

Univerza
v Ljubljani
Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*

*Janova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si*



Visokošolski program Gradbeništvo,
Smer operativno gradbeništvo

Kandidat:

Klemen Kikelj

Vpliv vrste apna, dodatkov in tehnik izdelave na karakteristike apnenih fasad

Diplomska naloga št.: 239

Mentor:

izr. prof. dr. Violeta Bokan-Bosiljkov

Somentor:

dr. Blaž Šeme

Ljubljana, 3. 7. 2006

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani **KLEMEN KIKELJ** izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom:
**» VPLIV VRSTE APNA, DODATKOV IN TEHNIK IZDELAVE NA
KARAKTERISTIKE APNENIH FASAD «**

Izjavljam, da se odpovedujem vsem materialnim pravicam iz dela za potrebe elektronske separatoteke FGG.

Izjavljam, da prenašam vse materialne avtorske pravice v zvezi z diplomsko nalogo na UL, Fakulteto za gradbeništvo in geodezijo.

Ljubljana,

(podpis)

BIBLIOGRAFSKO - DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

- UDK:** 691.5 (043.2)
- Avtor:** Klemen Kikelj
- Mentor:** Doc. dr. Violeta Bokan Bosiljkov
- Somentor:** Dr. Blaž Šeme
- Naslov:** Vpliv vrste apna, dodatkov in tehnik izdelave na karakteristike apnenih fasad
- Obseg in oprema:** 128 str., 11 pregl., 53 sl., 4 en.
- Ključne besede:** apneno testo, apneni hidrat, apnena malta, apneni premaz, firnež, kazein, pigment, tlačna trdnost, vodovpojnost, težavnost nanašanja premazov, vezanje premazov s podlago, izgled premazov

Izvleček:

Diplomska naloga obravnava različne fasadne sisteme z apnenim vezivom. Apneno fasado sestavljajo grobi omet, fini omet in zaščitni apneni premaz.

Za izdelavo grobe apnene malte so bila izbrana apna šestih različnih slovenskih proizvajalcev, predvsem tistih, ki apno pridobivajo na tradicionalen način. Na grobi malti smo določali konsistenco (v svežem) ter sovisnost med tlačnimi napetostmi in deformacijami in vodovpojnost (v strjenem stanju).

Fina malta, kot drugi sloj fasadnega sistema, je bila izbrana na podlagi praktičnega preskušanja, z večjim ali manjšim odstopanjem od različnih receptur starih mojstrov. Fina malta je bila obdelana v gladek ali zariban sloj.

Kot tretji sloj so bili nanešeni različni apneni premazi, z različnimi dodatki (kazein in firnež) in pigmenti ter v različnih tehnikah nanašanja (fresco ali secco). Ugotavljal sem vpliv strukture podlage (fine malte), tehnike nanašanja in dodatkov na težavnost pri nanašanju premazov, izgled posušenih apnenih premazov, intenzivnost barvnih nians, moč vezanja premazov ter vodovpojnost fasadnega sistema.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION

- UDK:** 691.5 (043.2)
- Autor:** Klemen Kikelj
- Supervisor:** Assist. Prof. Violeta Bokan Bosiljkov, Ph. D
- Somentor:** Blaž Šeme, Ph. D
- Naslov:** Influence of lime type, additives and application techniques on lime renders characteristics
- Notes:** 128 p., 11 tab., 53 fig., 4 eq.
- Key words:** lime putty, hydrated lime, lime mortar, lime wash, varnish, casein, pigment, compressive strength, absorption of water, simplicity of lime wash application, binding of lime wash with substrate, appearance of lime wash

Abstract:

The diploma thesis deals with different façade systems with lime binder. The lime façade consists of rough coating, fine coating and protective lime wash.

For the elaboration of mortar for rough coating limes of six different Slovenian producers were chosen, mainly those produced in the traditional way. Mortar for rough coating was evaluated regarding its consistency (in fresh) and compressive stress - strain relationship and absorption of water (in hardened state).

Fine mortar, as the second coating of the façade system, was chosen based on practical testing, with bigger or smaller deviations from different recipes of old masters. Fine mortar surface was smooth or rough.

As the third layer different lime washes with different additives (casein or varnish) and pigments were applied using different techniques (fresco or secco). I assessed the influence of the base (fine mortar) surface structure, the technique of application and the additives on the complexity of applying washes, on the appearance of dried lime washes, intensity of colour nuances, the strength of binding of the washes as well as the absorption of water of the façade system.

ZAHVALA

Za strokovno pomoč pri nastajanju diplomske naloge se iskreno zahvaljujem mentorici doc.dr.Violeti Bokan Bosiljkov in somentorju dr. Blažu Šeme.

Zahvala gre tudi vsem bližnjim, še posebej pa moji ženi za vso podporo v celotnem obdobju študija.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
2	PREGLED TEORETIČNE VSEBINE	3
2.1	Zgodovina apna	3
2.2	Surovine za pridobivanje apna – apnenec	3
2.3	Vrste in oblike apna	4
2.3.1	Vrste apna	4
2.3.2	Oblike apna	5
2.4	Postopki in načini pridobivanja apna	6
2.4.1	Žganje apna – kalcinacija	6
2.4.2	Gašenje apna	8
2.4.3	Vežanje apna	10
2.5	Uporaba apna pri zgodovinskih objektih	12
2.5.1	Apnenec kot agregat in kot glavni element nosilnih konstrukcij (zidak)	12
2.5.2	Apno kot vezivo konstrukcijskih elementov (malta)	13
2.5.3	Apno kot vezivo sloja, ki ščiti konstrukcijo in kot podlaga za poslikavo (omet)	16
2.5.4	Apno kot belež, ki ščiti, razkužuje, utrjuje in preprečuje pronicanje vode v omet	18
2.5.5	Apno kot sloj, ki daje objektu videz (barvne poslikave)	19
2.5.5.1	Tehnike stenskega slikarstva	19
2.5.5.1.1	Fresco tehnika	19
2.5.5.1.2	Apnena tehnika	21
2.5.5.1.3	Secco tehnika	22
2.5.5.2	Tehnike barvanja v slikopleskarstvu	23
2.5.5.2.1	Beljenje notranjih površin	23
2.5.5.2.2	Beljenje zunanjih površin – fasade	25
2.6	Pigmenti	29
2.6.1	Anorganski pigmenti	30
2.6.2	Organski pigmenti	32
2.7	Veziva, ki se lahko uporabljajo samostojno ali kot dodatek pri stenskih poslikavah s pigmenti	39
2.7.1	Anoragnska veziva	39

2.7.2	Oragnska veziva	40
3	LASTNE PREISKAVE APNENIH MALT	45
3.1	Apno kot vezivo konstrukcijskih elementov ali pa zaščitni element konstrukcije (malta)	45
3.1.1	Postopek priprave malte	46
3.1.2	Priprava kalupov	46
3.1.3	Postopek vgrajevanja malte v kalupe	47
3.1.4	Postopek odstranjevanja kalupov	48
3.1.5	Priprava opeke in postopek vgrajevanja malte na opeko	48
3.1.6	Preizkušanje malt	49
3.1.6.1	Preizkušanje sveže malte	49
3.1.6.1.1	Konsistenca sveže malte	49
3.1.6.2	Preizkušanje strjene malte	51
3.1.6.2.1	Upogib (namen in rezultati)	53
3.1.6.2.2	Tlak (namen in rezultati)	54
3.1.6.2.3	Vodovpojnost apnenih malt	62
3.2	Apno kot vezivo, ki ščiti, utrjuje in preprečuje pronicanje vode v omet in kot sloj, ki daje objektu izgled	69
3.2.1	Opis posameznih postopkov za pripravo vzorcev	70
3.2.1.1	Izbira vrste podlage in priprava podlage	70
3.2.1.2	Izbira in priprava apnenega veziva za posamezne faze	71
3.2.1.3	Izbira vrste, količina in priprava pigmentov za dodajanje vezivu	72
3.2.1.4	Izbira vrste, količina in priprava dodatnega veziva	72
3.2.1.5	Izbira, priprava, nanos apnene malte na podlago in način obdelave	76
3.2.1.6	Različne tehnike nanosa različnih mešanic apnenih premazov	84
3.2.2	Opazovanje in preizkušanje pripravljenih vzorcev	87
3.2.3	Opis opazovanih lastnosti premazov	97
4	ZAKLJUČEK	124
	VIRI	127

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Pigmenti

Preglednica 2: Razlez sveže malte

Preglednica 3: Vzorci in mešanice iz posameznih apen

Preglednica 4: Prikaz maksimalnih vrednosti tlačne trdnosti posameznih vzorcev

Preglednica 5: Povprečne vrednosti tlačnih trdnosti posameznih apnenih malt

Preglednica 6: Prikaz večanja mas opazovanih vzorcev v določenih časovnih intervalih

Preglednica 7: Mase vode v vzorcih in faktor vodovpojnosti

Preglednica 8: Koeficient vodovpojnosti

Preglednica 9: Kriteriji za klasifikacijo

Preglednica 10: Klasifikacija lastnosti posameznih vzorcev

Preglednica 11: Prikaz vzorcev z najboljšimi ocenami v posameznih lastnostih

KAZALO SLIK

- Slika 1: Proces pridobivanja apna
Slika 2: Žganje apna
Slika 3: Gašenje apna na tradicionalen način
Slika 4: Preobrazba apna
Slika 5: Izdelava živoapnene malte
Slika 6: Apneni premazi v fresco tehniki
Slika 7: Secco slikanje Aldobrandinska svadba (Rim, Vatikan)
Slika 8: Apneni premazi na star apnen omet (Cerkev sv. Miklavža v Mevkšu)
Slika 9: Obarvan apneni belež na svež omet (Pri Jeriču v Sp. Gorjah)
Slika 10: Apneni belež in barvna poslikava na svež omet (Pri Šnetu na Boh. Beli)
Slika 11: Barva kot substanca
Slika 12: Antični mineralni pigmenti
Slika 13: Poslikave z zemeljskimi pigmenti v jami Altimira
Slika 14: Pripravljene kalupi za vgradnjo apnene malte
Slika 15: Prikaz krčenja apnene malte v kalupih
Slika 16: Nanos malte na opeko
Slika 17: Stresalna mizica
Slika 18: Prikaz prizmice, ki je med krčenjem razpokala
Slika 19: Največji skrček po višini je na polovici
Slika 20: Tehtanje prizmic za določitev prostorninske mase
Slika 21: Določitev stopnje karbonatizacije maltnih prizmic.
Slika 22: Določanje upogibne trdnosti maltnih prizmic
Slika 23: Določanje tlačne trdnosti maltnih prizmic
Slika 24: Prikaz porušitve maltne prizmice pri tlačnem preizkusu
Slika 25: Vrednosti tlačnih trdnosti posameznih apnenih malt pri različni starosti
Slika 26: Prikaz tlačnih trdnosti posameznih malt
Slika 27: Razpolavljanje prizmice
Slika 28: Zatesnjeni plašč vzorca
Slika 29: Prikaz vzorcev, ki skozi spodnji presek srkajo vodo;
Slika 30: Prikaz tehtanja v točno določenih časovnih intervalih

Slika 31: Primerjava vodovpojnosti med različnimi mešanicami

Slika 32: Primerjava vodovpojnosti med posameznimi vrstami apen

Slika 33: Prikaz zelo hitrega srka vode

Slika 34: Izgled kazeina – 1 in kazeina – 2

Slika 35: Izdelava grobega ometa na omočen lehnjak

Slika 36: Zaključni sloj – test 1

Slika 37: Zaključni sloj – test 2

Slika 38: Zaključni sloj – test 3

Slika 39: Zaključni sloj – test 4

Slika 40: Zaključni sloj – test 5

Slika 41: Zaključni sloj – test 6

Slika 42: Zaključni sloj – test 7

Slika 43: Zaključni sloj – test 8

Slika 44: Zaključni sloj – test 9

Slika 45: Primerjava grobe in fine zaribane malte

Slika 46: Izdelava fine zaribane malte

Slika 47: Preiskušani vzorci

Slika 48: Apneni premazi, z in brez dodatnih veziv

Slika 49: Preizkus vodovpojnosti

Slika 50: Vodovpojnost posameznih vzorcev

Slika 51: Ocenjevanje vezivne moči premaza

Slika 52: Poslikava na svež in en dan star omet (ura na zvoniku cerkve na Boh. Beli)

Slika 53: Prikaz poslikave v fresco tehniki (toni niso čisti)

1 UVOD

Živimo v času, v katerem prevladuje miselnost velikega potrošništva, industrializacije, hitenja in podobnih pojavov. Kljub temu pa je v zadnjih letih pri ljudeh čedalje bolj čutiti željo po naravnih, zdravih, tradicionalnih, ... skratka po prvinskih dobrinah, ki so pomembne za naše kvalitetno življenje. Te dobrine so bile zaradi današnjega načina življenja dolgo zapostavljene, kar pa je v mnogih primerih krivo za nastalo nepopravljivo škodo na različnih področjih človekovega udejstvovanja.

Vsa omenjena dejstva se močno odražajo tudi v gradbeništvu. Eno izmed takih področij, ki sem ga želel podrobneje spoznati in raziskati v svoji diplomski nalogi, govori o sistemu apnenih ometov, ki je z vidika ohranjanja kulturne dediščine zelo pomembno.

Ko opazujemo kulturno spomeniške objekte, ki so bili nedavno obnovljeni z modernimi materiali, lahko pogosto opazimo negativne posledice. Te posledice so lahko opazne po nekaj letih v obliki luščenja premaza, odstopanja ometa, črnih madežev, ipd. ali pa ob naslednji sanaciji, ker novega sloja, zaradi premočne vezi s staro podlago, ne moremo odstraniti brez poškodb stare podlage. Vzroke teh poškodb lahko pripišemo organskim vezivom in premazom, saj ti ne omogočajo izločanja vlage in soli iz kontaminiranih zidov brez luščenja ali odpadanja površine.

Če se ozremo na tradicionalne apnene omete, vemo da so glede odvajanja vlage in soli boljši, po drugi strani pa so zelo vodovpojni, netrdi, porozni in kislinsko občutljivi. Te omete pa lahko zaščitimo z apnenimi premazi, ki jim lahko dodamo dodatke, ki to poroznost učinkovito zmanjšajo. Kisel dež reagira s premazom na površini, ki se spremeni v gips, deževnica pa je s tem nevtralizirana, tako da ob pronicanju v globino ometu ne škoduje. Torej lahko rečemo, da apneni premaz ščiti spodaj ležeče sloje pred korozijo. Ta premaz pa lahko brez večjih težav odstranimo in nadomestimo z drugim, ne da bi podlago preveč poškodovali. Apneni ometi in premazi torej dovoljujejo ciklično vzdrževanje ter obnovo fasad. Da pa obnovo izvedemo učinkovito in na ustrezen način, je potrebno kar nekaj vedeti o tem, katera apna in katere recepture so primerne za posamezne sloje sistema apnene fasade, in seveda za okolje, ki mu bo fasadni sistem izpostavljen.

V diplomski nalogi sem želel opraviti raziskave nekaterih pomembnih lastnosti izbranih delov fasade, katerih rezultati bi bili lahko v pomoč pri izbiri primerne sistema apnene fasade za obnovo starejšega objekta, ki mu želimo ohraniti izgled in sporočilo, ki mu pripadata.

Sistem apnene fasade je v diplomski nalogi obravnavan kot: groba apnena malta, fina apnena malta in apnen premaz po recepturah starih mojstrov.

Za izdelavo grobe apnene malte so bila izbrana apna šestih različnih slovenskih proizvajalcev, predvsem tistih, ki apno pridobivajo na tradicionalen način. Na grobi malti smo določali konsistenco (v svežem) ter sovisnost med tlačnimi napetostmi in deformacijami in vodovpojnost (v strjenem stanju).

Fina malta, kot drugi sloj fasadnega sistema, je bila izbrana na podlagi praktičnega preskušanja, z večjim ali manjšim odstopanjem od različnih receptur starih mojstrov. Fina malta je bila obdelana v gladek ali zariban sloj.

