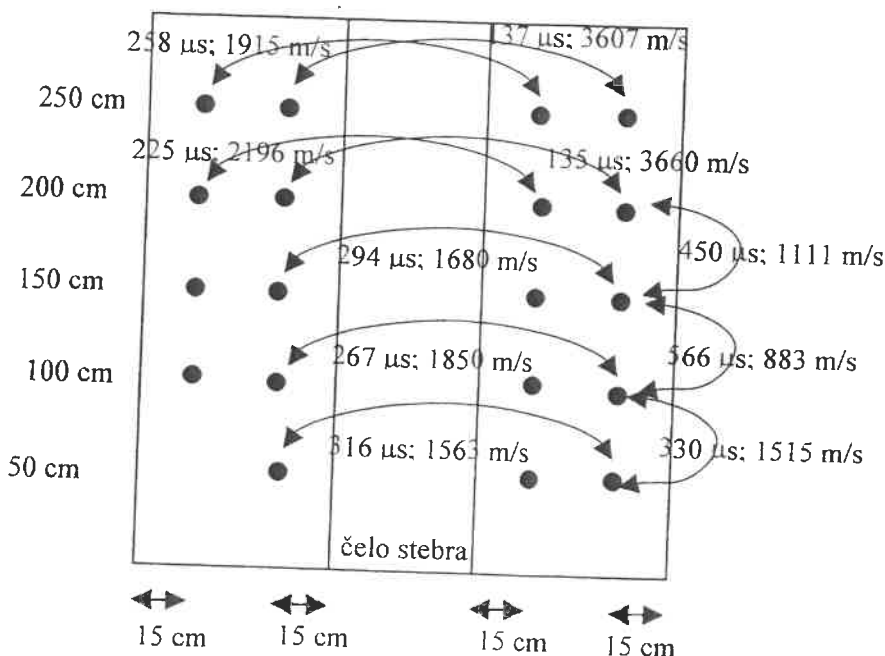


Meritev je potekala tudi v vertikalni smeri, in sicer samo po notranji vertiklani liniji. Shema prikazuje razvito površino stebra.

Steber med učilnicama 84 in 85, III.nad., v osi B in 3, slika 22

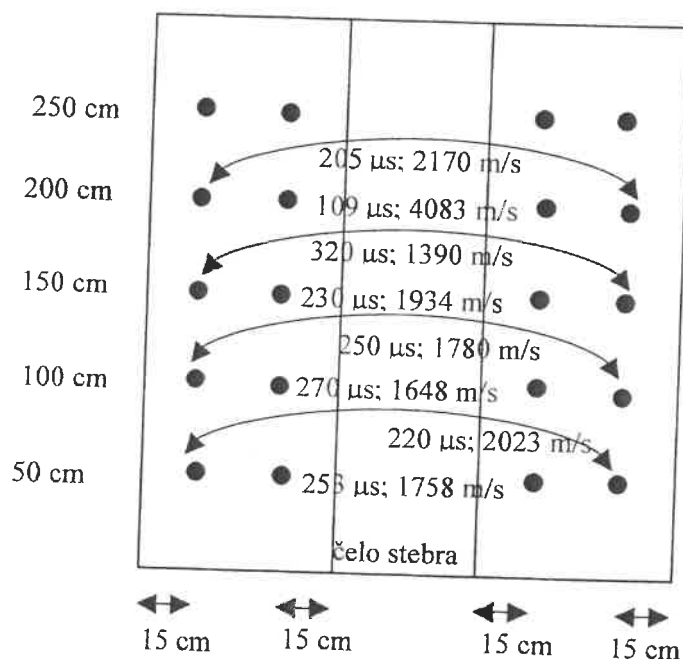


Meritve so bile opravljene med posameznimi točkami, ki so prikazane na shemi. Točke so bile razvrščene v vertikalni liniji, odmaknjeni 15 cm od notranjega robu stebra s steno in 15 cm od robu stebra s čelno stranjo stebra. Meritev je potekala pravokotno na steber. Površina stebra je v višini nad 200 cm ometana in prebeljena, medtem ko je v spodnjem delu prebarvana z oljno barvo. Barvana površina je hrapava, pomarančna površina, slika 24, da je mestoma vplivala na dobljene rezultate meritev. Shema prikazuje razvito površino stebra.

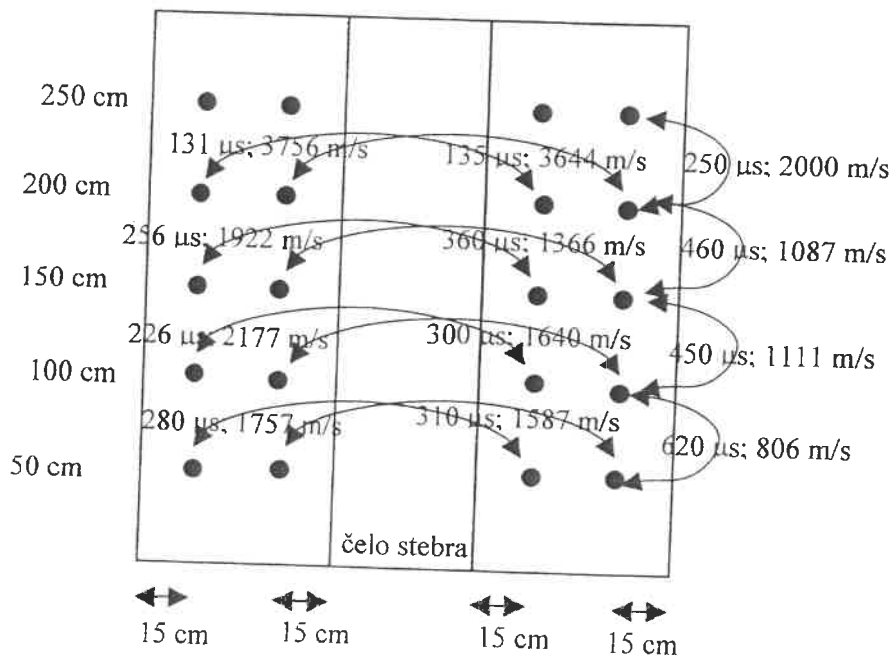


Meritve so potekale tudi v diagonalah med posameznimi točkami in v vertikalni smeri. Shema prikazuje razvito površino stebra.

Steber med učilnicama 86 in 87, III.nad., v osi B in 7, slika 23



Meritve so bile opravljene med posameznimi točkami, ki so prikazane na shemi. Točke so bile razvrščene v vertikalni liniji, odmaknjeni 15 cm od notranjega robu stebra s steno in 15 cm od robu stebra s čelno stranjo stebra. Meritev je potekala pravokotno na steber. Površina stebra je v višini nad 200 cm ometana in prebeljena, medtem ko je v spodnjem delu prebarvana z oljno barvo. Barvana površina je hrapava, pomarančna površina, slika 24, da je mestoma vplivala na dobljene rezultate meritev. Shema prikazuje razvito površino stebra.



Meritve so potekale tudi v diagonalah med posameznimi točkami in v vertikalni smeri. Shema prikazuje razvito površino stebra.

5.0 KOMENTAR REZULTATOV HOMOGENOSTI BETONA

Rezultati nedestruktivne preiskave kvalitete vgrajenega betona v smislu homogenosti dokaj nihajo po posameznih mestih preiskave. Pregled rezultatov po posameznih konstrukcijskih elementih nam poda naslednjo sliko:

1. Izvedeno je bilo skupaj 153 ultrazvočnih meritev na 12 konstrukcijskih elementih. Od tega v pritličju na šestih elementih, v I., II. in III. nadstropju pa na dveh elementih na nadstropje. Statistična obdelava vseh rezultatov je prikazana v spodnji tabeli. Na podlagi pregleda rezultatov vidimo, da je prisotno močno nihanje rezultatov. Pri koloni vseh pozitivnih podatkov smo izločili devet mest, kjer nismo zaznali povezave med sondama. Povprečna vrednost nam bo služila kot vodilo pri ocenjevanju rezultatov.

	Vsi podatki	Vsi pozitivni podatki
Število rezultatov	153	144
Povprečje	1584	1660
Standardni odklon	955	910
Maximum	4083	4083
Minimum	0	322

2. Rezultati v pritličju:

- a. Ultrazvočna meritev na okroglem stebru stopnišča kaže na dobro zgoščenost betona. Pri tem zaključku smo upoštevali natančnost merjenja, ki je zaradi ukrivljenosti ploskve malce problematična. Vrednosti se gibljejo od 1110 m/s do 3322 m/s.
- b. Zgoščenost betona v stebru med okni v učilnici 25, os A in 8, je dobra. Izstopa le vrednost na 110 cm, kjer je pod udarci votlo donelo, verjetno odstopljen omet. Večina rezultatov se giblje okoli povprečne vrednosti vseh rezultatov.
- c. Steber med okni v jedilnici, os D in 6-7, ima prav tako dobro zgoščen beton. Malce odstopajo spodnji rezultati, ostali pa se gibljejo znotraj povprečja.
- d. Zgoščenost betona v steni nad vrati v učilnico 25, os B, je dokaj enakomerna. Meritve so potekale pravokotno na steno in diagonalno med točkami.
- e. Zgoščenost betona v steni nad vrati v učilnico 26, os B, je podobna kot nad vrati v učilnico 25. Tudi tu so meritve potekale pravokotno na steno in diagonalno med točkami, pri čemer je bila ena sonda stalno v srednji točki mreže.
- f. Veliko bolj heterogena zgoščenost je v steni jedilnice, os C, na mestu kjer je bil odvzet betonski valj št. 1. Meritve v horizontalni in vertikalni smeri mreže kažejo na doseganje

vrednosti, ki so v večini manjše od povprečne vrednosti vseh meritev. Še posebej je to izrazito v okolici valja in v spodnjih 125 cm stene. Slabša slika je pri merjenju med diagonalami posameznih točk mreže, kjer v okolici valja, predvsem pa spodaj in desno pod njo ne dobimo impulza. To pomeni, da je beton na teh mestih slabo vgrajen. To se dogaja po celotni debelini stene, je pa pojav lokalni. Na neki razdalji se zopet vzpostavi povezava in lahko odčitamo čas prehoda.

3. Rezultati v I. nadstropju:

- a. Daleč najboljše rezultate zgoščenosti vgrajenega betona smo dobili na stebri v zbornici, os C. Vse meritve so imele hitrost praktično nad 2000 m/s, kar je bolje od povprečnih vrednosti. Beton je v stebri homogeno vgrajen, kar je razvidno iz rezultatov meritev med nasprotnimi točkami in diagonalnimi točkami.
- b. Zato pa so rezultati vgrajenega betona v steber med okni v zbornici, os D in 5, slabši. Rezultati se gibljejo med 357 in 384 m/s, pri enem celo ni bilo prehoda zvoka. Ta steber je po preiskavah pokazal najslabše rezultate.

4. Rezultati v II. nadstropju:

- a. Pri stebri med učilnicama 56 in 57, v osi B in 3, so nastopile težave pri zaznavanju in oddajanju signala. Do višine 200 cm so stebri na hodniku obdelani z oljno barvo, ki ima pomarančno površinsko obdelavo. Zato so tudi tu rezultati bolj pisani. Gibljejo se od tega, da nismo uspeli zaznati impulza do hitrosti 3341 m/s. Glede na rezultate in na težave pri meritvah, menimo, da je beton v tem stebri dobro vgrajen.
- b. Rezultati ultrazvočnih meritev na stebri v učilnici 70, os C in 8, kažejo na dobro homogenost vgrajenega betona. Vrednosti se gibljejo večinoma nad povprečno vrednostjo vseh meritev.

5. Rezultati v III. nadstropju:

- a. Tudi pri meritvah na stebri med učilnicama 84 in 85, v osi B in 3, imamo nihanje v rezultatih. Problem je enak kot pri stebri pod točko 4.a. Kljub temu pa so dobljeni rezultati hitrosti večinoma nad povprečno vrednostjo vseh meritev. Beton v tem stebri je dobro zgoščen.
- b. Enake težave kot pri predhodnem stebri smo imeli tudi pri stebri med učilnicama 86 in 87, v osi B in 7. Kljub temu pa so rezultati meritev celo nekoliko boljši kot v predhodnem primeru. Tu smo dosegli tudi največjo hitrost prehoda zvoka, in sicer 4083 m/s na sprednji strani stebra na višini 200 cm. Tudi v tem primeru lahko zaključimo, da je beton dobro vgrajen.

6.0 ZAKLJUČEK

Na podlagi izvedenih pregledov odvzetih valjev betona iz sten in stebrov, izvedenih preiskav homogenosti vgrajenega betona in pregleda razporeditve armature po stebru stopnišča, lahko zaključimo:

- Vgrajena armatura v stopniščni steber v pritličju je v skladu s pričakovanji in ustreza tedanjim predpisom. Nekaj težav je bilo le pri vgrajevanju betona, ko je prišlo do premika armaturnega koša.
- Odvzeti valji so bili odvzeti dokaj nestrokovno, tako, da tudi na dobro zgoščenih betonih ni bilo moč izvesti mehansko fizikalnih preiskav, temveč le pregled. Tudi valji št. 1, 2 in 3, ki dajejo na prvi pogled grozen občutek, bi pri kvalitetnejšem odvzemu kazali drugačno podobo. Vsi valji so kljub temu, da je mestoma vidna močnejša segregacija, pod pritiskom dokaj kompaktni.
- Pregled sten in stebrov z ultrazvočno preiskavo je pokazal, da je beton v elementih večinoma dobro vgrajen. Izstopa le nekaj mest, kot je stena jedilnice v pritličju, okoli valja št. 1 in pa steber med okni v zbornici, v osi D in 5. Nekaj večji raztros rezultatov smo dobili tudi na stebru med učilnicama 56 in 57 v II. nadstropju, kjer pa je po našem mnenju bila hrapava površina barve glavni problem dobljenih rezultatov.

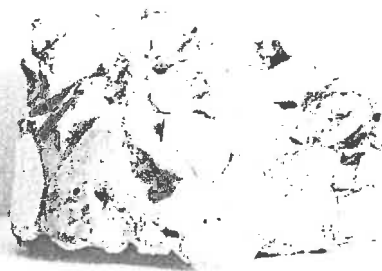
Verjetnost slabo vgrajenega betona z večjimi segregacijami vsekakor obstaja. Tako je procent verjetnosti po naši oceni, na podlagi prikazanih preiskav, v območju okoli 20 %.

PRILOGE

- fotodokumentacija (24 slik na 12 straneh)

Poročilo obsega skupaj 28 strani.