Kot tretji sloj pa so bili nanešeni različni apneni premazi, z različnimi dodatki in pigmenti ter v različnih tehnikah nanašanja (fresco ali secco). Ugotavljal sem: težavnost pri nanašanju premazov, izgled in vizualne razlike posušenih apnenih premazov, intenzivnost barvnih nians, razliko vodovpojnosti med vzorci in moč vezanja premazov (odpornost na obrabo), glede na različne tehnike nanašanja različnih apnenih premazov, z različnimi dodatki, na različne strukture apnene podlage.

2 PREGLED TEORETIČNE VSEBINE

2.1 ZGODOVINA APNA

V preteklosti je človek bolj živel z naravo in je naravne procese zelo dobro znal opazovati, nekatere tudi nadzorovati in uporabljati sebi v korist. Ob gozdnih požarih so se kamni tako pregreli, da so postali zelo beli, suhi in porozni. Ob deževju je tak kamen bujno reagiral z vodo in je nastala bela pasta, ki se je lepo mešala s peskom in se kasneje strdila. Prav na ta način je spoznal osnovne zakonitosti za pridobivanje in uporabo apna.

Odkritja so pokazala, da so na območju današnje vzhodne Turčije apno poznali že dvanajst tisoč let pred našim štetjem. Uporabljali so ga predvsem v gradbene namene: za štukature na piramidah v Egiptu, v grških templjih. Tudi samostani, cerkve, ceste, gradovi in kitajski zid je bil večji del grajen z apneno malto.

2.2 SUROVINE ZA PRIDOBIVANJE APNA – APNENEC

Osnovna surovina za pridobivanje apna je apnenec, ki pa v naravi navadno ne nastopa kot čisti kalcijev karbonat temveč vsebuje razne primesi kot so: dolomitne, glinaste, silikatne, premogove in bituminozne snovi. Zlog apnencev je kristalast, fino – do drobnozrnat, gost ali zemljast. Čisti apnenec je bele barve, primesi pa mu dajejo najrazličnejše odtenke. Železove in manganove spojine ga obarvajo rumenorjavo in rdečkasto, premog in bitumen ga temnita v modrem, črnem in sivem tonu, klorit in serpentin pa zeleno. Barva ni enakomerna, v nekaterih apnencih pa se pojavljajo lise, žile, maroge in pasovi najrazličnejših odtenkov. Vrednosti specifične mase, trdote, in trdnosti zelo nihajo. Gosti apnenci imajo precejšnjo vremensko odpornost, zrnati malo manjšo, najmanjšo pa luknjičasti in prsteni.

Mavec, anhidrid, apnenec in dolomit je na pogled zelo težko ločiti, zato za ugotavljanje vrste kamnine večkrat uporabimo poskus s solno ali žvepleno kislino, saj z njimi različno reagirajo.

2.3 VRSTE IN OBLIKE APNA

2.3.1 VRSTE APNA

Apno je mineralno vezivo, ki ga pridobivamo s toplotno obdelavo (kalcinacijo) kalcitnih kamnin, predvsem apnenca, ki v naravi skoraj nikoli ne nastopa brez drugih primesi (CaCO_3 – kalcijev karbonat, MgCO_3 – magnezijev karbonat in primesi kot so silikati, železovi oksidi, in glinje največ do 6 %). Kvaliteta veziva je odvisna od razmerja vseh sestavin, ki nastopajo v kamnini in je močno povezana tudi z načinom žganja te kamnine.

V odvisnosti od prisotnosti magnezijevega oksida (MgO), delimo kamnino na:

MgO < 5% malomagnezijev apnenec (kalcitni apnenec) → kalcitno apno,

5% < MgO < 20 % magnezijev apnenec → magnezijevo apno,

20 % < MgO < 40 % dolomitni apnenec → dolomitno apno.

Vsebnost deleža MgO v apnencu ima velik pomen pri namembnosti uporabe apna pridobljenega iz te kamnine. Apno iz dolomitnega apnenca je pusto in nemastno. Zaradi vsebovanja visokega deleža MgO njegova uporaba za omet in belež ni priporočljiva, saj omet iz takega apna ni nikoli dovolj trd in čvrst.

Glede na količino aluminijevega silikata (glinje), ki ga kamen vsebuje dobimo različna apna:

- ***zračno apno*** (brez aluminija, veže samo na zraku),
- ***mastno oz. navadno apno*** (iz čistega apnenca, je zelo kvalitetno, veže na zraku),
- ***suho apno***, če ima manj kot 8 % aluminijevega silikata (je slabše kvalitete in je proizvod dolomitnega apnenca),
- ***hidravlično apno***, če ima več kot 8 % aluminijevega silikata (veže tudi pod vodo)

Če je v veznem materialu bistveno večja količina aluminijevega silikata, je potem to cement. Hitrost vezanja apna raste od zračnega apna k hidravličnemu apnu, to je z večanjem deleža aluminijevega silikata v apnu.

2.3.2 OBLIKE APNA

S toplotno obdelavo – žganjem izločimo CO₂ in večino nečistoč ter tako dobimo žgano oz. živo apno CaO, ki ga gasimo z vodo, da dobimo hidratizirano apno – Ca(OH)₂. To apno pa je primerno za široko uporabo v gradbeništvu in kmetijstvu.

Odvisno od načina pridobivanja apna lahko dobimo različne oblike apna:

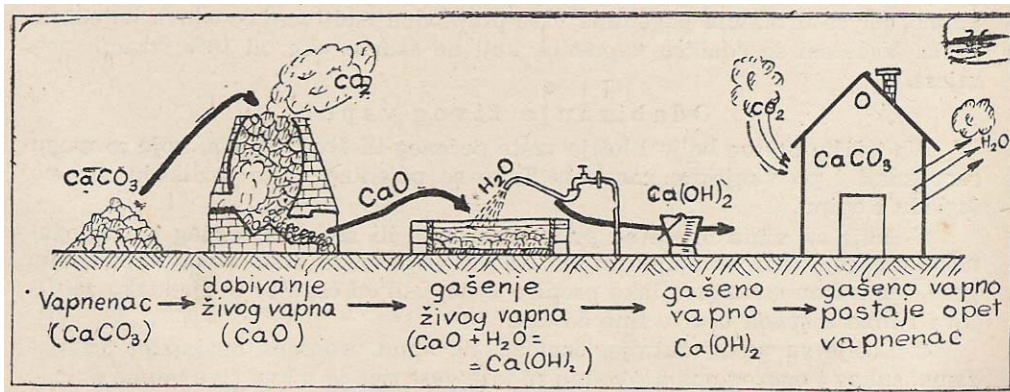
Pri žganju apnenca dobimo:

- **žgano apno (CaO)** v kosih ali v prahu, ki je predvsem kalcijev oksid – CaO. Ali bo apno po procesu žganja v obliki prahu ali v kosih je odvisno od velikosti zrn v kristalični strukturi. Apno v taki obliki je zelo higroskopično, jedko in neobstojno, zato ga je treba čimprej gasiti.
- **mleto žgano apno (CaO)** je iste sestave kot apno v kosih, saj se pridobiva z mletjem le tega do določene finosti.

Pri gašenju žganega apna dobimo:

- **hidratizirano apno v prahu - apneni hidrat (Ca(OH)₂)**, ki se dobi kot rezultat gašenja apna v kosih z optimalno količino vode, ki je potrebna za hidratizacijo.
- **apneno testo (Ca(OH)₂)** je produkt plastične konsistence, dobljen z gašenjem apna v kosih z viškom vode

2.4 POSTOPKI IN NAČINI PRIDOBIVANJA APNA

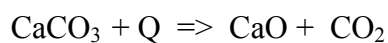


Slika 1: Proces pridobivanja apna

2.4.1 ŽGANJE APNA – KALCINACIJA

Apnenec, ki ga dobimo iz kamnoloma, je treba za žganje v peči še pripraviti. Za žganje v kopi, poljski zidani in krožni peči potrebujemo večje kamne, za jaškovno in cevno peč pa se uporablja apnenec zdrobljen z drobilniki v zrna določene velikosti. Iz drobilnikov pride v pralni boben, kjer se očisti prsti, glin, peska in drugih primesi. Za žganje je najboljša hribina, ki vsebuje še naravno vlago.

Žganje apnenca je osnovni proces za pridobivanju apna, pri katerem apnenec dekarbonizira in preide v kalcijev oksid - CaO po naslednji formuli:



To pomeni, da apnenec pri temperaturi 800 °C razpade do določene stopnje in postane porozen kamen, ki dobi ime žgano apno. Med procesom kamen oddaja ogljikovo kislino, se mehča, spreminja barvo in izgublja naravno vlago. Izločitev CO₂ povzroči do 44 % izgube mase kamna in zmanjšanje volumna za 10 – 20 %. To apno je zelo jedko in reaktivno. Pri žganju moramo paziti, da se apnenec ne žge preveč in ne premalo, še posebej pri apnencih ki vsebujejo glinaste primesi. Netopljivo apno dobimo tudi, če temperatura žganja pade na 500 –

600 °C. Že žgano apno, ki je segreto do te temperature ima to lastnost, da hitro vsrkava ogljikovo kislino in se spreminja nazaj v apnenec.

Pri žganju je treba paziti tudi na vrsto peči, saj lahko določeni materiali spremenijo lastnosti apna. Za slikarske omete je najboljše apno, pridobljeno v pečeh na drva, ki praži enakomerno. Peči na premog dajejo večjo vročino in apnenec se sprazi hitreje, a ne tako enakomerno. Poleg tega se pri tem žganju izločajo plini, predvsem SO₂, ki nastane pri izgorevanju premoga. Ko se žgano apno ohladi, skoraj vedno vsrka nekaj tega žvepla, kar povzroči, da se del apna preoblikuje v gips (kalcijev sulfat CaSO₄), ki moti naravni proces karbonatizacije, s tem pa vpliva na trdnost in odpornost ometa.



Slika 2: Žganje apna

Na stopnjo kalcinacije vplivajo:

- *temperatura žganja* je povezana z temperaturo razpadanja apnenca. Popolna kalcinacija apnenca se izvrši pri temperaturi nad 900 °C.
- *kristaličnost surovine* Toplota pri žganju apnenca povzroči raztezanje kristalov, kateri so lahko debelozrnati ali drobnozrnati. Za debelozrnate kristale velja, da pri temperaturi 800 °C zaradi raztezanja nastanejo tako velike medsebojne napetosti, da se apnenec enostavno zdrobi v prah. Torej je kalcinacija apnenca debelozrnatih kristalov večja od apnenca drobnozrnatih kristalov.

- *velikost delcev* Če želimo, da apnenec kalcinira v celoti ga moramo segreti do jedra. To pomeni, večji premer ima apnenec, večjo temperaturo potrebujemo.
- *čas žganja* zelo vpliva na kvaliteto apna. Priporoča se postopno segrevanje do točke razpada apnenca in zadrževanje časa kalcinacije. Pri krajšem procesu in nižji temperaturi žganja je produkt mehko žgano apno z visoko reaktivnostjo, manjšim skrčkom, večjo gostoto in manjšo poroznostjo. Pri daljšem procesu in višji žgalni temperaturi je produkt nizko žgano apno z nizko reaktivnostjo, večjim krčenjem, manjšo gostoto in večjo poroznostjo.

Žgano apno ne smemo pustiti na prostem neugašeno, temveč neprodušno zaprto v silosih oz. vrečah. Žgano apno na trgu lahko dobimo v kosih ali zmleto.

PEČI ZA ŽGANJE APNA

Apno žgemo v pečeh apnenicah. Poznamo več vrst peči:

- peči s prekinjenim obratom (manjše količine)
 - kopa,
 - poljska apnenica,
 - zidana apnenica.
- peči z neprekinjenim obratom (večje količine)
 - jaškovna ali visoka peč,
 - krožna peč,
 - cevna peč.

Danes se večinoma uporablja električne peči in obročasto jaškaste peči na zemeljski plin.

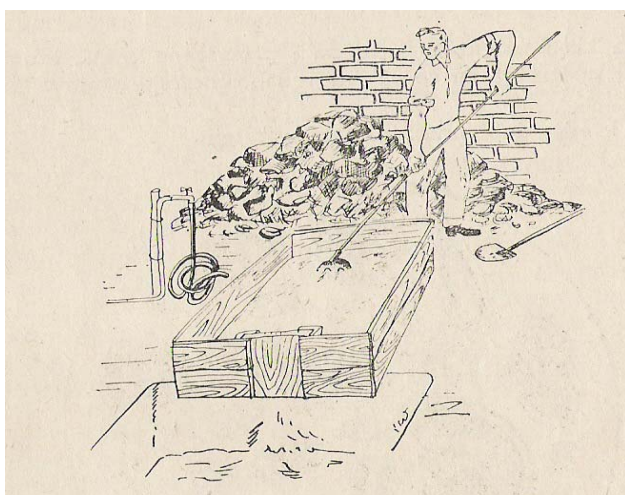
2.4.2 GAŠENJE APNA

Apno se razlikuje od drugih veziv v gradbeništvu v tem, da preide v praškasto obliko ne samo z mletjem temveč tudi pri gašenju. Proces gašenja se izvaja z dodajanjem vode žganemu apnu ($\text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$). Pri gašenju apna se sprošča zelo velika količina toplote.

- *hidratizirano apno v prahu - apneni hidrat (Ca(OH)_2)*, ki se dobi kot rezultat gašenja apna v kosih z optimalno količino vode, ki je potrebna za hidratizacijo. Pri stiku

žganega apna z vodo, ki poteka pri močnem mešanju celotne zmesi, se začne proces hidratacije apna. Na začetku se to dogaja na površini kosov, nato pa globlje. Kot rezultat procesa nastane plastična masa, kasneje pa vrel prah, iz katerega odvečna voda izpari. V naslednjem stadiju nastopi hidratacija še zadnjih neugašenih koščkov apna in na koncu prah postane suh. Za ta postopek zadošča približno 33% vode glede na maso žganega apna. To apno vsebuje največ 5% proste vode. Tak material je uporaben za podaljšane cementne malte, ni pa dovolj kvaliteten kot belež, kot vezivo za restavriranje kulturne dediščine, poslikave in podobno.

- *apneno testo* (Ca(OH)_2) je produkt plastične konsistence dobljen z gašenjem apna v kosih z viškom vode. Žgano apno mora biti pred gašenjem razbito na enakomerno velike kose, da je zagotovljeno čim bolj enakomerno gašenje. V leseno korito napolnjeno z vodo dodajamo žgano apno, kjer se sproži proces gašenja. Nastopi eksotermna reakcija, temperatura se dvigne nad 100°C . Pri gašenju je pomembno stalno mešanje ter količina dodane čiste vode, ki mora biti ravnopravšnja za tvorbo kalcijevega hidroksida. Apneno testo lahko vsebuje do 50 % proste vode. Preveč in prehitro dodana voda apno "utopi" in nastane apnena kaša, ki slabo veže. V primeru premalo dodane vode apno "zažgemo" kar povzroči nastajanje grud neugašenega apna.