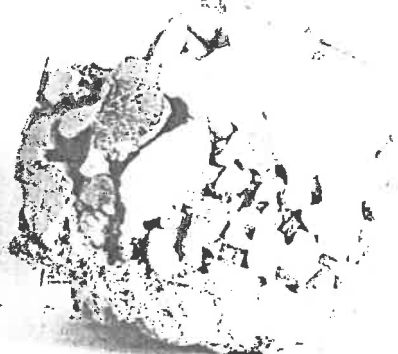
OŠ Rihard Jakopič, Ljubljana



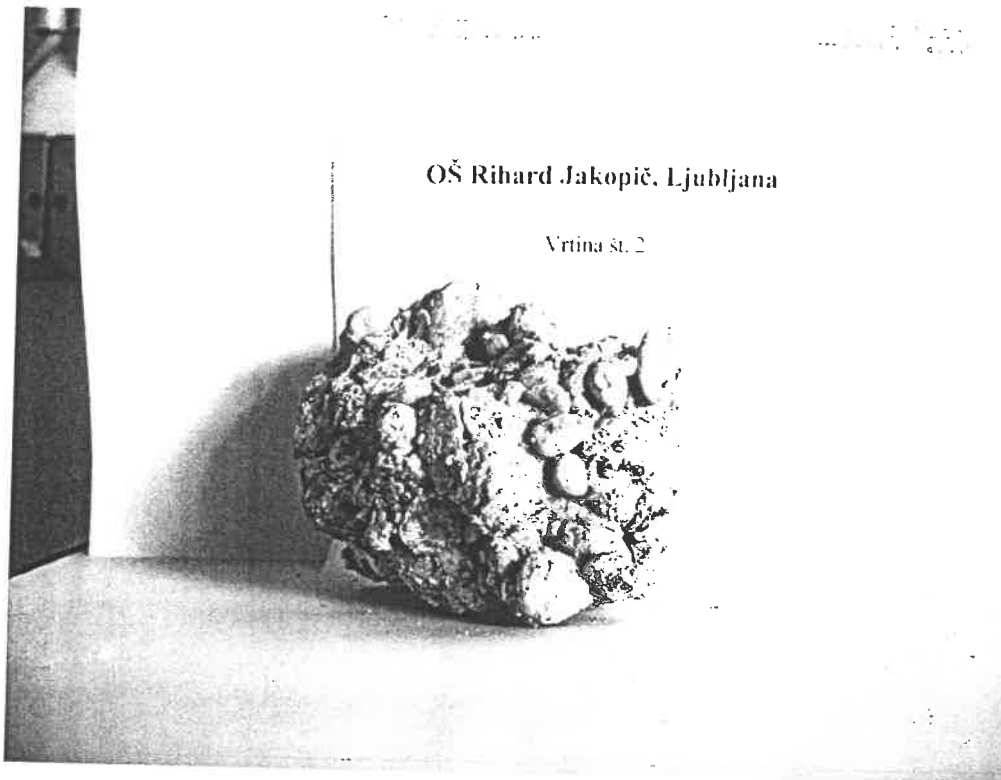
Slika 1 Vrtina betona št. 1

OŠ Rihard Jakopič, Ljubljana

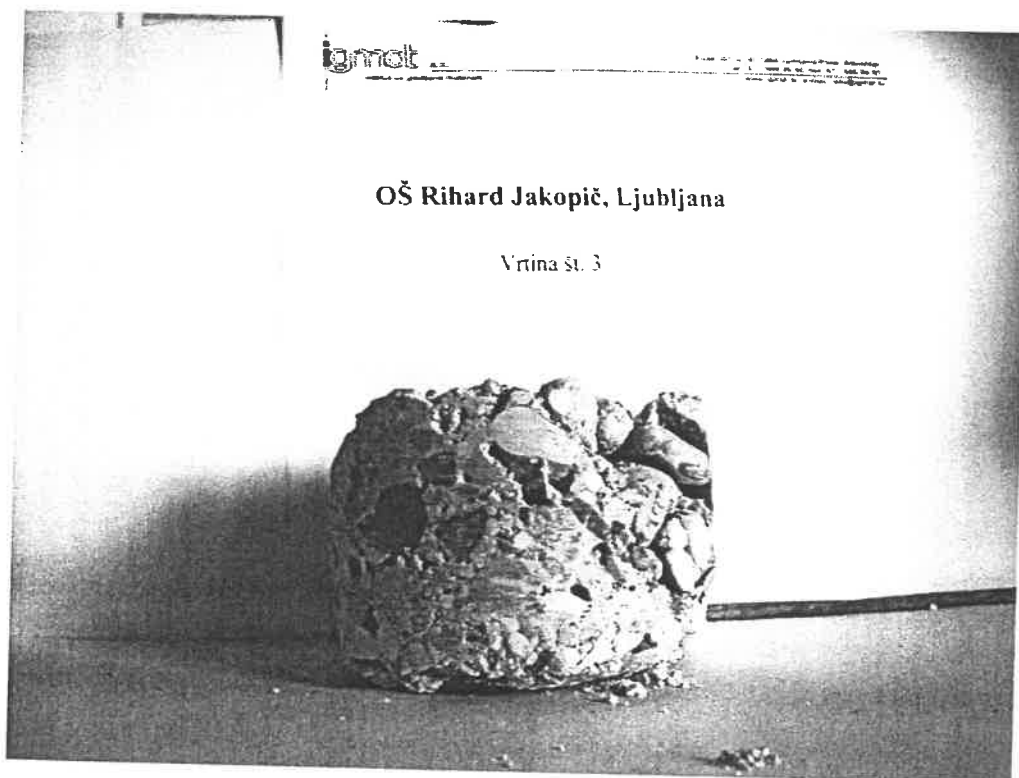
Vrtina št. 2



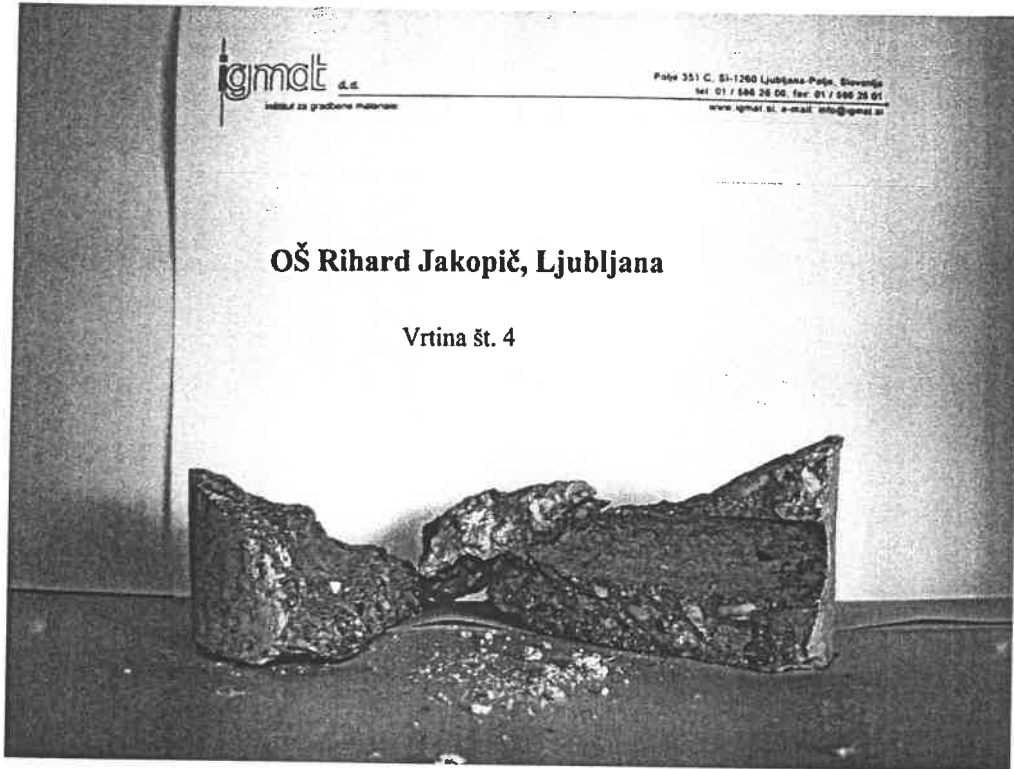
Slika 2 Vrtina betona št. 2



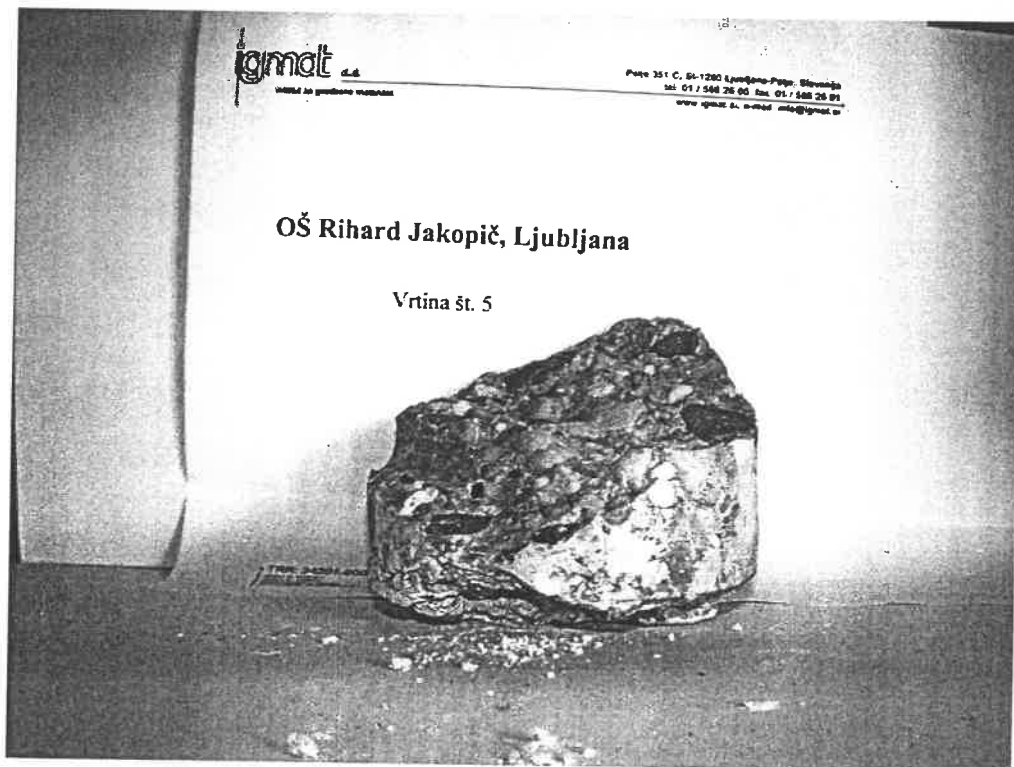
Slika 3 Vrtina betona št. 2, z druge strani



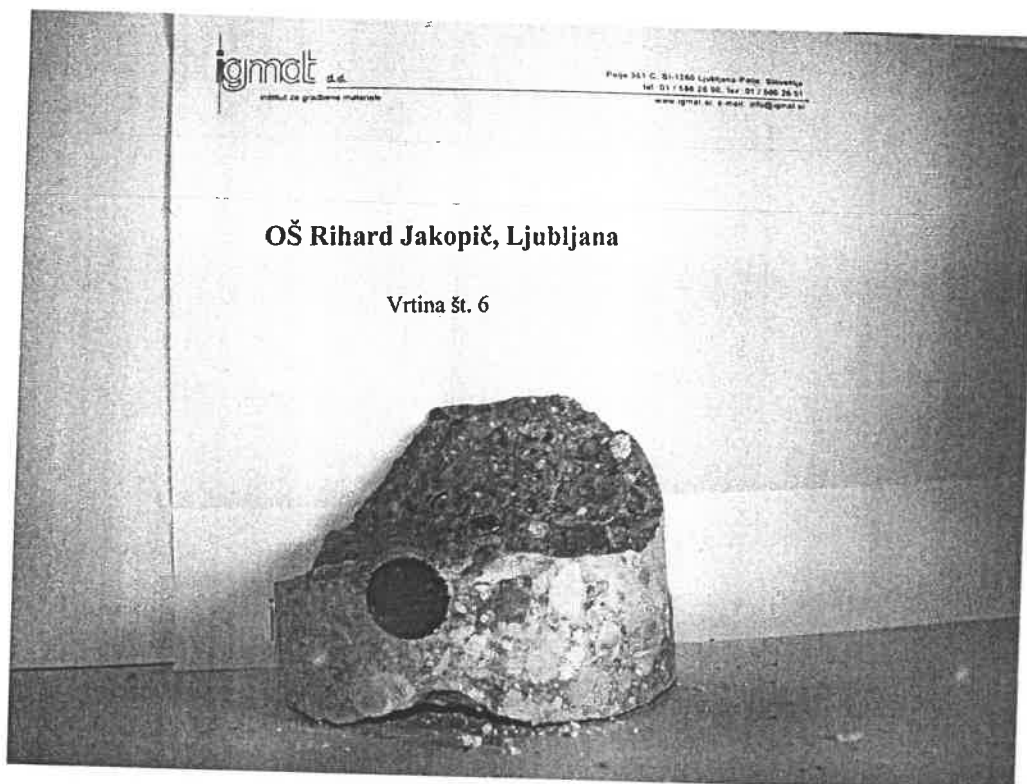
Slika 4 Vrtina betona št. 3



Slika 5 Vrtina betona št. 4



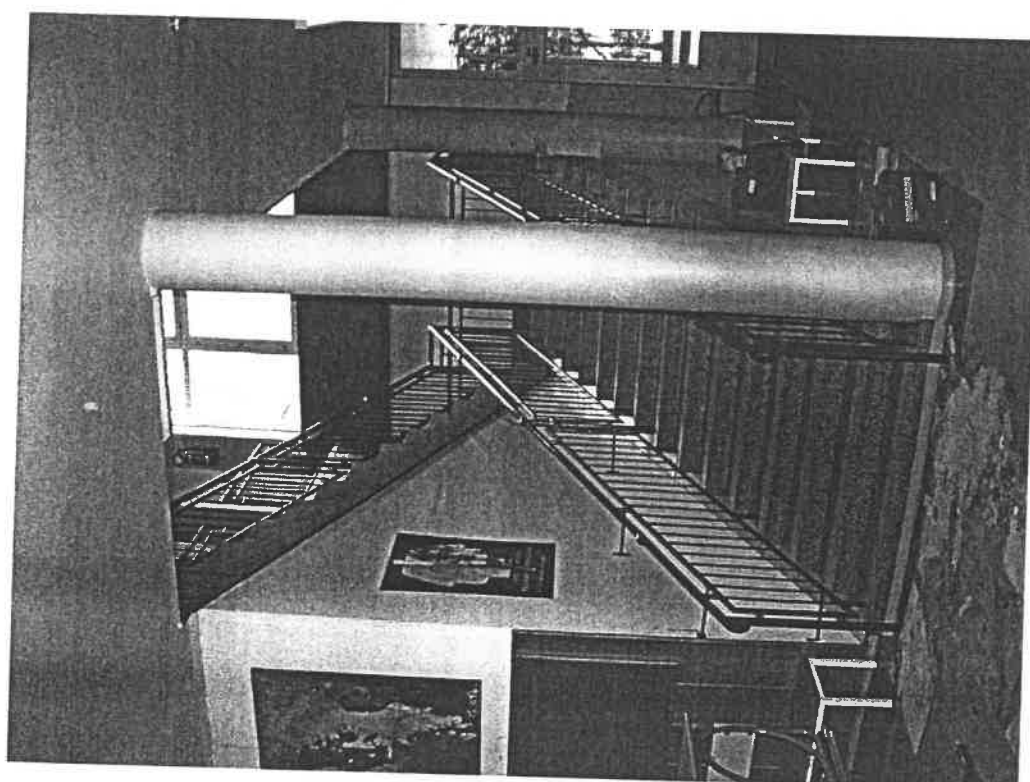
Slika 6 Vrtina betona št. 5



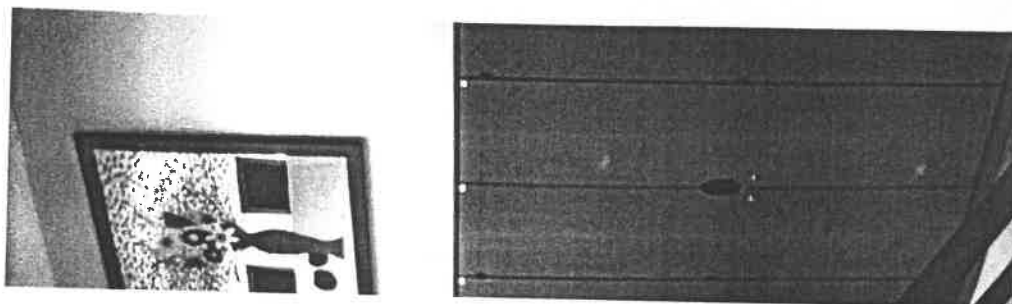
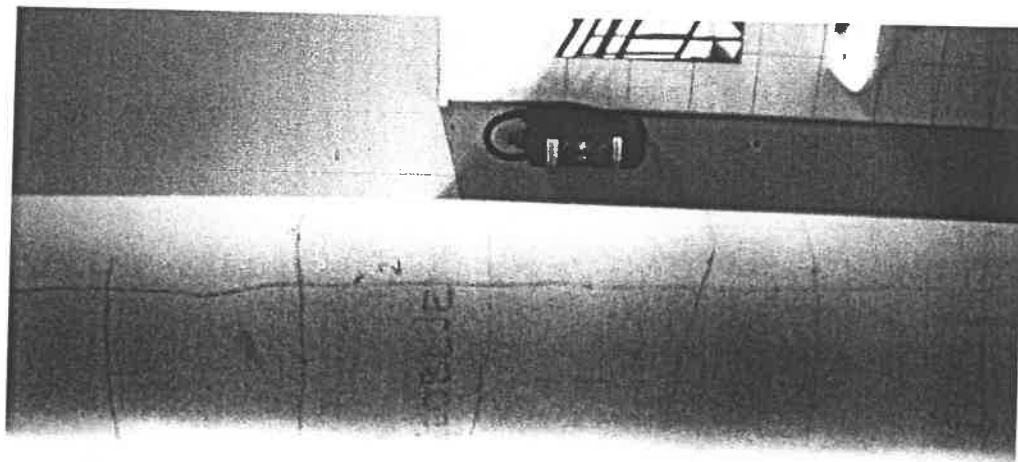
OŠ Rihard Jakopič, Ljubljana