Slika 3: Gašenje apna na tradicionalen način

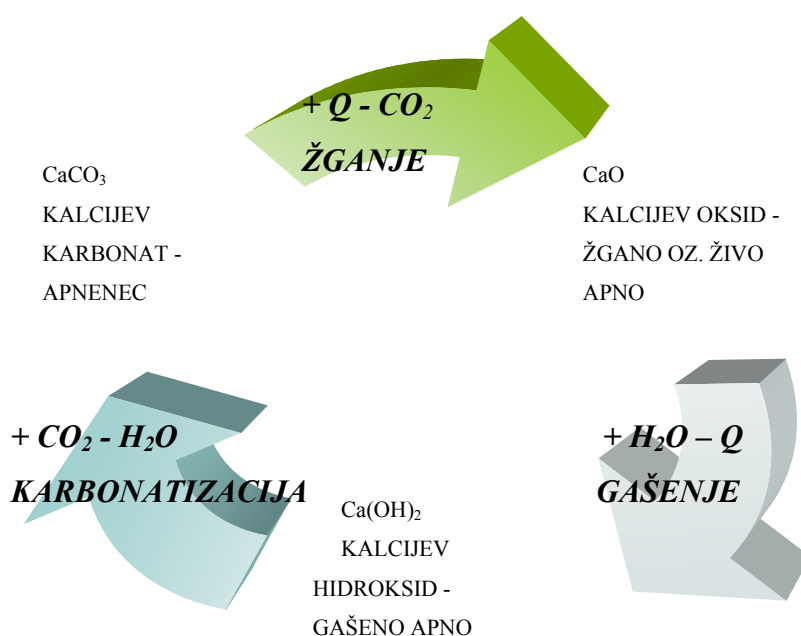
Gašeno apno se shranjuje v apneni jami pokrito z zadostno količino vode, ki omogoča proces gašenja. Preden shranimo apno v apnico, ga prepasiramo skozi sito, na katerem ostanejo neugašeni ali premalo žgani koščki apna in druge primesi. Za apno je bolje, če apnica ni obzidana, da odvečna voda lahko pronica v zemljo. Ta voda naj bo na apnu vsaj nekaj dni, da ga popolnoma ugasi in raztopi vse soli ki so v apnu in jih potem odnese s seboj. Če pa soli ostanejo v apnu, pozneje razkrajajo malto oz. belež. Pred uporabo naj apno v jami odležava minimalno tri mesece, če je le mogoče pa več kot tri leta. S staranjem se manjšajo apneni delci, s tem pa se pridobiva na kvaliteti materiala. V tem času naj bo apno primerno zaščiteno pred zmrzaljo. Da je apno dovolj odležano, opazimo po 2 – 3 cm širokih razpokah, na njegovi površini. V takem maslenem stanju lahko ohranimo apno sveže za zelo dolgo dobo. Masleno apno je bele barve in je na otip mastno. Če apno vsebuje dolomitne in glinaste primesi, je bolj sive barve in je na otip peščeno. Masno apno pri gašenju bolj naraste in tudi pri pripravi malte je bolj izdatno. Čim manj ima primesi, bolj pri gašenju razpade v prah in tem bolj se v vodi razpusti v apneni belež. Odležano apno imenujemo tudi "grasello". Je kremasto, ima močno vezalno moč. Zelo je primerno kot belež, za pripravo malt za popravila zidov, za omete ter za fine malte za fresko poslikave, štukature, štuko marmor, dekoracije in podobno. Če proces gašenja ni povsem dokončan, v apnu ostanejo grudice žganega apna, kar pa pomeni velik problem pri uporabi takega materiala. Ko na steno nanese omet s takim materialom, se nadaljuje proces gašenja v grudicah žganega apna, ko pride v stik z vodo, ki je v ometu. To povzroči poškodbe "kraterje" na ometu.

2.4.3 VEZANJE APNA

V stiku z zrakom gašeno apno prehaja v svoje prvotno stanje, to je v apnenec. Pri tem prehodu se ob normalnih temperaturah istočasno odvijata dva procesa:

1. izparevanje vmešane vode in postopna kristalizacija kalcijevega hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) iz zasičene vodne raztopine,
2. karbonatizacija kalcijevega hidroksida pod vplivom ogljikovega dioksida iz zraka.

Ker se apno raztaplja v vodi, njegova uporaba ni mogoča za elemente konstrukcije, ki so izpostavljeni vplivom vode. Proces kristalizacije kalcijevega hidroksida poteka zelo počasi. Rastoči kristali kalcijevega hidroksida v raztopini oblikujejo apneno mrežo, katera obkroža zrna agregata malte in se veže z njimi. Karbonatizacija poteka zelo intenzivno samo v prisotnosti vlage in dovolj velike količine ogljikovega dioksida. Malta otrdi v zidu tako, da apneni hidrat reagira z ogljikovim dioksidom iz zraka ali z ogljikovo kislino in se začne spreminjati v apnenec, najprej na zunanjih ploskvah, potem pa vedno globlje. Pri tej kemični reakciji se sprošča voda. Skozi opno kalcijevega karbonata na površini apnene malte, ki nastane pri strjevanju raztopine najprej, prehaja ogljikov dioksid zelo težko proti notranjosti malte. Prav zaradi tega se proces karbonatizacije, ki lahko poteka relativno intenzivno, pri nezadostni količini ogljikovega dioksida, skoraj ustavi. Ko se kalcijev hidroksid pretvori v kalcijev karbonat, se njegov volumen poveča za 10 %. S tem se poveča kompaktnost površine, zmanjšajo se pore, ki sedaj omejujejo prehod ogljikovega dioksida v globino in tako se zelo upočasnjuje napredovanje karbonatizacije ometa. Zaradi tega se v nekaterih ometih pogosto najde še nekarbonatizirano apno, celo v apnenih ometih iz rimskih časov.



Slika 4: Preobrazba apna

2.5 UPORABA APNA PRI ZGODOVINSKIH OBJEKTIH

1. apnenec kot agregat in kot glavni element nosilnih konstrukcij (zidak)
2. kot vezivo konstrukcijskih elementov (malta)
3. kot vezivo sloja, ki ščiti konstrukcijo in kot podlaga za poslikavo (omet)
4. kot belež, ki ščiti, utrjuje in preprečuje pronicanje vode v omet (apneno mleko)
5. kot sloj, ki daje objektu videz (barvne poslikave, beleži)

2.5.1 APNENEC KOT AGREGAT IN KOT GLAVNI ELEMENT NOSILNIH KONSTRUKCIJ (ZIDAK)

Zaradi obilice kamna, ki ga je bilo lahko pridobivati in pa zaradi zahtev, da je morala biti zidana zgradba čim odpornejša (utrdbena), je bila zgrajena iz kamna. V 16. stoletju se je v Sloveniji v večji meri začela pojavljati opeka zaradi obrtniškega vpliva iz dežel, kjer je bila opeka vedno pomemben gradbeni material. Dokončno pa je opeka začela izpodrivati kamen konec 19. stoletja. V našem primorju pa je marsikje kamen še danes enakovreden modernim gradbenim materialom.

V stenskem slikarstvu se o zidu oz. steni govori kot o nosilcu stenske poslikave, za katerega se smatra, da je trajen in dober temelj. Trajnost in kvaliteta zidu pa je odvisna od načina gradnje in iz česa je narejen (najboljša je gradnja iz kamenja na suho). Zid je najboljši, če je iz enotnega materiala, ker enakomerno srka vodo iz ometa, ki je kasneje nanešen nanj, ta pa prav zato lahko enakomerneje in močnejše zveže z njim.

VRSTA ZIDOV Z UPORABO KAMNA

- **kameni zid** vezan "na suho" in ometan z malto debeline 0,5 cm je najtrdnjši in najtrajnejši nosilec zidne slike. Slikarska malta na takem zidu mora biti nekoliko debelejša (do 5 cm). Napake se pojavljajo samo, če ne spoštujemo tradicionalnih pravil gradnje:
 - pred ometavanjem kamenega zidu se mora sušiti zid najmanj dve leti
 - če je kameni zid zidan z malto iz gašenega apna, je potrebno to malto izdolbsti in nanovo zapolniti z živim apnom

- ***zid iz opeke in kamenja*** je največkrat vzrok trajnih pomanjkljivosti:
 - različno vpijanje kamenja in opeke skozi malto se kaže na vpijanju fresko barve
 - neenakomerno se pojavljajo tudi soli – večkrat na delih, kjer je podlaga kamen
 - če je vezivo živo apno, in sloj ometa debelejši od običajnega, je verjetnost napak manjša

2.5.2 APNO KOT VEZIVO KONSTRUKCIJSKIH ELEMENTOV (MALTA)

Prva gradbena materiala sta gotovo kamen in opeka. Njuna trdnost je gotovo dovolj velika, da bi iz njiju zgradili nekaj kilometrov visok stolp, toda v praksi vidimo, da opečni in kamniti stolpi niso ne trdni ne visoki. Problem visoke skladovnice kosov kamenja in opeke je premajhna stabilnost in ne premajhna trdnost zidakov. Posamezni kosi kamenja in opeke nikoli niso čisto ravni zato ne nalegajo drug na drugega dovolj dobro, da se skladovnica ne bi majala ali celo podrla. Težave s stabilnostjo lahko zmanjšamo z izbiro primerne konstrukcije (piramide), bolje pa je, če med posamezne elemente vložimo neko plast, ki te neravnine izravna. Človek je v zgodovini zelo zgodaj prišel do tega spoznanja, saj takšne izravnalne plasti najdemo pri večini ohranjenih starodavnih zgradb. Zanje so največ uporabljali blato, glino, asfalt, svinčevo pločevino, in malto, ki je za takšno rabo najbolj primerna. Ponavadi jo sestavljajo voda, pesek in vezivo, ki po dodajanju vode sčasoma otrdi. Na kakšen način poteka zidanje si ni težko predstavljati. Sveža malta je plastična in se lahko prilagodi obliki kamna oz. opeke, na kateri leži in katero se položi nanjo. Ko se malta strdi je izdelek stabilen, saj se tudi strjena tesno prilega opeki oz. kamnu. Malta preprečuje nastanek koncentracij napetosti, zato tudi najbolj obremenjeni zidaki (blizu temeljev) ne pokajo. Malta poveča trenje med zidaki, to pa zelo poveča stabilnost zgradbe. Malta praviloma ne more povezati zidakov v relativno homogen zidan material, saj je njena trdnost največkrat nižja od trdnosti zidakov.

METODE ZIDANJA RIMLJANOV

Rimljani so uporabljali tri metode zidanja, ki se od tedaj niso bistveno spremenile:

- ***zidanje z živim apnom "na suho"***

Ta stari način zidanja se je uporabljal v času, ko je imel zid relativno širok prerez. Elementi so se na zunanjih straneh zidu zlagali, medtem ko so vmes enostavno nametali material. Sočasno so se prostori med elementi zapolnjevali z zdrobljenim sveže žganim živim apnom pomešanim z nekaj grobega, po možnosti kremenčevega peska. Istočasno so zid močno močili z vodo, tako, da se je apno sproti gasilo. Proces gašenje apna je trajal tri dni.

Zidanje na suho pride v poštev, če imamo sveže žgano apno, drobno zdrobljeno in zmešano s kvalitetnim kremenčevim peskom in kasneje zid skrbno močimo tri dni (ne več ne manj). Na ta način v procesu sušenja ne pride samo do nastanka karbonata, temveč do silikata. "Žejno" živo apno potegne iz zida vlago in se zapolni v medprostore. Pravilno zidan zid "na suho" doseže trdnost naravno vezanega konglomerata z apnencem. Trajnost potrjujejo številni srednjeveški zidovi, ki še danes niso izgubili na trdnosti.

- ***zidanje z živoapneno malto***

Živoapneno malto se pripravi iz zdrobljenega živega apna in peska v razmerju 1 : 7. Polovica peska se razgrne po tleh, doda se živo apno, ki se ga prekrije z ostalim peskom (slika 5.a). Z vrha se nalije voda (slika 5.b). Kup je potrebno oblikovati tako, da ima na vrhu ravno ploskev, katero se med nalivanjem vode korigira (slika 5.c). Apno se v pesku začne kuhati, zato se sprošča visoka količina toplote (slika 5.d). Preden se malta uporabi naj tako leži od 3 do 4 dni. Ob pripravi malte naj se material s kupa zajema v navpični smeri z vrha in meša s primerno količino vode (slika 5.e). Elementi, ki jih vgrajujemo, morajo biti dovolj vlažni, da ne odzjemajo vodo iz malte, zato jih vlažimo nekaj časa še po vgraditvi.



a)



b)



c)



d)



e)

Slika 5: Izdelava živoapnene malte

Za razliko od zidanja "na suho", kjer gre apneno mleko v vse pore po posameznih komponentah, v tem primeru vezava ni tako močna. V takem zidu se pogosto pojavljata vlaga in sol, pa kljub temu tak zid traja 600 – 800 let.

- *zidanje z malto iz gašenega apna*

Moderen način zidanja je enostavnejši, ker ni potrebno močenje zidu med zidanjem in po njem, vendar zid ni tako dobro povezan, kvaliteten in trajen. Apno se v tem slučaju pretvori v kalcijev karbonat samo na površini, v notranjosti sloja samo delno karbonatizira, malta na teh mestih pa ostane porozna in mehka.

2.5.3 APNO KOT VEZIVO SLOJA, KI ŠČITI KONSTRUKCIJO IN KOT PODLAGA ZA POSLIKAVO (OMET)

Omet opravlja trojno funkcijo: zaščiti zid kot konstrukcijski element, izravna vse neravnine in služi kot podlaga za stensko poslikavo. Omet sestavljata vezivo in polnilo. Polnilo je trdni del – skelet malte, daje odpornost malti, zaradi svoje poroznosti omogoča pretok zraka in s tem pripomore h karbonatizaciji in določa barvni ton ometa. Vezivo povezuje polnilo in daje malti plastičnost, da je možen nanos na zid. Ponekod so za vezivo uporabljali ilovico in mavec, v našem okolju pa prevladuje omet iz apna in peska, kar je za slikarsko podlago najbolje. Da bi malti izboljšali njene lastnosti (trdnost, obstojnost, počasnejše ali hitrejše sušenje), so ponekod dodajali razne dodatke.

Ti so lahko:

- anorganski (opečni zdrob, pucolani, marmor, gips)
- organski (slama, živalska dlaka, kazein, sladkor, olje, kri)

V omet so včasih dodajali tudi pigmente in barvila kot so: rumeni ali rdeči oker, indigo, cinober, karmin. Vsi pigmenti razen indiga in karmina so mineralnega izvora, kar onemogoča kemične reakcije z apnom. Za lastnosti ometa ima velik pomen kakovost naštetih sestavin, njihovo razmerje, način mešanja in debelina posameznih plasti. Pri obstojnosti ometa ima agregat zelo velik pomen. Oblika in trdnost zrn agregata vplivata na togost in togost ometa, velikost zrn na površinsko strukturo, barva pa na ton ometa in poslikave. Pesek, ki je namenjen za slikarske omete, mora biti čist, enoličen in brez snovi, ki bi lahko slabo vplivale na poslikavo. Pesek je lahko rečni, kopan, najboljši pa je drobljen, ker se apno najbolje prime na ravne ploskve zrn in je zato omet bolj kompakten. Ne smemo uporabljati morskega peska, ker, zaradi vsebnosti soli, kasneje zelo slabo vpliva na sam omet in poslikavo. Pred uporabo je agregat vedno treba oprati in presejati. Bolj grob agregat uporabimo v spodnjih plasteh, bolj drobnega pa v zgornjih. Velikost agregatnih zrn je odvisna tudi od vrste apna, ki ga nameravamo uporabiti. Za mastno apno uporabimo bolj grob agregat, za pusto pa bolj drobnega. Za spodnje plasti je najbolj primeren kremenčev pesek, ker ometu daje trdnost in odpornost, za zgornje pa bel apnenčev pesek, ki omogoča enakomerno vpijanje redke barve poslikave. Upoštevati moramo, da obarvanost peska vpliva na barvo ometa, ker včasih pesek ometov vsebuje primesi zemlje, ki obarvajo apno in s tem celoten omet.

Omet pripravimo tako, da pesek in apno dobro zmešamo v enotno plastično maso. Pesek, ki ga uporabljamo pri izdelavi ometa mora biti popolnoma suh, saj z mokrim peskom zelo težko zmešamo dovolj gosto malto. Moker pesek zaradi vode upočasni čas strjevanja, suh pesek pa ta proces strjevanja pospeši. Obenem pa voda okrog zrn peska naredi nekakšno oblogo, ki prepreči, da bi apno prišlo tik do površine zrn in jih dobro povezalo skupaj z ostalimi. Razmerje peska in apna je odvisno od plasti, ki jo nanašamo. Spodnje plasti so navadno debelejše, z večjim deležem peska, z bolj grobimi zrni peska in z manj apna. Bolj gredo proti površini vedno tanjše so plasti, z več apna, z manj peska, ki postaja vse bolj fin. Spodnje plasti so bolj grobe zato, da imajo vrhnje plasti boljši oprijem, vrhnja plast pa je bolj gladka. Več kot je apna v ometu, debelejša je apnena skorjica na površini, kar pomeni bolj trdno in ravno (primernejšo) podlago za slikanje. Skorjica tudi ne sme biti predebela. Ometi za spodnje plasti se mešajo v razmerju okrog 3 : 1 (3 volumske dele peska, 1 volumski del apna), za srednje plasti okrog 2 : 1, za vrhnjo plast pa celo 1 : 1. Razmerje je odvisno tudi od tega, ali je apno bolj pusto ali masno in ali pesek vsebuje več ali manj silikatov. Koliko plasti ometa bo potrebno nanesti, je odvisno od klimatskih razmer, v katerih se nahaja objekt, neravnosti stene in koliko materiala imamo na voljo.