Vrtina št. 6

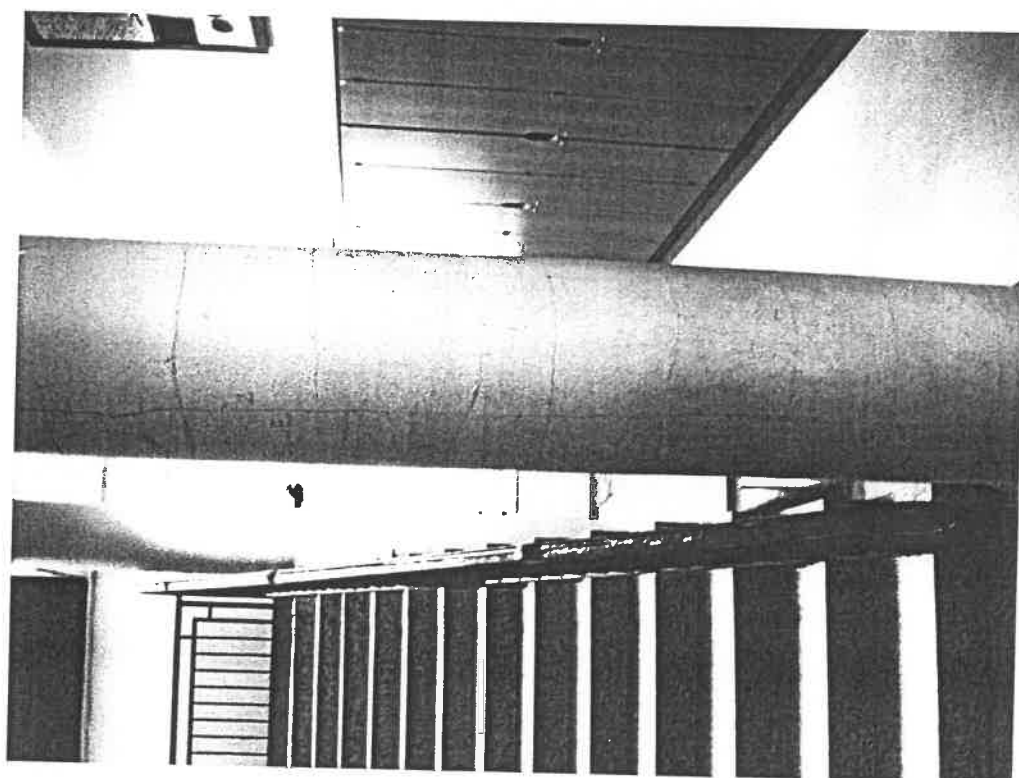
Slika 7 Vrtina betona št. 6



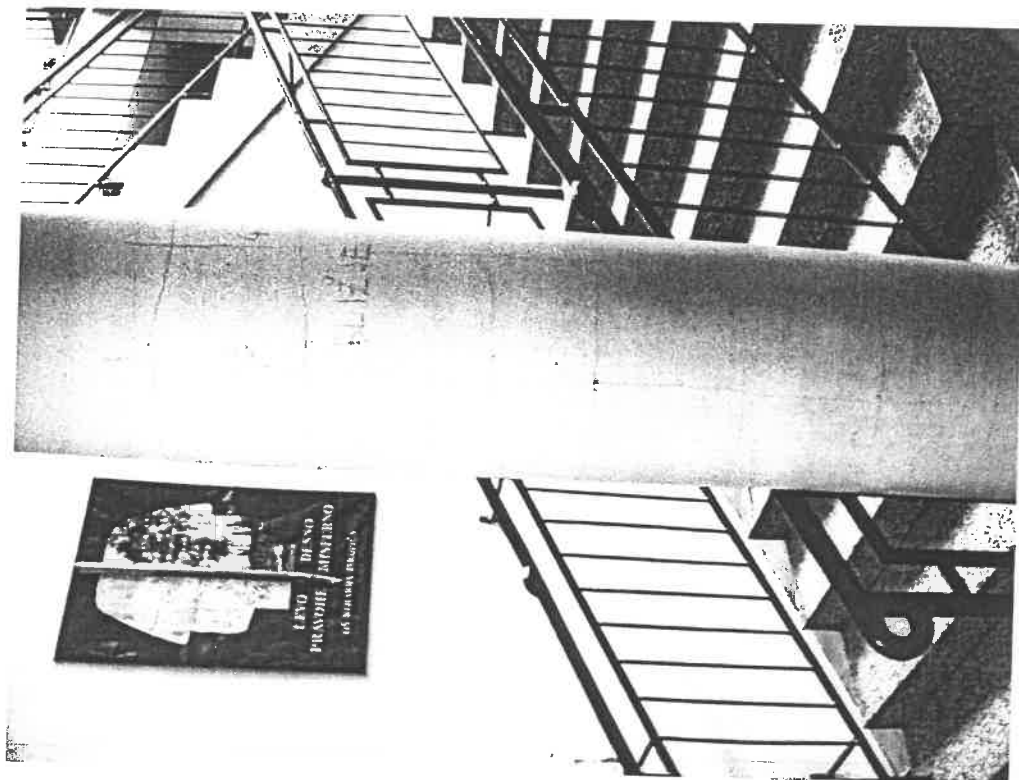
Slika 8 Okrogel steber stopnišča v prtiličju



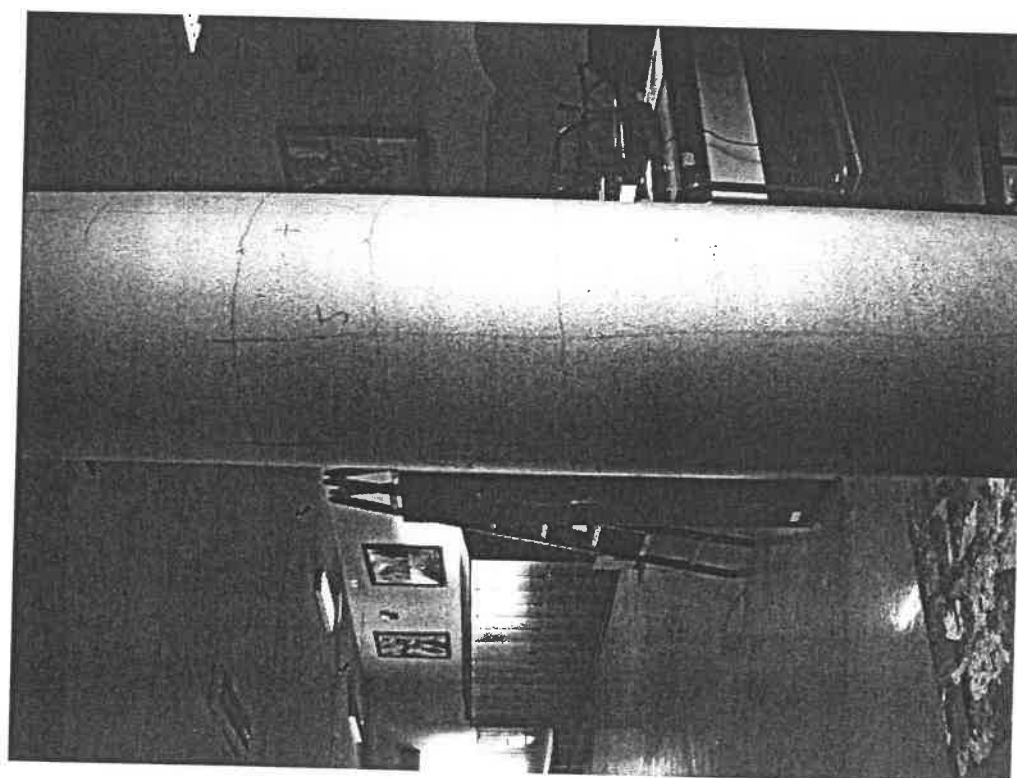
Slika 9 Potek armature po stebri stopnišča v pritličju, 1.del



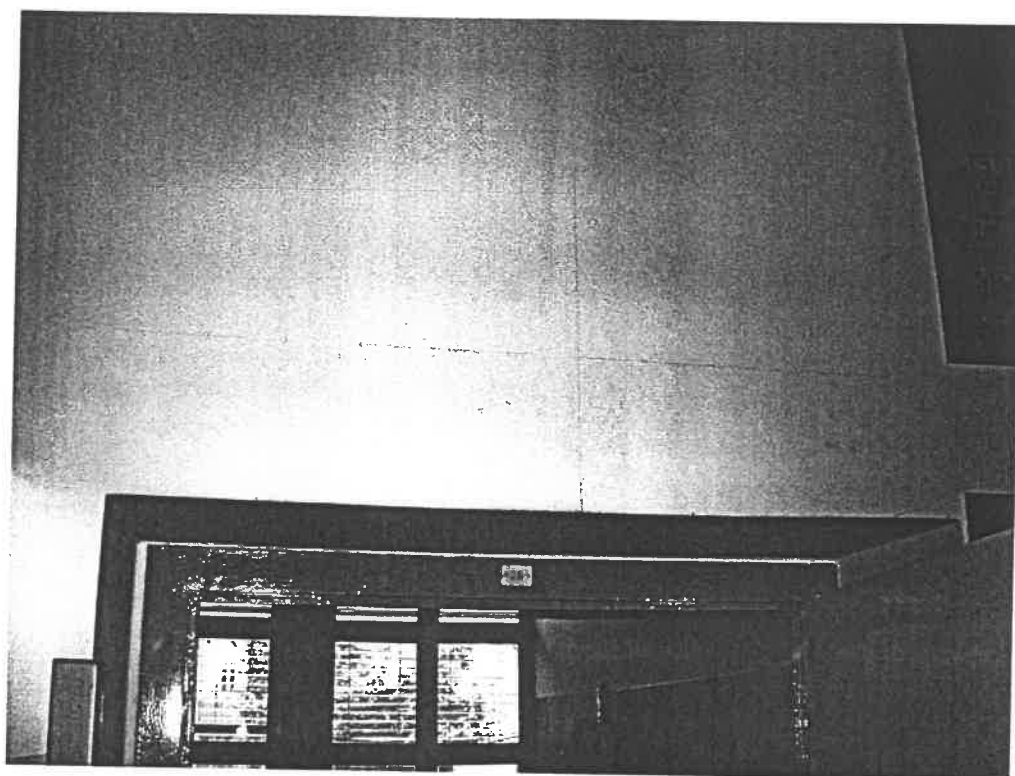
Slika 10 Potek armature po stebri stopnišča v pritličju, 2.del



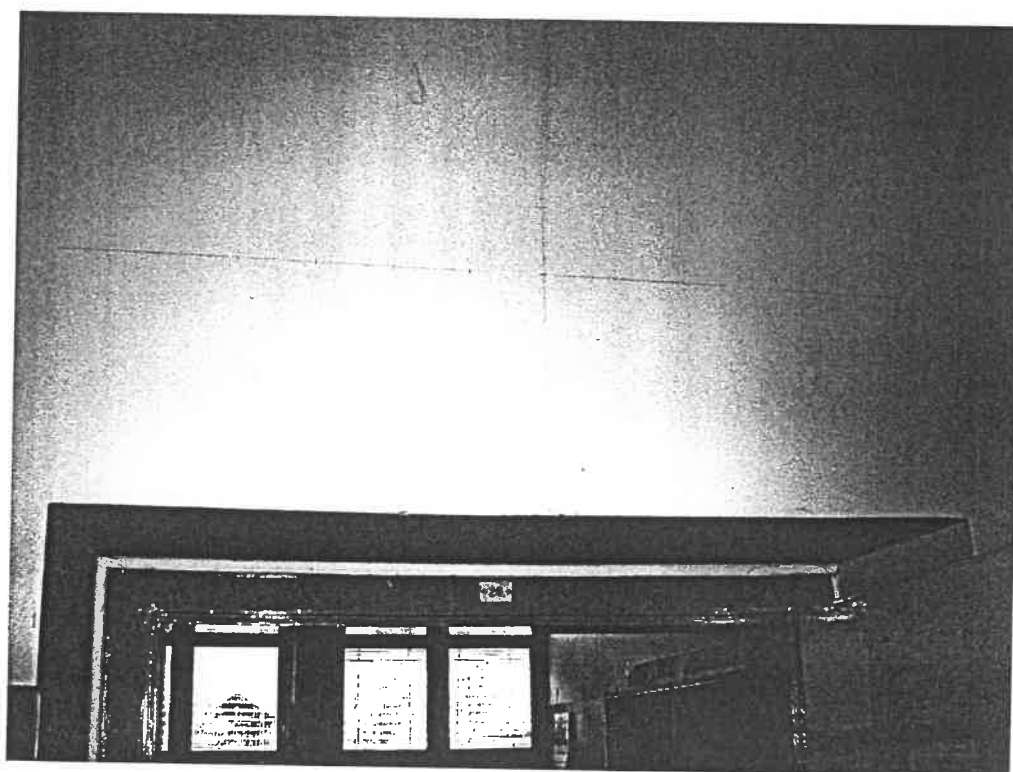
Slika 11 Potek armature po stebri stopnišča v pritličju, 3.del