Klimatske razmere so predvsem pomembne pri poslikavi v fresco tehniki, saj le ta zahteva slikanje na svež omet. Več plasti je potrebnih v suhih podnebjih, da s tem čim dlje ohranjamo vlago v ometu. Če je stena neravna jo je treba zravnati, kar pa včasih zahteva več plasti. V idealnem primeru naj bi freska nastala na vsaj petih plasteh ometa, ki se imenujejo: vezalec, ravnalec, hrapavec, glajenec in gladilec. Vsaka plast proti vrhu je bolj fina, z več apna in manj peska, ki je drobnejši. Namen prvih dveh plasti je poravnati steno, drugi dve sta podlagi za poslikavo, gladilec pa je vrhnja zadnja plast, na katero se slika. Plasti je lahko tudi več, a običajno freske nastajajo na dveh ali treh plasteh, na obokih pa celo v eni plasti, pa še ta je tanka kar prepreči preveliko težo na stropu in s tem možnost odpadanja poslikave. Število plasti in sestava ometa za slikanje na suh omet nima nobenega vpliva, saj je apno v ometu že karbonatiziralo. Če bi želeli na stari omet nanesti novega, moramo staro plast naključvati, da prebijemo kristalično skorjico in s tem dosežemo boljšo povezavo nove in stare plasti.

Najbolj kvalitetni ometi so poznani iz časa antičnega Rima. Take kvalitete ni dosegla nobena kasnejša kultura.

2.5.4 APNO KOT BELEŽ, KI ŠČITI, RAZKUŽUJE, UTRJUJE IN PREPREČUJE PRONICANJE VODE V OMET

Apno igra pomembno vlogo pri osnovnem, "zidarskem", beljenju novega ometa. Na površini ometa ustvari čvrsto apneno zaščitno skorjico oz. prevleko, katera varuje omet pred številnimi vplivi, ki pospešujejo njegovo razpadanje. Osnovno beljenje poveča kompaktnost ometa saj se njegov volumen po vezavi poveča za 10 % kar pomeni zmanjšanje por ometa. Osnovno beljenje torej izenačuje grobo poroznost površine ometa, s tem pa se pripravi primerna podlaga za nadaljnja slikopleskarska in slikarska dela.

Za osnovno beljenje se apno pripravi in uporablja v precej razredčenem stanju, ki ga imenujemo apneno mleko. To "tanko" beljenje ima svoj razlog. Apno nanešeno v tankem sloju ustvari močnejšo vezavo, kot v debelem sloju. Če nanesemo apno v predebelem oz. pregostem sloju, se zaradi slabe vezave pojavlja krhkost in nestabilnost tega sloja. Iz tega vidika je apno zelo občutljiv material, ker za vezavo potrebuje dosti vode, in še več vode, če je podlaga grobo porozna, ker vpija vodo iz nanešenega sloja apna. Zaradi tega osnovno beljenje ni tako enostavno, kot to mnogi mislijo, saj mu moramo posvetiti dovolj veliko pozornost, če želimo pustiti dobro pripravljeno podlago za nadaljnje delo. Razumljivo je, da moramo tudi za osnovno beljenje uporabljati boljšo kvaliteto gašenega apna.

Osnovno beljenje se ponavadi izvaja v dveh, ponekod tudi v treh nanosih s posebnim čopičem in ne s tlačno posodo ("pumpo") za brizganje, kot se to ponekod dela v težnji po lažjem delu in krajšem času dela. Osnovno beljenje z brizganjem nikoli ne doseže takšne trdnosti in elastičnosti, kakršno dobimo, če omet premažemo s čopičem. Razlika je v tem, da se s čopičem apno dobro vtisne, to je z razmazanjem močno sprime s podlago, z brizganjem pa se apno v razpršeni obliki oprime ometa z rahlo vezjo.

Za prvo beljenje se apneno mleko pripravi tako, da se gosto apno razredči s čisto vodo, v masnem razmerju 1 : 3. Razmerje redčenja apna je v vsakem primeru odvisno od vrste ometa, od njegove moči vpijanja, kar je še najbolj pomembno pri prvem nanosu.

Pri nanašanju moramo paziti, da pri vsakem naslednjem nanosu s čopičem nanašamo apneno mleko v pravokotni smeri glede na prejšnjo smer nanosa, saj s tem napravimo enakomernejšo prevleko. Če bi apneno mleko nanašali vedno v isti smeri, bi nastale sledi čopiča tako velike, da bi jih s kasnejšim brušenjem ne mogli zakriti.

Glede na nadaljnja slikopleskarska ali slikarska dela, ki sledijo po osnovnem beljenju, se v določenih primerih apnu doda sredstvo, ki ga v določeni meri izboljša in oplemeniti. Tako poboljšanje apna se doseže, če se doda 1 – 2 % lanenega olja na gosto apno. To olje je lahko razgradljivo v apnu, kjer pod vplivom bazičnih lastnosti apna preide v kalcijevo milo (emulzijo). Takšno apno postane bolj mastno in elastično, ustvari pa zasičeno podlago, preko katere omet ne more več tako vpijati. Te podlage so ponavadi pripravljene za barvanje z apnenimi barvami. Pred osnovnim beljenjem je površino ometa potrebno očistiti prahu in drugih nečistoč.

Osnovno beljenje se običajno izvaja na suh omet, obstajajo pa primeri, ko je potrebno pobeliti omet, ki še ni v celoti suh. Tu se postavlja vprašanje, ali takšno beljenje upočasnjuje sušenje ometa in ali škodi kasnejšim beljenjem te površine. Dosedanje izkušnje so pokazale, da takšno beljenje ne zadržuje sušenja ometa, razen v primeru, če bi apnenemu mleku dodali kakšna olja ali druga vezivna sredstva, ker bi s tem zaprli pore ometa. Časovni razmak med osnovnim beljenjem in barvanjem naj ne bo daljši od 24 ur, saj ima nanos na osušeni podlagi slabši oprijem.

2.5.5 APNO KOT SLOJ, KI DAJE OBJEKTU VIDEZ (BARVNE POSLIKAVE)

Slikanje z apnom lahko razdelimo na tehnike stenskega slikarstva in tehnike slikanja v slikopleskarstvu.

2.5.5.1 TEHNIKE STENSKEGA SLIKARSTVA

2.5.5.1.1 Fresco tehnika

Značilnost te tehnike je, da se barve nanašajo na svež, še vlažen, omet. Pri tej tehniki pigmente zmešamo s čisto vodo, le v skrajnih primerih z apnenim cvetom, ki se nabere na vodi, katera pokriva uležano gašeno apno. Pigmenta ni potrebno mešati z nobenim vezivom, saj bi s tem preprečili povezavo z apnom. Za vezavo se uporabi vezivo, ki je že v samam svežem ometu. Delci tega veziva (apna) se med procesom karbonatizacije dvigajo na površino ometa in se vrinejo med delce nanešenega pigmenta na tej površini in jih v celoti obdajo, nikakor pa pigment ne prodira v omet. Na tej površini se delci apna pretvorijo v apnenec in

ustvarijo tanko skorjico v kateri so ujeti delci pigmenta. Ta skorjica je kristaliziran kalcijev karbonat in ima steklast sijaj, kateri je značilen za pravo fresko. Pigment postane sestavni del kalcijevega karbonata (kamna) in prav zato je tak način poslikave tako zelo odporen in obstojen.

Slikanje v fresco tehniki se izvaja, dokler je omet še vlažen. Primerna vlažnost in čas trajanja te vlažnosti je nekje od šest ur do dveh dni, odvisno od števila plasti ometa, vlage, temperature in količine ogljikovega dioksida v ozračju, kjer freska nastaja. Vlažnost, ki je primerna za poslikavo, preverimo s pritiskom na omet, kateri se mora le rahlo vdreti. Če slikamo na omet, ki je še preveč svež, s čopičem, izdolbemo apno iz ometa, katero se pomeša s pigmentom, ki ga nanašamo, to pa na poslikavi povzroči svetlejši ton (lise).

Zadnji sloj ometa nanašamo postopno, le po toliko, kolikor ga je mogoče poslikati v času primerne vlažnosti. Imenuje se intonaco in se trdi v treh fazah:

- Prva faza traja nekje dve do tri ure. V tej fazi se barve na intonaco dobro primejo. V pogovornem jeziku izvajalcev se reče, da omet dobro vleče.
- Druga, "zlata", faza traja zelo malo časa, a je najboljša, kar se tiče vezanja pigmentov v omet
- Tretja faza pa je čas, ko čopič že rahlo praska po površini. Omet je takrat že toliko suh, da na površini nastaja skorjica, apneni delci se ne dvigujejo več v tolikšni meri proti površini z nanešenim pigmentom, kar pomeni, da tedaj barve na omet ne vežejo več dobro.

Ker se omet razmeroma hitro suši, pri takšni tehniki popravki niso možni, razen v zelo zgodnji fazi, ko barvo z mokrim čopičem še lahko odstranimo. Tudi če bi čisto isto barvo nanesli kasneje, bi to pomenilo drugačen ton. Možni so popravki tako, da se izreže del intonaca in nanese svežega in doslika manjkajoči del, ali pa se manjši popravki, izvedejo v drugi tehniki, ko je omet že suh. Ko se poslikan omet posuši, barve spremenijo ton, tako da neizkušen slikar težko oceni, kakšen bo končen izgled freske.



Slika 6: Apneni premazi v fresco tehniki

2.5.5.1.2 Apnena tehnika

Ta tehnika je hitrejša in manj zahtevna, a vendar zelo podobna fresco tehniki. Za podlago je lahko skoraj suh ali popolnoma suh, nov ali star omet, ki ga moramo najprej dobro namočiti, zatem pa premažemo površino z apnenim beležem, v enem ali več slojih. Ta belež ima več funkcij: poenoti strukturo ometa, poveča delovanje glajenja poslikave, deluje kot vezivo za pigmente poslikave (kot pri fresco tehniki). Slikati je treba na svež belež, ker pa se ta dokaj hitro suši, se ga nanaša po delih, kot intonaco pri freski. Če se je umetniku pri slikanju na svež omet omet prehitro sušil, so včasih uporabili postopek, da so z apnenim beležem premazali ta omet in s tem upočasnili proces karbonatizacije. Pigmente so zamešali v apneno mleko in jih pri slikanju nanесли še na svež belež. Tudi pri tej tehniki slikanja je bistvo v tem, da delci apnenega beleža obdajo delce pigmenta in z njimi vred tvorijo skorjico, ki je kristaliziran kalcijev karbonat.

Lestvica barv pri slikanju v fresco in apneni tehniki je omejena samo na anorganske pigmente, saj organski reagirajo z bazičnim apnom in vlago, zato kasneje razpadejo. Pri fresco tehniki se pigmente meša s čisto vodo ali apnenim cvetom, pri slikanju na apneni belež pa je pigmentom treba dodati apneno vodo ali mleko, da skupaj z apnom iz beleža tvorita vezavo barv na podlago. Barve, ki so namešane na apnenem mleku, v primerjavi s fresco tehniko niso tako lazurne in bleščeče. So bolj mlečne in manj obstojne, ker apno iz beleža nima takšne vezne moči kot apno iz ometa. Kjer so poskušali doseči večjo obstojnost in uporabiti več barv, so dostikrat pigmentom dodajali še druga veziva. Za freske je značilna svetlost, ni pa opaziti izrazito živih in hladnih tonov. Pri naslednji tehniki so možnosti glede tega večje.

2.5.5.1.3 Secco tehnika

Proces izdelave v secco tehniki ni zapleten in se že v osnovi močno razlikuje od prejšnjih dveh, saj se v omenjeni tehniki slika na suh omet, s tem pa slikar v mnogih pogledih ni več omejen. Podlaga je suha, torej čas slikanja ni več pomemben, izbor barv je mnogo širši, saj se lahko uporabijo tudi pigmenti, ki za slikanje na mokro niso primerni.

Pri uporabi te tehnike je pigmente potrebno pomešati z vezivom. Ker je omet suh in apno kot vezivo iz njega ne deluje več, je steno potrebno primerno pripraviti. Tej pripravi rečemo grundiranje. Z grundiranjem onemogočimo, da bi suh omet posrkal vezivo iz nanešenih barv, izboljšamo oprijem barv na podlago in s tem večjo odpornost in obstojnost poslikave. Tudi končni izgled poslikave na grundirani podlagi je bolj bleščeč in lazuren. V ta namen so zid premazali s klejem, jajcem, kazeinom, oljem ali mešanicami teh snovi. Te snovi so tudi zmešali z okrom, kredo, mavcem ali apnom, da so dobili bolj kompaktno maso za nanos na steno. Takšna površina je bila dobra podlaga za nanos pigmentov pomešanih z določenimi vezivi. Izbor veziva vpliva na lazurnost in pokrivnost barve, vendar prosojnosti kot pri freski ni mogoče doseči. Slabost te tehnike je neodpornost na atmosferske vplive in neobstojnost barv, ki so vezane na površino in z ometom ne tvorijo celote kot pri freski.

Secco tehnika se lahko uporablja: kot samostojni način slikanja, kot slikanje zaključnih detajlov na že posušeni freski ali za nanos občutljivih pigmentov. Za ta način poslikave so najbolj primerna veziva kot so: jajce, kazein, klej in njihove emulzije. Barve, ki imajo za vezivo kazein, jajce, oz. njune emulzije, so najbolj primerne za lazuren način slikanja, barve s klejem pa so bolj pokrivne. Apno in kazein se dobro ujemata, tako da grundiranje pred poslikavo ni potrebno.

Vsa veziva barv uporabljena za to tehniko so slabše obstojna kot sama freska, tako da po daljšem času po slikanju odpadejo, ostanejo pa samo podlage narejene v fresco tehniki.



Slika 7: secco slikanje Aldobrandinska svadba (Rim, Vatikan)

2.5.5.2 TEHNIKE BARVANJA V SLIKOPLESKARSTVU

2.5.5.2.1 Beljenje notranjih površin

Podlaga za pokrivno in barvno beljenje z apnenimi barvami mora biti dobro pripravljena, kar pomeni osnovno beljena, obrušena in z mavcem zapolnjene razne odrgnine, luknjice, ipd.

POKRIVNO BELJENJE

Za pokrivno beljenje se običajno uporablja gašeno apno zmešano z vodo v razmerju 1 : 2, to je en masni del gostega apna in dva masna dela vode. Nanaša se v več slojih tako, da dosežemo popolnoma čisto in belo površino. Ponavadi je za to potrebno nanesti dva nanosa s čopičem in en nanos s pomočjo tlačne posode za brizganje apna. Brizganje apna je pri zaključnem sloju pomembno, saj se z njim zabrišejo vse sledi, ki jih pušča za seboj čopič pri predhodnih nanosih, in dosežemo zelo enakomeren in žameten videz. Pokrivno beljenje s čopičem je potrebno zato, da bi se obrušena in z mavcem izravnana podlaga bolje izenačila in učvrstila.

Če se zahteva, da je beljenje odporno na drgnjenje, ga utrdimo z naknadnim brizganjem na enega izmed načinov:

- brizganje beljene površine z vodo po vsakem apnenem nanosu, takoj ko se začne sušiti. Ta način pride v poštev samo takrat, ko imamo primerno temperaturo ter suho in toplo zračenje.
- beljeno površino prebrizgamo z raztopino 3% kazeina ali mleka v razmerju 1: 5

BARVNO BELJENJE

Apnena barva rečemo tisti apneni mešanici, katera poleg apna vsebuje ustrezno vrsto in količino barve, pa tudi tisti mešanici apna in nekega sredstva za poboljšanje vezivne ali pokrivne moči apna. Pod izrazom ustrezna vrsta barve razumemo pisane pigmentne barve, katere so obstojne v apnu, oziroma na katere apno ne deluje s svojim bazičnim značajem. Ustrezna količina barve pomeni razmerje mešanja barve z apnom. Ne priporoča se dodajati več kot 10 % pigmenta na gosto apno.