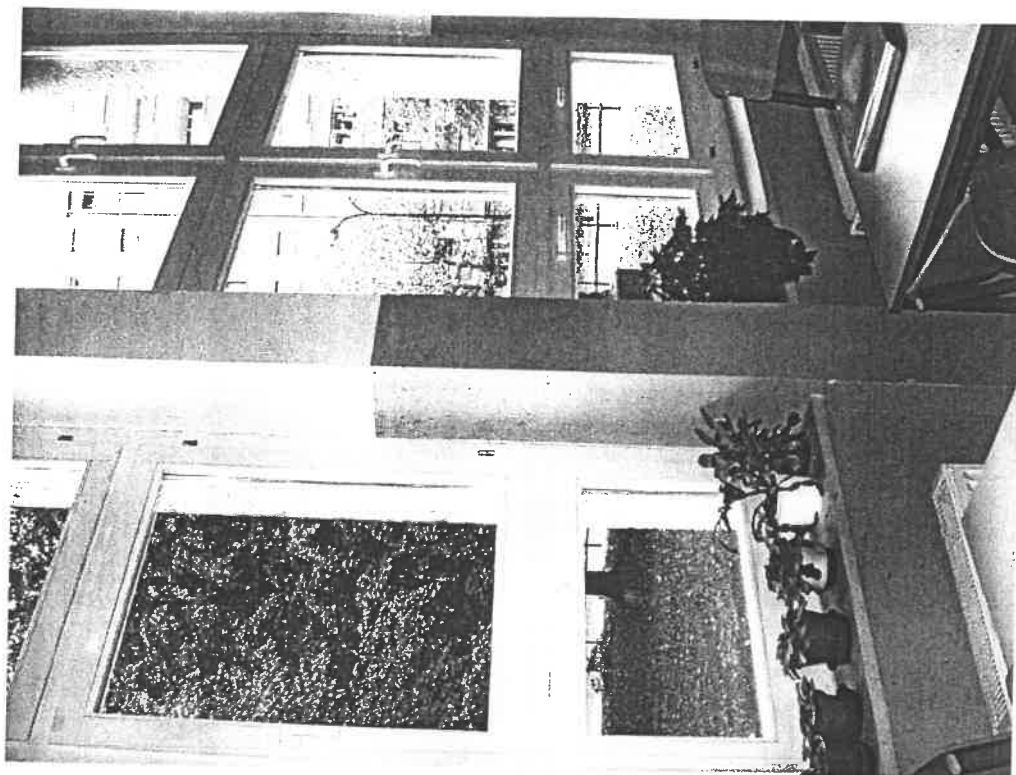
Slika 12 Potek armature po stebri stopnišča v pritličju, 4.del



Slika 13 Ultrazvočne meritve, učilnica 25



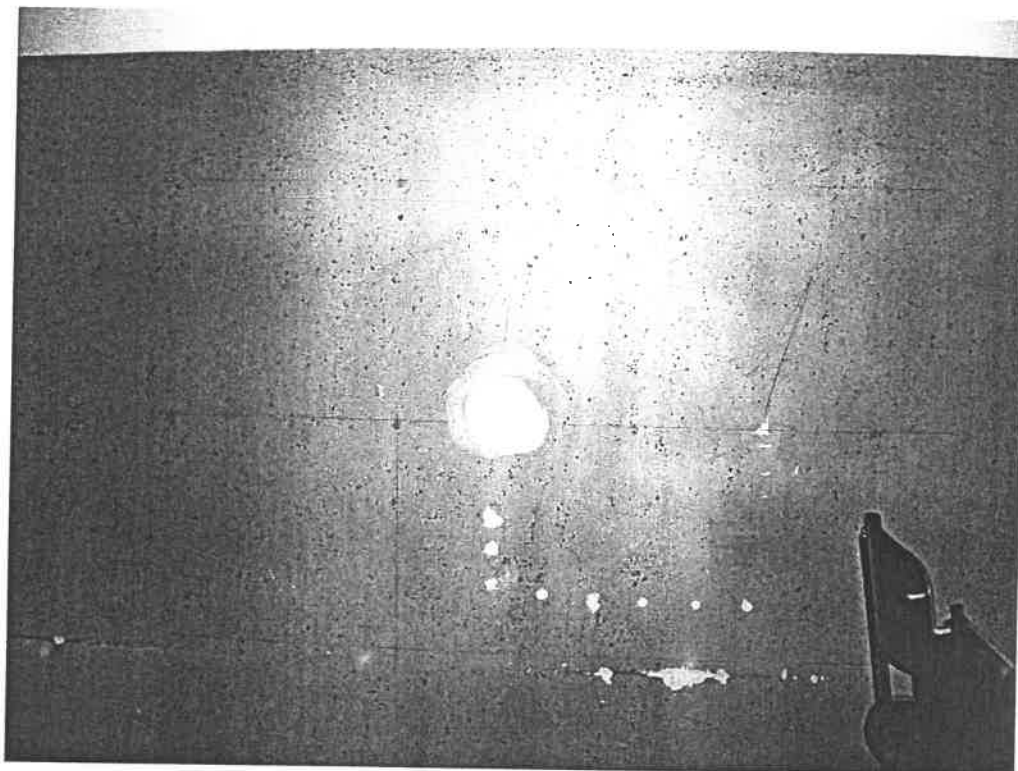
Slika 14 Ultrazvočne meritve, učilnica 26



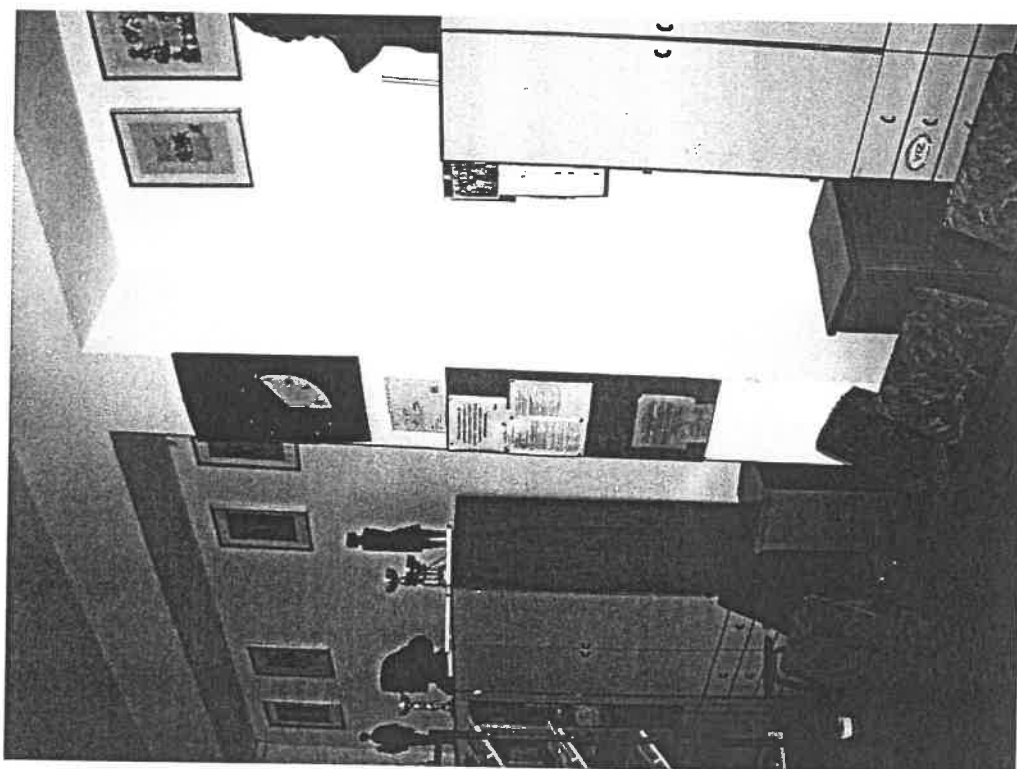
Slika 15 Ultrazvočne meritve, steber v učilnici 25



Slika 16 Ultrazvočne meritve, steber v jedilnici



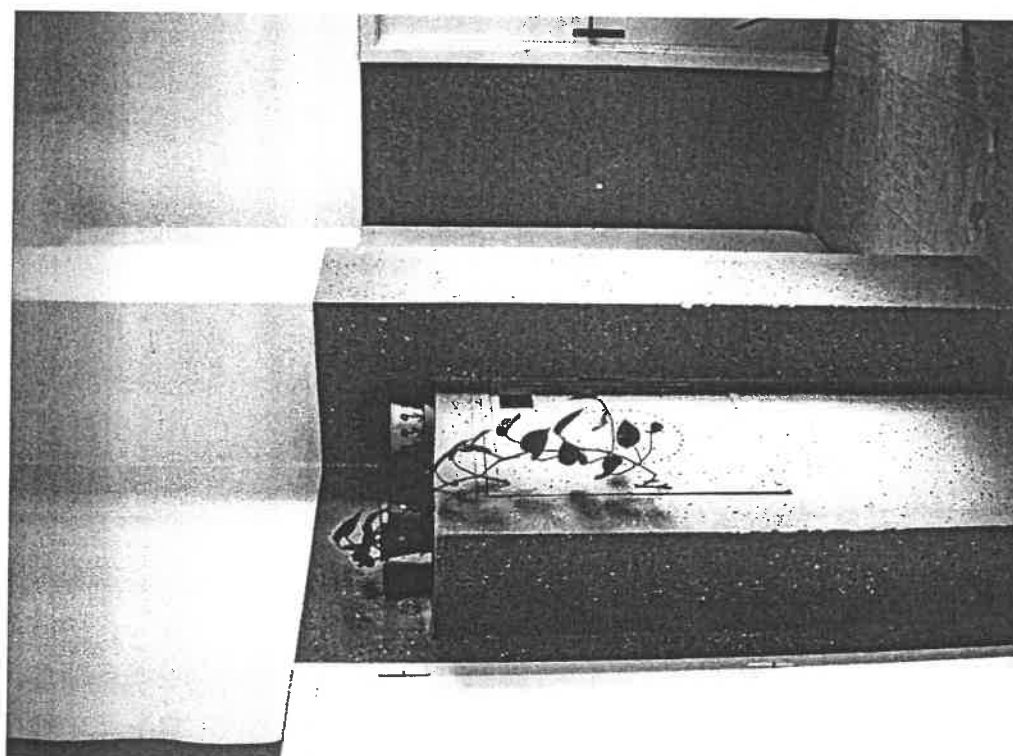
Slika 17 Ultrazvočne meritve, stena jedlinice, mesto vrtine 1



Slika 18 Ultrazvočne meritve, steber v zbornici



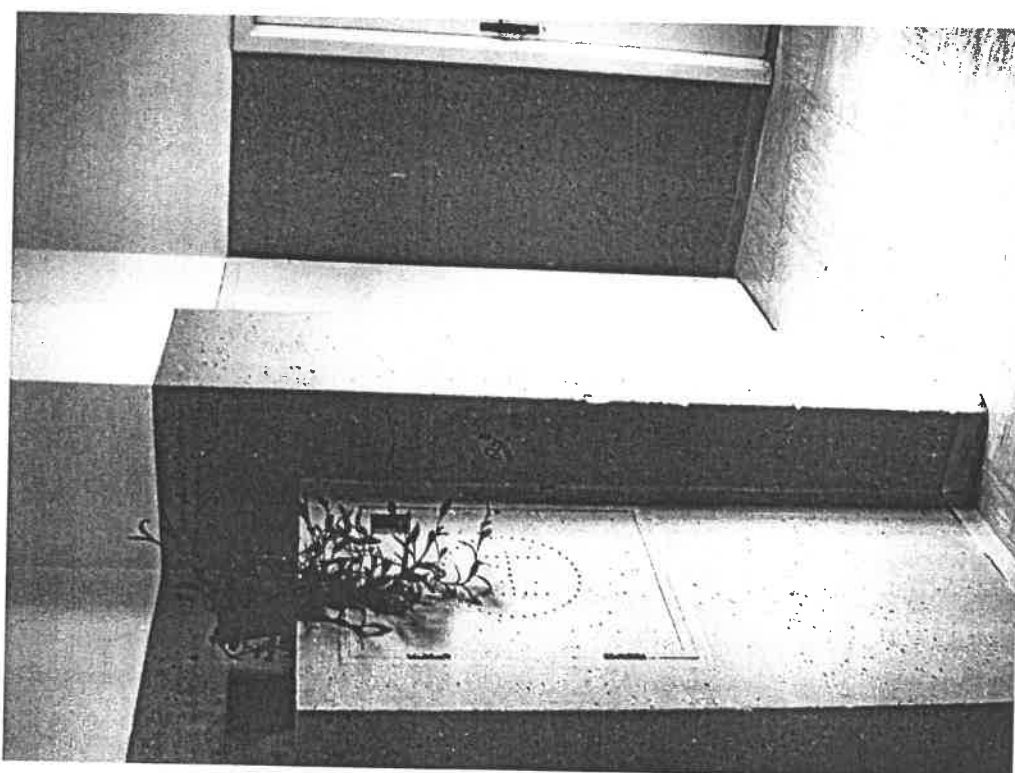
Slika 19 Ultrazvočne meritve, steber v zbornici med okni



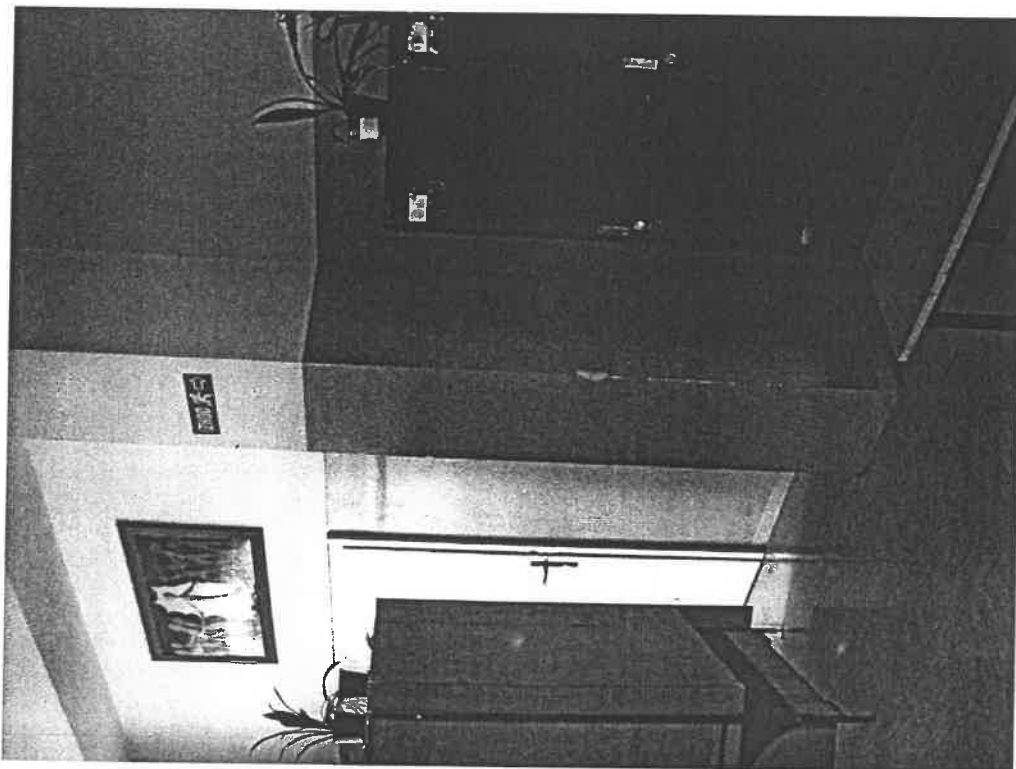
Slika 20 Ultrazvočne meritve, steber med učilnicama 56 in 57, I. Nadstropje