Apno ni tako prilagodljiv material za barvno beljenje, saj se počasneje suši in slabše pokriva kot novejši materiali. Slaba pokrivnost je posledica tega, da ga moramo nanašati v tankih slojih. Če bi bil nanos predebel, bi sicer zelo dobro pokrilo toda zaradi pomankanja ogljikovega dioksida sledi slaba vezava, nečvrst in neodporen sloj. Zato bi pri prvih vplivih vlage in toplote razpadel, napokal in se luščil.

Apno ima eno veliko slabost. Zelo je občutljivo na mraz v času sušenja, zaradi počasnega izhlapevanja vode, zato se ga pozimi sme uporabljati le v dobro ogretyh prostorih. Zelo dobra stran apna je ta, da je v primerjavi z novejšimi barvami zelo odporen na vlago in ima veliko dezinfekcijsko moč. Apno kot bela barva je zelo občutljivo na paro, plin, vročino in dim, zato mu dodamo barve in veziva, da se doseže lepše in odpornejše obarvanje. Podlago za barvno beljenje je potrebno pripraviti kot je bilo opisano pri osnovnem beljenju.

Apneno barvo pripravimo tako, da se gosto gašeno apno razredči z vodo v razmerju 1 : 2, nato se precedi skozi gosto sito. Barva se posebej gosto zameša v nekaj precejšenega apna ali v raztopini veziva, s katerim želimo povečati vezivno moč apna. Nato se apnu doda toliko barve, kolikor je potrebno, da se doseže zeleni ton.

Gotovo apneno barvo pred uporabo poskusimo na svetlem delu zida, da ugotovimo:

- ali smo zadeli izbrani ton
- ali nanos dobro drži ali se briše
- ali je barva primerne gostote za lahko in enakomerno nanašanje.

Posebno pozornost pri pripravi barve je treba posvetiti nekaterim pigmentom, ki se zelo težko razpustijo v kombinaciji z vodnimi vezivi. Dogaja se, da te barve nekaj ur zatem, ko so namešane, izplavajo na površje v obliki majhnih grudic in pri beljenju puščajo barvne lise. Izkazalo se je, da je najbolje vsako vrsto barve zamešati eno do dve uri pred uporabo, jo precediti skozi gosto žično sito, da se neraztopljena barva na situ razpusti. Potem je taka barva primerna za toniranje apna.

Če barvanje traja več dni, je dobro, da se apnena barva vsak dan pred začetkom dela kontrolira, ker apno zaradi bazičnih lastnosti, pri nekaterih pigmentih, spremeni ton barve. V tem primeru je bolje, da barve namešamo vsak dan le toliko, kolikor jo sproti lahko porabimo. Tako lahko ugotovimo odpornost konkretnega pigmenta v apnu.

Če se nanos apnene barve slabo drži in briše, je potrebno apneni barvi dodati še nekaj veziva, lahko pa se poskuša barvo utrditi z razredčenim vezivom. Kot dodatno vezivo apnu najbolj odgovarja kazein, sveži sir, mleko in kazeinske emulzije. Apneno barvo ne smemo preveč zasititi z vezivom, ker nam to lahko zelo oteži beljenje in vpliva na čistost tona. Zato je najbolje, da se po končnem beljenju površina prebrizga z redko raztopino veziva.

2.5.5.2 Beljenje zunanjih površin – fasade

Znano je, da je barvanje nove fasade boljše in trajnejše, če se izvaja v času dozorevanja ometa, to je od dva do dvajset dni potem, ko je omet nanešen.

Fasadne površine ne smemo brusiti, ker z brusom lahko pustimo sledi in s tem poškodujemo povrhnjico ometa zato bi kasnejši nanosi različno vezali in drugače reagirali na toploto, vlago in mraz. Za zapolnitev luknjic, odrgnin in manjših poškodb nikakor ne smemo uporabljati mavca, ker je neodporen za zunanje površine, temveč maso, ki je istega sestava kot omet. Zelo porozen omet je potrebno zasititi s primernim nanosom. Običajno se to stori s čisto vodo, ki jo nanesemo s čopičem ali pa površino prebrizgamo tik pred beljenjem oziroma barvanjem.

V težjih primerih se vodi doda okrog 5 % kazeinskega apna ali pa se enostavno vodi domeša 3 % posnetega mleka in 3% apna. Tej mešanici pa se lahko doda še 1 % lanenega firneža. S tem predhodnim napajanjem poroznega ometa dosežemo enakomerno reagiranje nanosov apna oz. barve z ometom in zadrževanje potrebne količine vlage za normalno vezanje in strjevanje nanosa. Na nov omet, ki ni pretirano porozen, se običajno nanese en ali dva sloja apnenega mleka, ki služi kot prva zaščitna skorjica na ometu in enakomerna podlaga za nadaljnja barvanja. Kot je bilo že rečeno, naj časovni interval med osnovnim beljenjem in barvanjem naj ne bo daljši od 24 ur, saj ima nanos na osušeni podlagi slabši oprijem.

Za toniranje apna in pripravo apnene barve po možnosti uporabimo pigmente, ki so izdatnejši in imajo veliko pokrivno moč ter ob majhni porabi dajo apnu močan in živahen ton, seveda pod pogojem, da so ti pigmenti v apnu obstojni. Za ta namen so dobre in izdatne naravne in anorganske barve, kot železo – oksidne in hidroksoidne barve, ki so na tržišču poznane pod imeni: oker, satinober, oksidno rdeča, oksidno črna, fasadne barve ipd. Postopek priprave barve je enak kot pri barvanju notranjih površin.

V dobro pripravljeno mešanico in ob pravilnem nanosu omenjene barve v kombinaciji z apnom dobimo trdno in obstojno barvno plast na fasadi. Pri beljenju z apnenimi barvami velja staro pravilo: bolj je barva redka, odpornejši in lepši bo barvni belež. Na pripravljeno podlago se prvi sloj barve nanese s čopičem, naslednji pa se lahko nanesejo z brizganjem. Izkušnje kažejo, da na gladkih ometih brizgan sloj apnene barve slabše veže in slabše drži, zato je boljše nanašanje s čopičem. Brizganje se lahko uporabi na grobih površinah, kjer se s čopičem težko dela. Brizganje je uporabno tudi v slučaju, če vezanje barve zaradi prehitrega sušenja ni dovolj močno in sicer:

- če se barva v svetlem tonu in z dobrim apnom, prebarvano površino dvakrat do trikrat prebrizgamo s čisto vodo, da upočasnimo vezanje in barva bo boljše držala
- če se temno tonirana apnena barva, v kateri je še drugo vezivo kot na primer kazein in podobno, briše, površino narahlo prebrizgamo z mešanico vode in 3 – 5 % istega veziva. S tem dodatnim brizganjem zelo pripomoremo k boljši vezavi nanosa barve in s tem podaljšamo trajnost obarvanega sloja.



Slika 8: Apneni premazi na star apnen omet (Cerkev sv. Miklavža v Mevkšu)

Zvonik, ki je prikazan na sliki 8, je bil prebeljen s 27 let starim apnom na star apnen omet, ki je bil gladek in zelo izpran. Površina je bila na otip steklena, da pri prvih nanosih apnene vode ni popolnoma nič vpijala. Omet je bil prebeljen sedemkrat, od tega štirikrat z apneno vodo, da se je ustvarila močna vez s površino ometa, in trikrat z apnenim beležem, da je bil dosežen enakomeren izgled. Le pri zadnjem beljenju je bil beležu dodan firnež za izboljšanje vezivnosti in zmanjšanje absorpcije suhega premaza. Šivani vogali so poslikani z apnenim beležem, ki je bil obarvan z oksidnimi pigmenti. Obarvanemu beležu ni bilo dodanih nobenih drugih veziv, kar je gotovo tudi povod, da so bile na izpostavljenih delih poslikav že po nekaj letih opazne posledice izpiranja, kot je močna zbledelost in počasno izginjanje obarvanega sloja. Starost fasade na sliki 8 je 11 let.

BARVANJE NA SVEŽI FASADNI OMET

To je način, ko se svež omet s primerno mešanico apnene barve premaže takoj ali v časovnem intervalu do treh dni, odvisno od debeline ometa in površinskega sušenja. Za ta postopek je treba pripraviti gostejšo mešanico barve. Če barvamo v svetlem tonu, kar pomeni, da je suhega pigmenta manj kot 5% na gosto apno, barvi ni potrebno dodajati dodatnega veziva, sicer pa moramo apneni barvi dodati ustrezno vezivo kot sta kazein ali posneto mleko. Odvisno od vrste ometa in njegove poroznosti se nanj nanese apneno barvo v enem ali dveh nanosih brez predhodnega osnovnega beljenja. Pred samim beljenjem se omet moči samo z vodo.

To barvanje deluje na istem principu kot fresco tehnika poslikave. Prednost beljenja svežega ometa je v tem, ker se nanos barve in apna veže in suši naenkrat z ometom in tako nanos apnene barve postane sestavni del ometa. Če se mešanici barve doda vezivo kazein, mleko ali sveži sir, potem v procesu sušenja in delovanja apna preide v netopljivo stanje, v okameneli sir, in se močno poveže s trdo skorjico apna, kateri je v barvi in ometu.



Slika 9: Obarvan apneni belež na svež omet (Pri Jeriču v Sp. Gorjah)

Na sliki 9 je primer barvne fasade, ki je štirikrat prebeljena z apnenim beležem brez dodatkov na svež omet (2x takoj po nanosu ometa in 2x po preteku dvanajstih ur). Fini omet je izdelan iz savske mivke. Starost fasade na sliki 9 je 8 let. Vidimo, da je na izpostavljenem delu belež rahlo izpran. Temu je gotovo vzrok nezadostna vezava apna relativno visoke količine pigmenta pri zadnjih dveh nanosih apnenega premaza na apneno podlago, ki ni bila več popolnoma sveža.





Slika 10: Apneni belež in barvna poslikava na svež omet (Pri Šnetu na Boh. Beli)

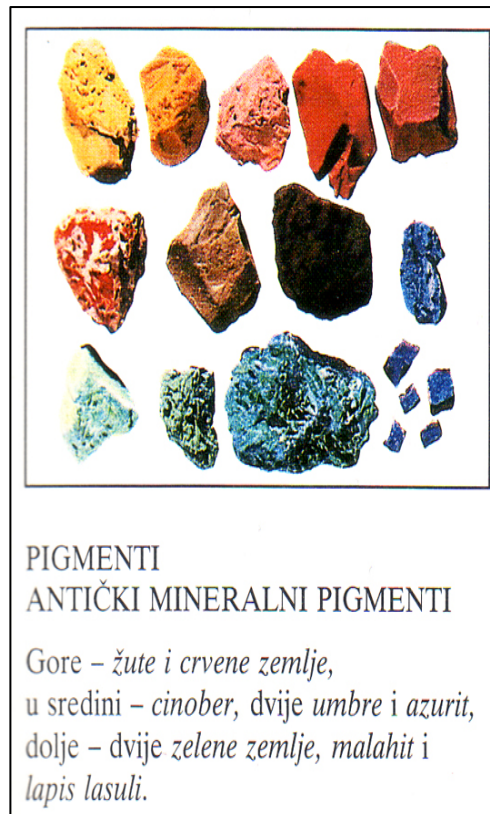
Na sliki 10 je prikazana apnena fasada, izdelana iz kalcitne mivke in trikrat prebeljena še na svež omet (2x takoj po nanosu ometa in 1x po preteku dvanajstih ur). Poslikava šivanih vogalov je izdelana z apnenim mlekom (1x takoj po nanosu ometa), kateremu je dodan visok delež pigmenta. Obarvano apneno mleko je bilo brez dodatnega veziva. Fasada na sliki 9 je bila izdelana 3 dni kasneje kot fasada na sliki 10. Zaradi izbrane tehnike poslikave je površina po osmih letih popolnoma nespremenjena.

2.6 PIGMENTI

Pigment je netopljiv fin prah, katerega lahko pomešamo s primernim vezivom in ga lahko naneseemo z namenom, da prekrije neko podlago. Pigment, ki je dispergirani v določenem vezivu daje različne barvne odtenke. Glavna karakteristična lastnost pigmenta je njegova netopnost. Ne veže se niti z živalskimi in ne rastlinskimi vlakni, ne raztaplja se v organskih in pogosto ne v anorganskih raztopinah. Po tej karakteristični lastnosti se pigment bistveno razlikuje od barvila, saj so drobni delci pigmenta, ki so dispergirani v vezivu, dobro vidni pod mikroskopom, medtem ko barvilo v obarvani substanci zaradi svoje finosti ni vidno. Velikost delca barvila je približno en nanometer. Barvilo je tekoče, v obliki tinktur, topno v vodi ponavadi rastlinskega ali živalskega izvora. Barvilo ima zaradi svoje majhnosti delcev zelo visoko pokrivno moč. Če z njim obarvamo drobne delce, dobimo pigment. Barvila se v slikarskih tehnikah ne uporabljajo veliko zaradi slabe obstojnosti.



Slika 11: Barva kot substanca



Slika 12: Antični mineralni pigmenti

Pigmenti so po svoji kemijski sestavi najpogosteje oksidi, sulfidi, kromati, karbonati, fosfati, silikati kovin, metalno - organske spojine in ponekod organske spojine.

Pigmente delimo na:

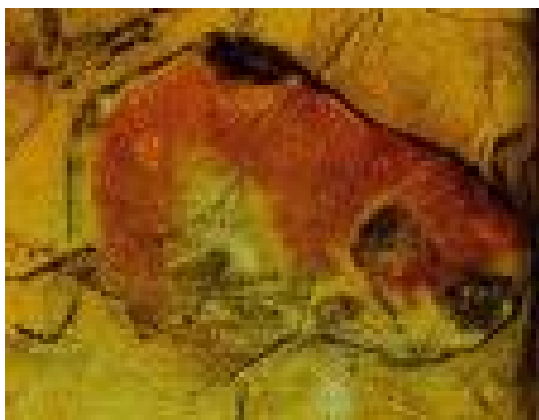
- **anorganske:** - naravne ali zemeljske
- umetne ali mineralne
- **organske:** - naravne
- umetne

2.6.1 ANORGANSKI PIGMENTI

To so pigmenti, ki so pridobljeni iz anorganskih snovi, katere so prisotne v naravi ali pa so umetno ustvarjene.

NARAVNI ALI ZEMELJSKI PIGMENTI

Zemeljski pigment je naravni anorganski pigment, ki se pridobiva s kopanjem iz zemlje tam, kjer se nahaja v izrazitih in relativno čistih barvnih karakteristikah. Zemeljske pigmente so uporabljali mojstri v jami Altamira. Raziskave dvajsetega stoletja potrjujejo, da gre za slikarije, ki izvirajo iz ledene dobe, nekje 13.500 let pred našim štetjem. V jami so najdeni ostanki v obliki krede za pisanje (rdeča, rjavi in rumeni oker), kateri so se uporabljali v obliki prahu. Najverjetneje je slikar pigmente mešal z maščobo in rastlinskim mlekom, pred nanosom teh pa je skalo premazal s smolo ali maščobo in na ta način dosegel, da so barve obstale skozi tisočletja. Na trajnost je vplivala tudi naravna karbonatizacija površinske slike. Danes se zemeljske pigmente žge, drobi, filtrira, sedimentira, suši in selekcionira, z namenom da bi dobili substance čim bolj čistih barv in finih - enakomernih zrn, katere ne bi vsebovale razgradljivih soli in organskih materialov.



Slika 13: Poslikave z zemeljskimi pigmenti v jami Altimira

UMETNI ALI MINERALNI PIGMENTI

To so anorganski pigmenti visoke kvalitete, ki so umetno pridobljeni s čiščenjem, oksidacijo ali anorgansko sintezo. Ena najstarejših barv iz te skupine je svinčeva bela, katero so umetno proizvedli že Egipčani. Prednost mineralnih pigmentov pred drugimi vrstami je v tem, da se dobijo v mnogo čistejšem stanju, v primerjavi z zemeljskimi pa imajo boljše lastnosti pokrivanja in obstojnost.