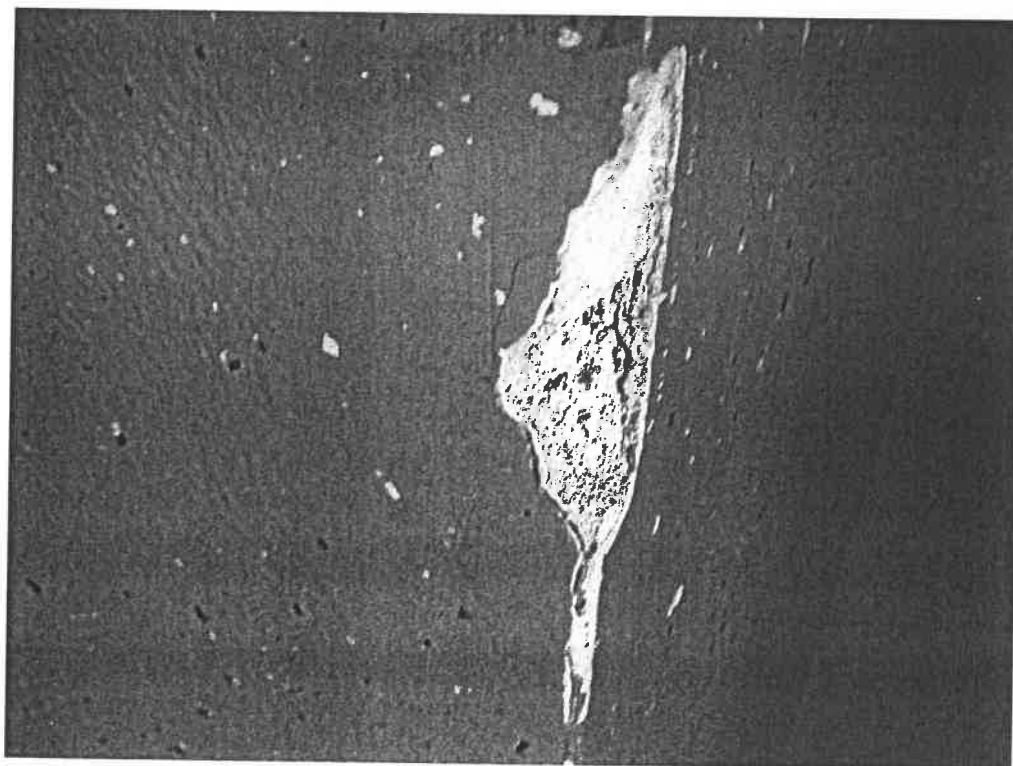
Slika 21 Ultrazvočne meritve, steber v učilnici 70 v II. nadstropju



Slika 22 Ultrazvočne meritve, steber med učilnicama 84/85 v III. nadstropju



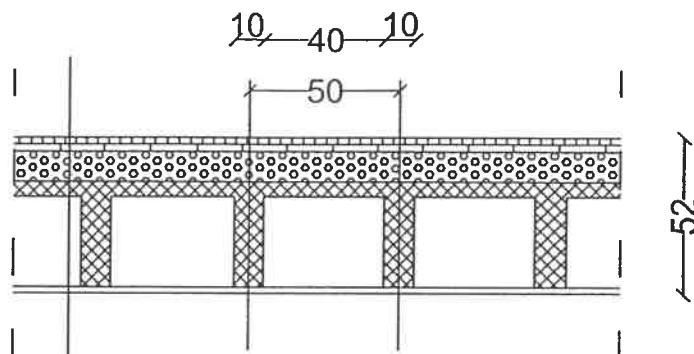
Slika 23 Ultrazvočne meritve, steber med učilnicama 86/87 v III. nadstropju



Slika 24 Detajl slike 23, viden omet stebra in pomarančna površina barve stebra

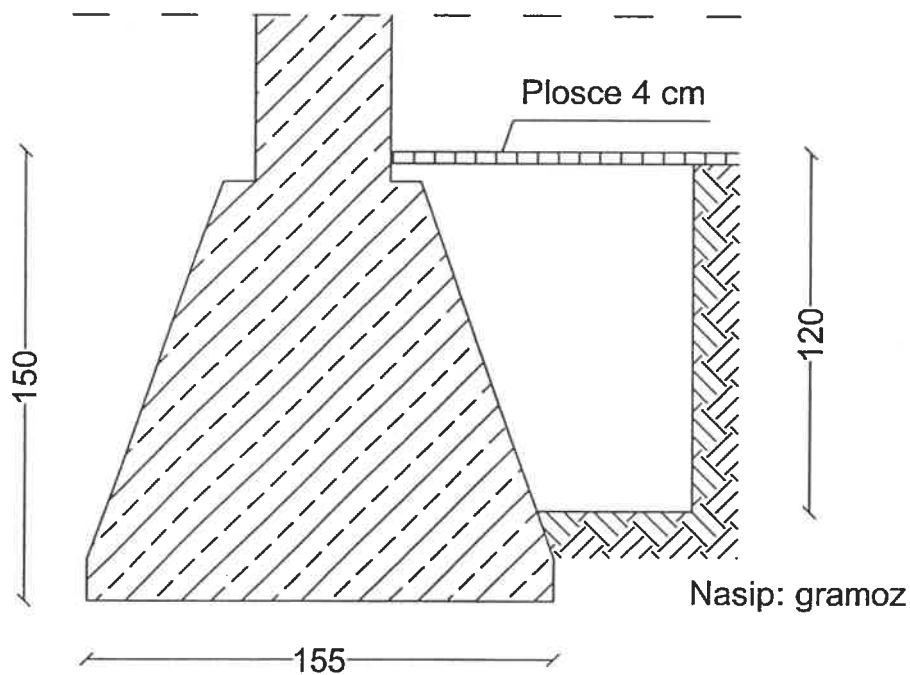
4.2 Skica sond stropnih konstrukcij in temeljev

Sonda v stropu srednje učilnice nad pritličjem N1



- + Parket 2,2 cm
- + Deske 2,5 cm
- + Gramozno nasutje 10 cm
- + Super strop 35 cm
- + Omet 2 cm

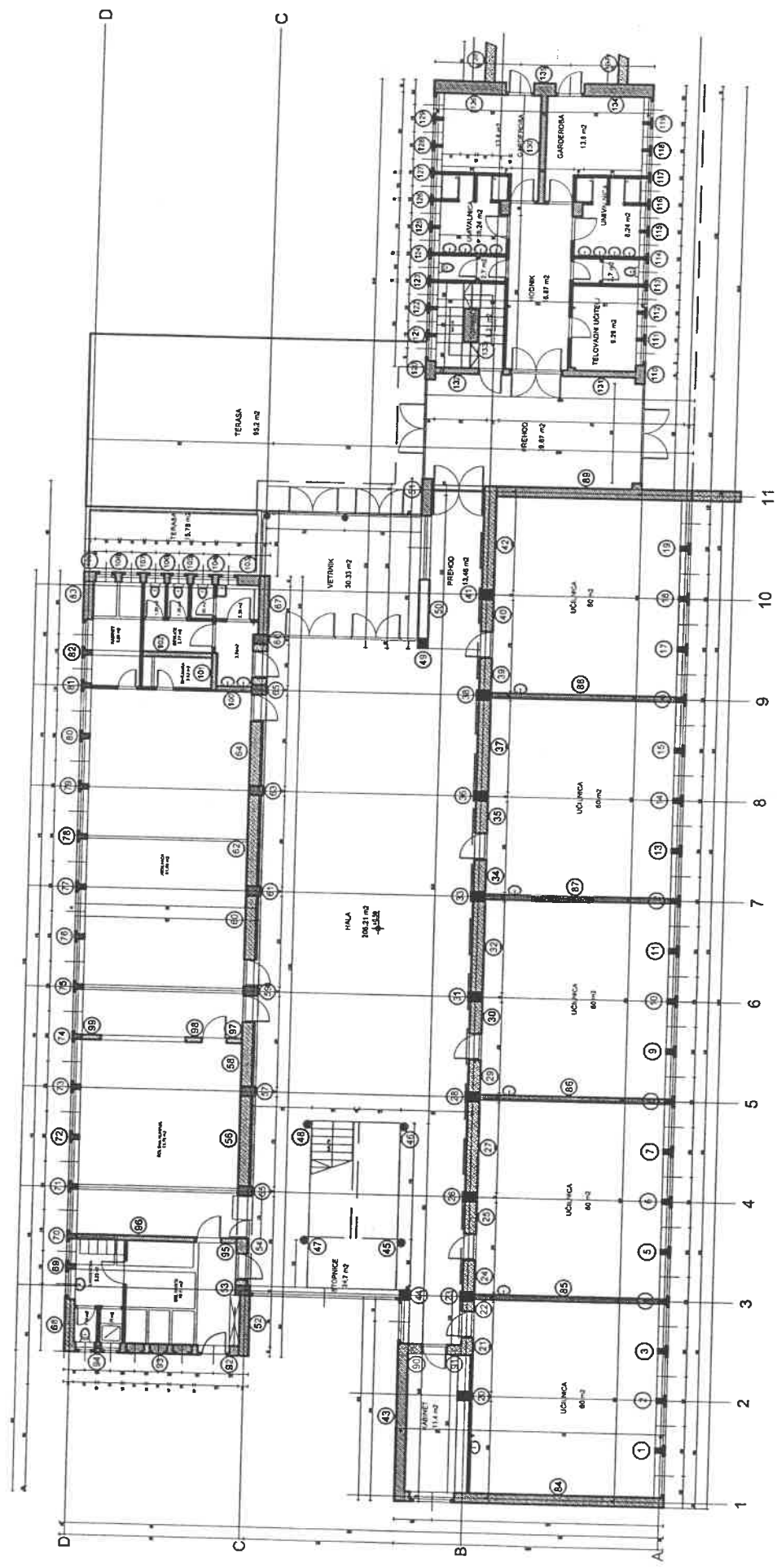
Sonda ob temeljih



GRADB-ART

Dusan Remic s.p.

4.3 Potresna analiza in računska shema zidovja



PRITLIČJE NA KOTI +0.50
M 1:250
OŠ RIHARD JAKOPIČ, POSNETEK OBSTOJEČEGA PROJEKTA