V to skupino spadajo še mnogi dehidrirani zemeljski pigmenti. To so pigmenti, katerim je s pečenjem odvzeta vezana voda.

2.6.2 ORGANSKI PIGMENTI

NARAVNI

To so pigmenti, ki se pridobivajo iz rastlinskih in živalskih organizmov na dva načina:

- z usedanjem barvila (samostojno)
- s fiksiranjem barvila na substrat

UMETNI

To so pigmenti pridobljeni kot rezultat zapletene kemijske obdelave različnih spojin, katere so dobljene iz katrana kamenega oglja. Tudi ti pigmenti se pridobivajo z usedanjem samostojno ali s fiksiranjem na substrat, enako kot pri naravnih organskih pigmentih. Pogosto se pojavlja, da se dragi mineralni pigmenti zamenjujejo s temi cenenimi sintetičnimi substancami.

Preglednica 1: Pigmenti

SKUPINA PIGMENTOV	PROIZVODNI PROCES	INFORMATIVNA SESTAVA	SPLOŠNE LASTNOSTI	NAJPOMEMBNEJŠI PIGMENTI V SKUPINI
ANORGANSKI				
NARAVNI ZEMELJSKI	kopanje, drobljenje, filtriranje, sedimentiranje, sušenje	železni oksidi, aluminijevi silikati, manganovi oksidi,...	srednje krome* in pokrivnost, univerzalni, obstojni	naravne krede, rumeni, rjave, rdeče in zelene zemlje, drobljeni mineralni minerali,...
MINERALNI UMETNI	kemijske reakcije, usedanje, kalciniranje,....	dehidrirani zemeljski sulfidi, selenidi, metalni oksidi, sulfati, karbonati, kromati, nitrati,...	močne krome in večje pokrivnosti specifične kompatibilnosti	žgane zemlje, beli pigmenti, kadmijeva rumena in rdeča, kobalt rumena, zelen in moder,...
ORGANSKI				
NARAVNI	usedanje živalskih in rastlinskih substanc samostojno ali na substrat	živalske ali rastlinske substance + ponekod substrat	na svetlobi manj obstojne, pogosto intenzivne krome in večje transparentnosti	rastlinski: žafran, indigo, zmajeva kri, oglje, ... živalski: indijska rumena, karmin, oglje, ...
UMETNI	zahtevni kemijski procesi	katranske barve; substance samostojno posedene ali na substrat	moderne katranske barve so relativno dobro obstojne in kompatibilne ter pogosto dobro pokrivne	permanent rumene, rdeče, ftalocijanin ali heliogena zelena in modra

* kroma - je število, ki označuje kromatičnost – barvitost barve. Črna, bela in siva barva so nenasičene barve in nimajo krome

LASTNOSTI PIGMENTA

Pred uporabo določenega pigmenta je potrebno dobro poznati njegove lastnosti, saj bi ob nepoznavanju teh lahko naleteli na težave pri mešanju ali nanašanju barve lahko pa tudi v času staranja izdelka. Nekaj pomembnih lastnosti:

1. čistost pigmenta
2. določanje tona barve
3. strupenost
4. obstojnost na: svetlobo, kislost, alkalije, atmosferilije, vodo, olje, topila, maščobo
5. kompatibilnost
6. pokrivnost

1. ČISTOST PIGMENTA

Čistost pigmenta pomeni, da pigment ne vsebuje raznih primesi, katere bi s kvantiteto ali specifično maso barvo pocenile. Zelo pomembno je, da ne vsebujejo primesi kot so: gips, sol, glina, težec, kreda, prav te pa se zelo pogosto pojavljajo v cenejših nekvalitetnih pigmentih. Taki pigmenti prav gotovo niso primerni za poslikave freske. Kemijska čistost ne pomeni vedno garancije za kvaliteto. Slabi pigmenti naravnega anorganskega porekla zelo pogosto vsebujejo organske primesi, katere pripomorejo k temnenju barve, toda v mnogih primerih so stranske primesi lahko načrtno dodane posameznim pigmentom. Dragocenejši pigmenti se pogosto redčijo z inertnim polnilom, katera bistveno ne vplivajo na osnovne lastnosti originalnega materiala; na ta način se titanovi beli dodajo inertnim pigmenti, kateri ji vzamejo njeno veliko barvilno moč in jo tako prilagajajo ostalim pigmentom.

2. DOLOČANJE TONA BARVE – BARVA

Človeško oko je sposobno razlikovati okrog 3000 različnih tonov barv, z besedo zapisanih pa je okrog deset. Za določen ton lahko rečemo da je moder, zelen, rdeč, rumen, vijoličast, za točnejši opis pa uporabljamo zloženske kot modrozelen, rumenorjav, ali pa opišemo zelen kot trava, moder kot nebo, toda v praksi običajno govorimo o določenem tonu in njegovi moči. Točen barvni ton pigmenta se določa s trikromatskim merjenjem, in sicer s tremi vrednostmi.

Te vrednosti so:

- **ton (T)** je število v registru barv, ki je določen po dogovoru in nam poda barvni ton, ki je v standardizirani barvni tabeli z valovno dolžino istega barvnega tona določen kot: moder, zelenorumen, ...
- **kroma (K)** je število, ki označuje kromatičnost – barvitost barve. Črna, bela in siva barva so nenasičene barve in nimajo krome.
- **valer (V)** označuje svetlobno vrednost (temnordečo, svetlomodro). V primeru, da se nek pigment pojavlja v različnih niansah, je naveden najsvetlejši in najtemnejši ton.

3. STRUPENOST PIGMENTA

Strupeni so predvsem tisti pigmenti, ki vsebujejo arzen (auripigment, realgar), svinec (svinčeva bela, svinčeva rumena, svinčev minij), baker (azurit, malahit).

4. OBSTOJNOST PIGMENTOV

Obstojnost je odvisna od kvalitete pigmenta, v kakšno vezivo smo pigment vmešali, kakšnim vplivom bomo to nanešeno barvo izpostavili in še od drugih fizikalnih vplivov.

- **ODPORNOST NA SVETLOBO** je eden najpomembnejših faktorjev kvalitetnega pigmenta. Na vpliv svetlobe so odporni tisti pigmenti, kateri so zelo dolgo časa izpostavljeni delovanju sončne, električne, ali druge svetlobe in ne kažejo nikakršnih vidnih sprememb. Kako pravzaprav deluje sončna svetloba na barve še ni popolnoma razjasnjeno. Najverjetneje je, da ob izpostavljenosti UV žarkom nastajajo oksidacijski in redukcijski procesi, kateri vplivajo na spremembo barve. Ponekod sončna svetloba izzove določene fotokemijske procese pigmentov. Nekateri kemijski elementi kot sta žveplo in svinec na zraku oksidirajo in potemniijo ali spremenijo barvo.

Industrija barv uporablja različne oznake za obstojnost pigmentov na svetlobo, ponekod z zvezdicami: *** visoka, ** zelo dobra, * dobra, o majhna obstojnost na svetlobi,

pogosto pa s številkami : 8 nadpovprečna, 7 odlična, 6 zelo dobra, 5 dobra, 4 še dobra, 3 zadovoljiva, 2 majhna in 1 zelo majhna obstojnost na svetlobi.

Naprava s katero se meri moč in obstojnost – pobledelost se imenuje fadeometer. Obarvan material se obseva z UV žarki in po 50 urah se na njem izvršijo vse spremembe, kakršne bi se zgodile v naslednjih 10 letih, od tedaj naprej pa barva ostane enaka za vedno. Včasih se je barva preskušala le z izpostavljanjem soncu.

- *ODPORNOST NA KISLOST* je zagotovo pomembna za pigmente, kateri se uporabljajo v tehnikah, kjer ima vezivo določeno kislost ali v primeru, ko je nanos izpostavljen okolju kislih plinov

- *ODPORNOST NA ALKALIJE* ima večjo pomembnost v zidnih tehnikah klasičnega kot modernega tipa, kjer pigmenti pridejo v stik z apnom, v modernejših pa s cementom, raznimi aditivi alkalnih karakteristik, katere se nahajajo v zidnih barvah na bazi akrilata. Za uporabo pigmentov v fresco tehniki so priporočljivi le tisti, kateri so obstojni v alkalnem okolju. Obstojnost pigmenta lahko preizkusimo tako, da ga nanese na svežo malto in po nekaj dneh ne sme kazati nobenih sprememb obarvanosti. Lahko pa pigment pomešamo z gašenim apnom in vodo, ki pa prav tako po nekaj dneh ne sme kazati nobenih sprememb.

Primer: Na freski se pariško modra razbarva v nekaj minutah, svetla kromova rumena pa v nekaj urah.

- *ODPORNOST NA ATMOSFERILJE* pomeni obstojnost na vplive atmosfere. To pomeni odpornost proti vlagi, hitrim spremembam temperature, dežju, snegu, vetru, mrazu, vročini, ... Preizkuša se enostavno, z izpostavljanjem pigmenta soncu in ostalim atmosferskim vplivom.

- *ODPORNOST NA VODO, OLJE, TOPILA, MAŠČOBO - NETOPLJIVOST* predstavlja pomembno značilnost po kateri se pigment razlikuje od barvila. Preizkuša se tako, da se pigment pomeša z izbranim sredstvom, nato se zmes nanese na filter papir in v slučaju, da je pigment topen, na ovlaženem robu pokaže določeno obarvanost.

5. KOMPATIBILNOST PIGMENTA

Kompatibilnost pomeni združljivost dveh različnih pigmentov, pigmenta z vezivom, pigmenta s podlago, ...

6. POKRIVNOST PIGMENTA

Pokrivnost pigmenta je sposobnost pokrivanja. " Neprozornost " je značilnost nekaterih barv, da ne prepuščajo svetlobnih žarkov. Pokrivnost pigmenta je odvisna od velikosti delcev pigmenta. Pokrivnost postopoma raste, če so delci pigmenta finejši, toda maksimalna je v slučaju, ko je velikost delcev enaka valovni dolžini svetlobe, katero pigment reflektira; z manjšanjem delcev se pokrivnost zmanjšuje, minimalno vrednost (max prozornost) pa bi dosegli nekje pri polovični vrednosti valovne dolžine reflektirane svetlobe.

NAJ NAŠTEJEM ŠE NEKAJ PIGMENTOV, KI SO BILI V DALJNI PRETEKLOSTI NAJVEČKRAT UPORABLJENI

BELA

- *Gašeno apno* je pigment in vezivo hkrati. Starejše je, boljša je njegova pokrivnost. Odporen je na svetlobi in vlagi.

- *Svinčeva bela* je bazični svinčev karbonat. Pridobivali so ga že Egipčani. Je dobro pokriven, vendar strupen. Ni primeren za fresco, saj z oksidacijo rjavi in pod vplivom žveplene kisline iz zraka črni. Ni kompatibilen s pigmenti, ki vsebujejo žveplo.

ČRNA

Skozi zgodovino so večinoma uporabljali pigmente rastlinskega in živalskega izvora kot so: saje, zdrobljeno oglje, koščeno in slonokoščeno črna.

Novejši pigmenti pa so mangan in oksidno črna.

RUMENA

- *Rumeni oker* je naravni zemeljski pigment. Barvo mu daje železov hidroksid, ki nastaja s preperevanjem železove rude in kamnin, ki so bogate z železom. Je dobro obstojen in kompatibilen. Nahajališča so po vsem svetu.

- *Siena* je rumen pigment, ki vsebuje z manganom bogati oker in veliko železa. Oker in siena sta kompatibilna z vsemi pigmenti in sta uporabna za vse vrste tehnik, sodita pa med najstarejše in najbolj uporabljane pigmente.

- *Avripigment* je zelo strupen mineralni pigment rumene barve, ki je v naravi prisoten kot arzenov sulfid v kosih, z mletjem pa se ga pripravi za uporabo. Ni primeren za uporabo na vlažnih podlagah ter za kombinacije s pigmenti, ki vsebujejo svinec ali baker, zaradi reakcij ki povzročijo temnejše obarvanje.
- *Svinčeva rumena* se pridobiva z žganjem bazičnega svinčevega karbonata. To je torej mineralni pigment rumeno rdeče barve. Ker se izpostavljen svetlobi obarva rdeče-rjavo, je bil pigment redko uporabljen.
- *Svinčevo kositrna rumena* se pridobiva z žganjem mešanice minija in kositrovega dioksida. Je relativno obstojen pigment.

Novejša pigmenta sta neapeljsko rumena in nikelj titan rumena.

RDEČA

- *Rdeči oker* je naravna in žgana zemlja, ki vsebuje železov oksid.
- *Cinober* je najpomembnejša živosrebrna ruda. Je slabo kompatibilen s pigmenti, ki vsebujejo svinec, ker v teh primerih temni. Nekatere vrste cinobra se spremenijo iz rdeče v črno barvo, če so izpostavljeni močni svetlobi.
- *Minij* je rdeč svinčev oksid, ki se pridobiva z žganjem svinčeve rumene ali bele. Ni alkalno in svetlobno odporen, je slabo kompatibilen s pigmenti, ki vsebujejo žveplo in je strupen.
- *Realgar* je mineral arzenovega sulfida, ki je intenzivno rdeče barve. Na svetlobi preide v obstojnejši avripigment. Ni kompatibilen z nekaterimi pigmenti.

Novejši pigmenti so krom rdeča, sintetični pigmenti železovega oksida.

RJAVA

Rjava se pojavlja v modifikacijah okra, žgane zelene zemlje ali pa kot umbra. Rjave, umbra tone so pridobivali tako, da so mešali oker s črno in sieno.

- *Umbra* je naravni zemeljski pigment, ki vsebuje mangan in železo. Nastane s preperevanjem rjavega siderita. Obstojen je na svetlobi in apnu, toda na zunanjih poslikavah se opazi znake propadanja.

MODRA

- *Azurit* je naravni mineral, bazični bakrov karbonat. Pridobiva se z razvrščanjem, drobljenjem, mletjem, spiranjem rude, umetno pa iz bakrovih soli, apnenega mleka in živega apna. Je obstojen na apnu in trajen na zunanjih stenah, pod vplivom kloridov pa pozeleni.
- *Egipčansko modra* je kalcij bakrov sulfat pridobljen z žganjem zmesi apna, kremenčevega peska in bakrove rude. Je zelo obstojen v stiku s kislinami in alkalijami, zato je primeren za slikarstvo.
- *Smalta* je kobaltovo steklo zmleto v prah. Je grobo mlet, ker s finostjo zrn blede. Zaradi grobosti zrn ima slabo pokrivnost.
- *Naravni ultramarin* je žveplo, ki vsebuje natrijev alumosilikat. Obstojen je v bazah in na svetlobi, zato je v slikarstvu pogosto uporabljen pigment.

Novejši modri pigment je kobalt modra.

ZELENA

- *Zelena zemlja* nastaja s preperevanjem železovih silikatov. Je slabo kompatibilna z gipsom. Pri zidnih tehnikah zelo blede. Zaradi slabe oprijemljivosti mora biti dobro vezana.
- *Malahit* je poldrag kamen, bazični bakrov karbonat, ki je strupen. Pridobiva se z mletjem. Ni kompatibilen s pigmenti, ki vsebujejo žveplo. Naravni malahit je obstojen na svetlobi in v alkalnem ter je zelo primeren za fresco tehniko.
- *Paratakamit* je pigment, ki je spremenjen iz bakrovega karbonata v bakrov klorid.
- *Mešana zelena* se pojavlja kot mešanica zelene zemlje in svinčeve bele, ali pa avripigmenta in indiga.

Novejša pigmenta sta kromoksid zelena in krom hidroksid zelena.

V zadnjem stoletju, predvsem pa v zadnjih nekaj desetih letih so iznašli nove umetne anorganske in organske pigmente. Med novejše umetne anorganske pigmente prištevamo nikelj titanove in krom titanove pigmente, ki nimajo tako močnih barv, so pa kemično in svetlobno zelo obstojni, zato so zelo primerni za zunanje fresco poslikave. Poleg tega pa lahko z njimi izboljšamo tudi mnoge starejše pigmente.

2.7 VEZIVA, KI SE LAHKO UPORABLJAJO SAMOSTOJNO ALI KOT DODATEK PRI STENSKIH POSLIKAVAH S PIGMENTI

Veživa so snovi, katera obdajajo ter povezujejo zrnca pigmentov in jih pritrdijo na podlago. Veživa razdelimo na anorganska in organska.

2.7.1 ANORAGNSKA VEZIVA

Med anorganska veživa spada apno, ki veže v skladu s kemijsko reakcijo, ki jo imenujemo karbonatizacija. Za dobro vežavo barv je uporabno samo dobro in uležano gašeno apno.

Po gostoti ločimo:

- **apneni cvet** je veživo, ki se nabere na vrhu odležanega gašenega apna in je videti kot kristalno čista voda, katera pa še vedno vsebuje dovolj kalcijevega hidroksida, ki omogoča vežavo pigmenta. Na apnenem cvetu se pripravi zelo redka barva, ki se v zelo tankem sloju nanese na svežo ometano podlago.
- **apnena voda** je zelo razredčeno apno. Slikarji so ga pogosto uporabljali kot nanos pred apnenim beležem, da se je dobro vpil v steno.
- **apneno mleko** je nekoliko gostejše kot apnena voda. Pripravi se tako, da se apnu doda voda, vendar v manjši količini kot za apneno vodo. Tako dobimo gostejšo snov, ki pa še vedno teče s čopiča. Lahko se uporablja gostejše ali redkejše mleko, kar določa gostoto in pokrivnost barv.

Vse tri vrste se ponavadi uporabljajo kot dodatek pri poslikavi na apneni belež, v določenih primerih pa se pokaže, da je zaradi preslabe vežave apna potrebno dodati še kakšno drugo veživo. Pigmenti, ki jih mešamo z apnenim cvetom, morajo biti fine zrnivosti, zato jih je pred uporabo potrebno tretiti s čisto vodo. Medtem ko apneno veživo prehaja iz kalcijevega hidroksida v kalcijev karbonat, zrn pigmenta ne zlepi kot druga veživa, temveč jih poveže v kristalčkih: apno in pigment skupaj tvorita celoto. Če je proces tega prehoda počasen in poteka v ustreznih pogojih, so ti kristalčki veliki in dobijo poseben lesk, če pa se apneno veživo na hitro posuši ali pa nepopolno karbonatizira, so nanešene barve brez leska in so slabo povezane.

2.7.2 ORAGNSKA VEZIVA

To vrsto veziv lahko razdelimo v tri skupine: vodotopna, nevodotopna in emulzije.

VODOTOPNA VEZIVA so lahko:

- rastlinskega izvora, na primer škrob, sladkor, česen, figovo mleko, gumiarabika, ... Imenovana veziva prihajajo na trg pogosto v prahu ali kot pripravljene mase, namenjene za slikopleskarska dela. Ta veziva za zidne tehnike niso priporočljiva.
- živalskega izvora, kot so jajce, kazein, klej, ... Ta veziva so v zadnjem času izgubila praktično veljavo, vsaj kar se tiče zidne tehnike.

Jajčni rumenjak je naravna emulzija tako kot mleko. Pri stenskem slikarstvu so ga zelo pogosto uporabljali, saj je dovolj lepljiv, da lahko poveže delce pigmenta, med sušenjem pa se ne krči toliko, da bi razpokal. Ker je pregost, so ga mojstri redčili z vodo ali z vinskim kisom v razmerju 1 : 10.

Beljak se večkrat uporablja za razne premaze ali kot lepilo za aplikacije. Kot vezivo za pigmente, kljub dobri vezni moči in lepljivosti ni primerno, ker sčasoma tako otrdi, da razpoka in se največkrat zaradi neelastičnosti tudi lušči.

Kazein je snov, ki je zagotovo zelo važna komponenta v secco tehniki. Kazein dobimo z določenim postopkom iz posnetega mleka ali svežega sira. Ko se kazein strdi, postane netopen v vodi. Dodaja se ga apnu, ker mu še poveča vezivno moč in zato daje poslikavi visoko obstojnost. Kazein z apnom tvori dobro mešanico, ki je zelo kvalitetna tudi za uporabo pri slikanju na svež omet. Njegova kvaliteta je tudi v tem, da zelo globoko prodira v omet in z njim tvori zelo obstojne površine, poleg tega pa še sam dobro veže.

Klej se pridobiva iz živalskih kož, pergamenta in ribjih mehurjev. Slaba lastnost kleja je, da je zelo higroskopičen, kar pomeni, da na vlagi nabrekne, na suhem pa se izsuši in celo razpoka.

Ta veziva so pogosto služila že pri pripravi podlage za poslikave s secco tehniko. Podlaga se je pripravila z isto snovjo, katero so uporabili za vezivo pigmentu.

PODROBNEJŠI OPIS PRIPRAVE, SESTAVE IN UPORABE KAZEINA

Kot sem že napisal, se kazein lahko uporablja kot vezivo ali kot dodatek k apnenemu vezivu. Če se mešanici apnene barve doda vezivo kazein, potem v procesu sušenja in delovanja apna preide v netopljivo stanje (v okameneli sir) in se močno poveže s trdo skorjico, ki nastane na površini apna. Uporablja se tako za stenske poslikave kot tudi pri slikopleskarskih delih z apnenim beležem, za boljšo vezavo pigmenta s podlago, za zmanjšanje higroskopičnosti podlage, za očvrstitev podlage, vse to pa pripomore k večji obstojnosti. Za pripravo kazeina obstaja več vrst receptur, ki se med seboj razlikujejo po namenu uporabe kazeina: ali gre za zunanja ali notranja dela in ali se bo uporabljal za slikarska ali slikopleskarska dela. Navedel bom nekaj najbolj uporabljanih receptur za pripravo apnenega kazeina:

KAZEIN V STENSKEM SLIKARSTVU:

1. PRIMER:

Potrebujemo: - 1 volumski del sveže mlade skute
- 1 volumski del apnenega testa

Oboje skupaj na deski pomešamo, da dobimo gladko maso, ki je podobna sirupu. Maso nato precedimo skozi krpo in razredčimo z vodo v razmerju 1 : 1. Vezivno moč preizkušamo z nanosom kazeina s pigmentom na papir. Če ima kazein preslabo vezivno moč se barva na papirju briše, če pa je vezivna moč premočna, pa ob upogibu papirja plast barve počí. Pripravljeni kazein lahko uporabljamo največ dva dni. Potrebno ga je hraniti na hladnem mestu, pokritega s vlažno krpo ali polivinilom, ki je položen neposredno na površino kazeina.

2. PRIMER:

Potrebujemo: - 5 volumskih delov skute
- 1 volumski del apnenega testa

Skuto najprej precedimo skozi krpo in s tem odstranimo odvečno maščobo. Odcejeno skuto postavimo v posodo za mešanje in zraven dodamo še apneno testo. Oboje skupaj zelo dobro

pregnetemo in dodamo potrebno količino destilirane vode. Potrebno je opozoriti, da gosti kazein zelo hitro, še prej kot v eni uri, želira, vendar pa že ob manjšem segrevanju ali gnetenju z manjšim dodatkom vode zopet postane tekoč. Barve, ki so pomešane z apnenim kazeinom ne želirajo.

3. PRIMER:

Potrebujemo: - 2 volumska dela precejšenega gostega apnenega mleka
- 3 volumske dele sveže skute

Priprava kazeina poteka kot v prvem primeru.

KAZEIN V SLIKOPLESKARSKI STROKI:

Tudi v teh primerih je za kazeinsko vezivo potrebna sveža kravja skuta.

Potrebujemo: - 1 volumski del sveže mlade skute
- 1 volumski delež gašenega apna

To vezivo se uporablja za zunanja in notranja dela. Postopek priprave je odvisen od izpostavljenosti podlage različnim vplivom (zunaj ali notri).

ZA ZUNANJA DELA

Skuta se izpere v mlačni vodi in nato se primeša isti količini gašenega apna. To zmes je potrebno mešati, dokler ne dobimo enakomerne homogene raztezljive mase, kateri lahko dodamo do 2 % lanenega firneža, s čimer povečamo vezivno moč kazeina. To vezivo je primerno kot sestavina apnenih barv, ki se lahko uporabljajo za barvanje podlag apnenih in apneno-cementnih ometov.

ZA NOTRANJA DELA

Izprani skuti dodamo 5% v vodi raztopljenega boraksa (sol tetraborove kisline) ali pepeljike (kalijev karbonat). To zmes pustimo stati eno do dve uri, da ob kasnejšem mešanju postane enakomerna tekoča masa, katero pred uporabo precedimo. Pripravljeno vezivo lahko različno

uporabljamo, še posebej za pripravo barv in kitov, ki so namenjene za prostore, kateri so podvrženi velikim temperaturnim spremembam. Pripravljeni apneni barvi lahko dodamo od 10 do 15% tako dobljenega veziva. Kazein se običajno dodaja apnu v deležu od 10 – 20 % in vpliva na elastičnost ter vezavo barve. Za kakšen delež se bomo odločili pa je odvisno tudi od kvalitete samega kazeina, apna, vrste podlage, količine vlage, deleža pigmenta v barvi... Kot je omenjeno v prvem primeru, se vezivna moč kazeinske barve lahko kontrolira. Povečana količina kazeina glede na apneno testo zmanjšuje odpornost veziva proti glivicami.

NEVODOTOPNA VEZIVA so mastna olja, smole in voski. V stenskem slikarstvu so se med nevodotopnimi vezivi največ uporabljala le olja in to kot dodatek, na primer orehovo, laneno in makovo olje.

PODROBNEJŠI OPIS SESTAVE, PRIPRAVE IN UPORABE LANENEGA FIRNEŽA

Tudi laneni firnež se pri različnih apnenih tehnikah slikanja in poslikavah lahko uporablja kot dodatno vezivo, ki apnu z ali brez pigmenta poveča vezivno moč. Kot dodatek v apnu opravlja tudi posebno funkcijo. Če dodamo 1 – 2 % lanenega firneža na gosto apno, pod vplivom lužnatih lastnosti apna preide v kalcijevo milo (emulzijo). Takšno apno postane bolj mastno in elastično, ustvari pa zasičeno podlago, preko katere omet ne more več tako vpijati. Laneni firnež je po sestavi predelano laneno olje, kateremu se z dodajanjem sikativov poveča lastnost sušenja. Iz lanenega olja se pridobiva na hladen in topel način.

HLADEN NAČIN

Lanenemu olju se v hladnem stanju doda ustrezna količina raztopine sikativov. Firnež, ki je pridobljen na tak način, je prozoren in svetlo rumenkaste do zelenkaste barve.

TOPEL NAČIN

Laneno olje je treba segreti v odprtem železnem kotlu na temperaturo med 130° in 150°C, temu pa se doda ustrezna količina rezinata ali oleata (sol ali ester oljne kisline), katera pa je potrebno predhodno segreti na dvakratno temperaturo lanenega olja. Kotel ima mešalo, da se

olja med segrevanjem neprestano meša, zaradi enakomerne temperature olja. Segrevanje firneža mora trajati dokler se sikativ povsem ne raztopi, to pa traja nekje od 4 do 5 ur. Odvisno od kvalitete uporabljenega lanenega olja in načina predelave ločimo svetlo in temno vrsto lanenega firneža. Svetla vrsta se običajno suši malo slabše kot temna, ki je potemnela ob procesu oksidacije olja. Laneni firnež poleg sikativov ne sme vsebovati nobenih drugih primesi. V kolikor pa se mu dodajo cenejša olja za pocenitev firneža, mora biti to na embalaži primerno označeno.

Danes se firnež zelo redko pridobiva na opisan način, ne samo zaradi dolgega postopka temveč tudi zaradi temne obarvanosti. Firnež se zelo dobro ujema z večino pigmentnih barv in polnil, ki se uporabljajo v slikopleskarski praksi.

Sušenje lanenega firneža poteka na osnovi vezanja kisika iz zraka. Sikativi, ki jih vsebuje firnež, vezanje kisika zelo pospešijo in s tem pospešijo sušenje barve, ki vsebuje firnež kot dodatno vezivo. Pod vplivom toplote in svetlobe je sušenje firneža pospešeno, na hladnem, v temi in vlagi pa je ta proces mnogo počasnejši. Na sušenje vpliva tudi debelina nanosa, vrsta podlage in različni pigmenti. V normalnih vremenskih pogojih se laneni firnež suši poleti od 12 do 18 in pozimi od 18 do 24 ur.

Čisti laneni firnež prepoznamo po značilnem vonju po lanenem olju.

EMULZIJE so zelo fine mešanice dveh nekompatibilnih snovi v ustreznem razmerju olja in vode. Spoj teh dveh snovi, ki se po svoji naravi ne moreta pomešati, lahko dosežemo s pomočjo emulgatorja, ki istočasno omogoča, da se snovi ne ločita vsaj dokler pigment ni nanešen na podlago. Kot emulgatorji služijo apno, klej, škrob, gumiarabika, pa tudi substance, ki so že same po sebi emulgirane, kot sta jajčni rumenjaki in mleko.

3 LASTNE PREISKAVE APNENIH MALT

3.1 APNO KOT VEZIVO KONSTRUKCIJSKIH ELEMENTOV ALI PA ZAŠČITNI ELEMENT KONSTRUKCIJE (MALTA)

Glavni namen opravljenih preiskav opisanih v tem delu je določitev in primerjava določenih karakteristik apen različnih slovenskih proizvajalcev. Predvsem so bile preiskave usmerjene k apnenim maltam izdelanim z apnenim testom, ki je bilo pridobljeno z gašenjem živega apna z viškom vode. Malte so bile pripravljene po recepturi za tradicionalno malto.

Lastnosti apnenih malt smo določili tako na sveži kot na strjeni malti. Za določanje karakteristik strjenih malt smo pripravili vzorce v obliki standardnih prizmic iz apnene malte in nanесли sloj malte na opeke. V zadnjem primeru smo želeli dobiti podobne razmere kot pri ometih. Preiskave so potekale na vzorcih apnene malte, ki so bile narejene po isti recepturi toda z različnimi apni.

Uporabljeno je bilo 6 apen različnih slovenskih proizvajalcev, ki sem jih označil kot:

- A – 1 apneno testo (surovina je kalcit, ki vsebuje 98% CaCO_3 , žgan v proizvodnji apna na industrijski način, gašen na tradicionalni način),
- A – 2 apneno testo (surovina je kalcit, žgan in gašen na tradicionalni način),
- A – 3 apneno testo (surovina je dolomit, žgan in gašen na tradicionalni način)
- A – 4 hidrat v prahu (surovina je kalcit, ki vsebuje 97% CaCO_3 , žgan v jaškastih pečeh na zemeljski plin, gašen na proizvodni način)
- A – 5 hidrat v prahu, ki je en mesec odležaval v vodi v razmerju 1 : 1 (surovina je kalcit, ki vsebuje 97% CaCO_3 , žgan v jaškastih pečeh na zemeljski plin, gašen na proizvodni način)
- A – 6 apneno testo (surovina je kalcit, ki vsebuje 98% CaCO_3 , žgan v proizvodnji, za gašenje pa se uporabi najslabša kvaliteta proizvedenega živega apna, gašen pa je na tradicionalni način).

Z vsakim apnom sta bili zamešani po dve mešanici.

3.1.1 POSTOPEK PRIPRAVE MALTE

Za pripravo malt smo uporabljali kalcitni agregat frakcij 0/2 in 0/4, kot vezivo pa gašeno apno proizvajalcev iz: Kresnic, Podpeči, Stranj, Kresnic (hidrat), Solkana in Žirov.

Uporabljen agregat je bil zelo vlažen, zato se je pri vsaki seriji mešanja malte odvzel vzorec agregata za sušenje. Vlažnost agregata smo določili iz mas vlažnega in suhega agregata. Ta podatek nam lahko namreč pomaga pri razjasnitvi določenih karakteristik zamešanih malt v svežem in strjenem stanju (potreba po vodi za ustrezno konsistenco, razlike v trdnosti,...)

RAZMERJA IN MEŠANJE

Vse mešanice apnene malte za preiskavo so bile pripravljene po naslednji recepturi:

- 1 volumski del kalcita 0/2
- 2 volumska dela kalcita 0/4
- 1 volumski del apnenega testa

Mešanje malte je potekalo v posodi standardnega RILEM-CEN mešalca. Postopek mešanja je bil sledeč: Lonc in lopatica sta bila pred uporabo navlažena. V posodo smo dali posamezne komponente malte kot volumske deleže, ki pa smo jih tudi stehtali. Komponente malte smo najprej mešali z manjšo, nato pa še okrog pol minute z večjo hitrostjo, dokler ni nastala homogena zmes. Med spremembo hitrosti mešanja smo mešalec ustavili, da smo sestavine, ki so se nabirale na stenah posode, postrgali nazaj na sredino posode. Homogeno mešanico smo dosegli najhitreje, če smo v posodo dali najprej apneno testo in šele nato agregat. S pomočjo zidarske žlice smo preverili, ali je dobljeni mešanici potrebno dodati še kaj vode. Izkazalo se je, da so bile vse dobljene mešanice primerne za vgradnjo v kalupe in za nanos na opeko. Med njimi so obstajale razlike glede mastnosti oz. pustosti malte, na to pa s količino vode ni mogoče vplivati.

Sledil je preskus razleza na stresalni mizici, nato pa vgradnja malte v kalupe in nanos sloja malte na opeko.

3.1.2 PRIPRAVA KALUPOV

Opažnega ločilnega sredstva nismo želeli uporabiti. Zato smo se odločili, da stene kalupov oblepimo z gladkim lepilnim trakom. Na ta način smo želeli izločiti potencialni vpliv opažnega ločilnega sredstva na hitrost napredovanja karbonatizacije in na vodovpojnost

apnenih malt. Istočasno pa je bilo malti med sušenjem omogočeno krčenje, prav tako pa je bilo tudi razkalupljenje enostavneje, saj se malta oblepljenih sten skoraj nič ni prijela.



Slika 14: Pripravljeni kalupi za vgradnjo apnene malte

3.1.3 POSTOPEK VGRAJEVANJA MALTE V KALUPE

Prizme strjene apnene malte služijo za ugotavljanje različnih karakteristik posameznih mešanic, zato je zelo pomembno, da za vse mešanice izvajamo enak postopek vgrajevanja malte v kalup in sicer: kalup do polovice napolnimo z malto, jo z lesenim nabijalom zgostimo, nato kalup v celoti zapolnimo in postopek z nabijalom ponovimo, površino vgrajene malte pa na koncu zravnamo z zidarsko žlico.



Slika 15: Prikaz krčenja apnene malte v kalupih

Vzorci apnene malte ostanejo v kalupih praviloma najmanj 5 dni, lahko pa tudi več. Potem jih razkalupimo. Iz vsake vrste apna smo izdelali od 8 do 13 standardnih maltnih prizmic.

3.1.4 POSTOPEK ODSTRANJEVANJA KALUPOV

Razkalupljanje prve serije je bilo opravljeno po šestih dneh, druge po 27 - tih in tretje serije po 29 - tih dneh. Prizmice smo nato preložili na rešetke, tako da je bil iz vseh strani omogočen dostop zraka, ki je potreben za sušenje. Tako so prizmice odležavale vse do preiskav.

3.1.5 PRIPRAVA OPEKE IN POSTOPEK VGRAJEVANJA MALTE NA OPEKO

Za ugotavljanje vodovpojnosti apnene malte v vlogi ometa na podlagi kapilarnega srka je bilo potrebno na opeke nanesti enakomerni sloj posameznih mešanic malt. Vse opeke so bile enake, površine na katere je bila nanešena malta so bile čiste in omočene s čisto vodo. Malta se je nanašala v debelini okrog 1 cm, njena površina pa se je poravnala. Za lažji enakomerni nanos malte je bil narejen provizorični dvostranski opaž, kateri se je takoj po nanosu malte odstranil. V takšnem stanju so vzorci počakali do začetka preiskav.



Slika 16: Nanos malte na opeko

3.1.6 PREIZKUŠANJE MALT

3.1.6.1 PREIZKUŠANJE SVEŽE MALTE

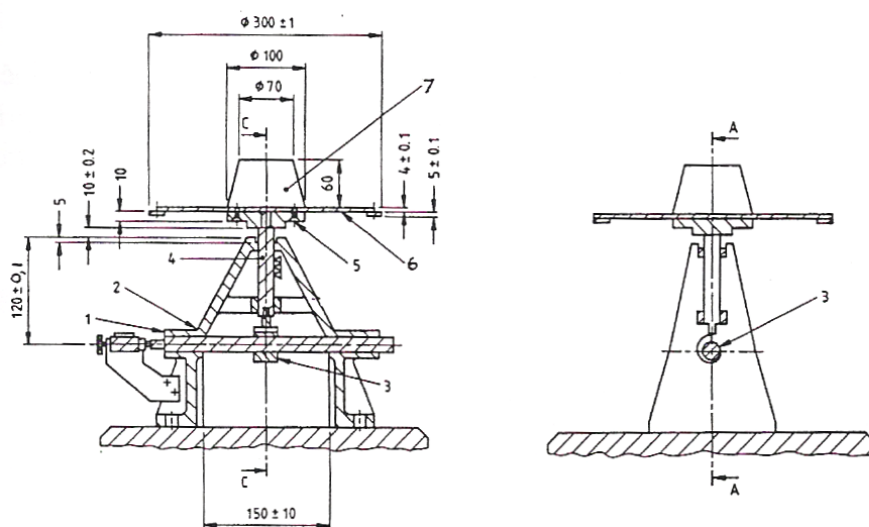
Sveža malta je mešanica agregata, anorganskega veziva in vode, po potrebi pa ji lahko dodamo še razne dodatke, ki so organskega ali anorganskega izvora. Na podlagi opazovanja lastnosti, ki jih ima sveža malta, lahko že do neke mere določimo kvaliteto malte.

Te lastnosti so: konsistenca, prostorninska masa, poroznost, sprejemnost sveže malte z opeko, sposobnost zadrževanja vode in krčenje.

3.1.6.1.1 Konsistenca sveže malte

Konsistenca je stopnja povezanosti posameznih komponent malte, in vpliva na notranje trenje v sveži mešanici malte. Konsistenca sveže malte močno vpliva na njeno obdelavnost, to pomeni, kako enostavno lahko malto razporedimo preko določene podlage v tankem homogenem sloju. Na konsistenco vplivajo številni parametri:

- vrsta, količina in zrnastostna sestava agregata,
- vrsta in količina veziva,
- količina voda,
- prisotnost dodatkov.



Slika 17: Stresalna mizica

Za določanje konsistence sveže malte obstaja več metod. V okviru naših preiskav smo uporabili metodo razleza na stresalni mizici po SIST EN 1015-3. Konsistenca vzorca sveže malte se po tem standardu določa s pomočjo definiranega prisekanega stožca, ki se ga namesti na ploščo stresalne mizice. Postopek preizkusa je opisan v nadaljevanju.

Vso opremo, ki smo jo uporabili za preskus razleza apnene malte na stresalni mizici, smo obrisali z vlažno krpo pred vsakim preskusom posebej, ker vlažnost podlage in ostale opreme v stiku z malto lahko zelo močno vpliva na razlez malte.

Na sredino plošče na stresalni mizici smo postavili kalup standardnega prisekanega stožca, ki smo ga do polovice napolnili z malto (s pomočjo lijaka) in jo zgostili z lesenim nabijalom s točno določenim številom udarcev. Nato kalup dopolnimo s presežkom malte, ki jo ponovno zgostimo. Lijak z vrha kalupa odstranimo, medtem ko s pomočjo zidarske žlice odrežemo presežek malte med kalupom in lijakom. Kalup ločimo od malte tako, da ga z občutkom dvignemo. Malta, ki je ostala na mizici je pripravljena za preizkus. Ročaj stresalne mizice vrtimo s hitrostjo enega vrtljaja na sekundo in sicer 15 krat. Mehanizem te naprave je tak, da ob vsakem vrtljaju ustvarimo padec podlage na kateri je naš vzorec malte za 1 cm, kar pa povzroči njen razlez. Razlez mešanic se je izmeril v dveh med seboj pravokotnih smereh, kot rezultat pa se je upoštevalo povprečje teh dveh. (1. meritev: navidez največji razlez; 2. meritev: razlez pravokotno na največjega).

Preglednica 2: Razlez sveže malte

OZNAKA APNA	MEŠANICA	RAZLEZ (mm)		POVPREČJE RAZLEZA	OCENA PO OBČUTKU
		A	B		
1	1	138,5	136,0	137,25	mastna
A1	2	140,0	137,0	138,50	bolj tekoča kot 1. mešanica (lahko je posledica bolj navlaženega orodja)
A2	3	138,0	137,0	137,50	malo manj mastna kot 1. mešanica
A2	4	142,0	142,0	142,00	malo manj mastna kot 1. mešanica in rdekejša kot 3. mešanica
A3	5	146,0	149,0	147,50	bolj pusta in bolj tekoča kot 1, 2, 3, 4
A3	6	136,0	137,0	136,50	
A4	7	163,0	161,0	162,00	zelo pusta in zelo tekoča
A4	8	153,0	156,0	154,50	zelo pusta in manj tekoča kot 7
A5	9	134,0	131,0	132,50	zelo pusta, neprimerna za ometavanje in zidanje
A5	10	135,0	140,0	137,50	
A6	11	127,0	127,0	127,00	bistveno bolj mastna od 7, 8, 9, 10 a bolj pusta od 1, 2, 3, 4, 5, 6.
A6	12	128,0	129,0	128,50	bistveno bolj mastna od 7, 8, 9, 10 a bolj pusta od 1, 2, 3, 4, 5, 6.

Rezultat preiskave, povprečen razlez v mm, predstavlja mero za konsistenco sveže malte. Konsistenca je skupek lastnosti sveže malte, ki vplivajo na njeno vgradljivost, obdelavnost in zgoščevanje.

3.1.6.2 PREIZKUŠANJE STRJENE MALTE

Strjena malta je kompozitni material sestavljen iz veziva, polnila in vode. Najpomembnejše lastnosti strjene malte so:

1. prostorninska masa,
2. poroznost,
3. tlačna in upogibna trdnost,
4. sprijemnost s podlago,
5. vodovpojnost,
6. krčenje.

V tej diplomski nalogi je bil namen opraviti preizkuse nekaterih zgoraj navedenih lastnosti apnenih malt.

Preizkusi strjene malte so se izvajali pri 60 in 90 dnevni starosti vzorcev. S pripravljenimi prizmicami je bilo treba ravnati zelo nežno, saj so bile zelo neodporne na obremenitve in bi v slučaju deformiranja lahko dobili nepravilne rezultate zaradi predhodnih poškodb. Pred začetkom izvajanja upogibnih in tlačnih raziskav je bilo potrebno opraviti še nekaj kontrol in meritev parametrov, ki imajo določen vpliv na dobljene rezultate in nam jih pomagajo razumeti:

- vizualna kontrola prizmic
- kontrola prostorninske mase prizmic
- kontrola karbonatizacije prizmic

VIZUALNA KONTROLA PRIZMIC

Preden smo prizmice preskusili, smo jih pregledali in izločili tiste, ki so razpokale med krčenjem v kalupih, saj bi v nasprotnem primeru dobili zelo nerealne rezultate.



Slika 18: Prikaz prizmice, ki je med krčenjem razpokala

KONTROLA PROSTORNINSKE MASE PRIZMIC (tehtanje, točna izmera geometrijskih količin)

Prostorninska masa strjene malte nam lahko veliko pove o spreminjanju količine vode v malti pri različnih pogojih negovanja, poleg tega pa je tudi posredni pokazatelj trdnosti malte. Če so vzorci za tehtanje pravih geometrijskih oblik, lahko njihovo prostornino enostavno določimo z merjenjem dimenzij, drugače pa se jih zasičene potaplja v vodo.



Slika 19: Največji skrček po višini je na polovici



Slika 20: Tehtanje prizmic za določitev prostorninske mase

Ker so bile naše prizmice pravilnih oblik smo jim natančno izmerili dolžino, širino in višino, za izračun volumna telesa. S tehtanjem smo dobili še maso in tako smo lahko dobili prostorninsko maso prizmic apnene malte. Zaradi skrčka smo za višino vzeli povprečno vrednost.

KONTROLA KARBONATIZACIJE PRIZMIC

Tudi stopnja karbonatizacije vpliva na tlačno trdnost apnene malte. Stopnjo karbonatizacije smo želeli preveriti tako, da smo površino razpolovljene prizmice napršili z 1% raztopino fenolftaleina. Povsod kjer apno še ni karbonatizirano, zaradi svojega lužnatega značaja reagira s to raztopino in se vijolično obarva, karbonatiziran del prizmic pa ostane bel.

Kot rezultat tega poskusa naj bi dobili globino karbonatizacije prizmic. Neobarvani deli so že popolnoma karbonatizirali (slika 21).

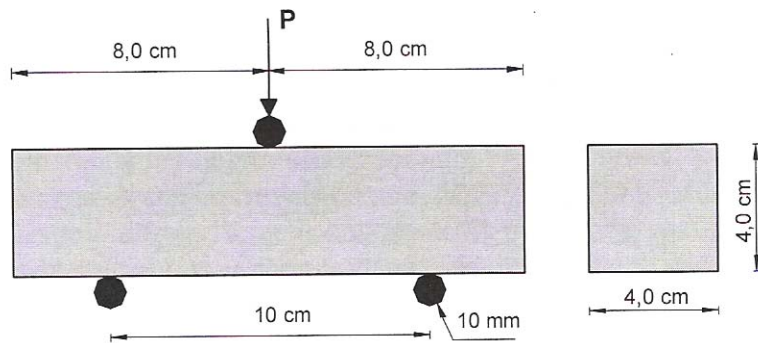


Slika 21: Določitev stopnje karbonatizacije maltnih prizmic

3.1.6.2.1 UPOGIB (namen in rezultati)

Določitev upogibne trdnosti malte obravnava standard SIST EN 1015-11. Določamo jo na prizmicah dimenzij 4x4x16 cm. Prizmico obremenjujemo tritočkovno, kot je prikazano na sliki 22. Neravno površino, ki je bila v kalupu zgoraj, moramo nujno obrniti na bok.

Polovice prizmic, ki jih dobimo pri tem preskusu, so preskušanci za določanje tlačne trdnosti.



Slika 22: Določanje upogibne trdnosti maltnih prizmic

Upogibno trdnost določimo z izrazom: $f_{up} = \frac{3}{2} \cdot \frac{l \cdot P_m}{a^3} \dots \dots \text{ [MPa]}$

Enačba: (1)

P_m mejna sila (N)

a manjša dimenzija prizmice (mm)

l razmik med podporama (mm)

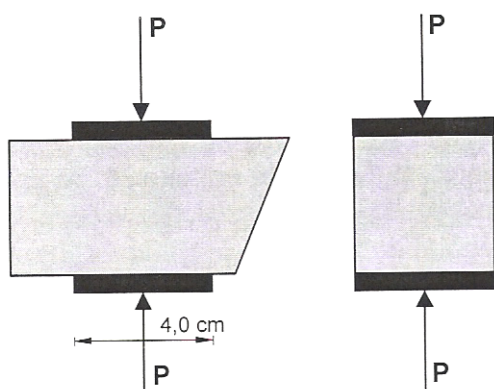
Pri preizkusu upogibne trdnosti vzorcev iz apnene malte ni bilo pričakovati večjega odpora, zato lahko rečem, da je bil ta postopek le pomoč pri razpolavljanju prizmic. Na polovičkih prizmic smo pozneje določili tlačno trdnost apnenih malt.

3.1.6.2.2 TLAK (namen in rezultati)

Enoosno tlačno trdnost malte prav tako obravnava SIST EN 1015-11, določamo pa jo na polovicah prizmic, ki jih dobimo pri preskušanju upogibne trdnosti. Med enim in drugim preskusom morajo biti polovice pokrite z vlažno krpo. Za preskušanje apnene malte ta zahteva ni primerna, zato je ne upoštevamo.

Na tlačno trdnost malte vplivajo: starost vzorcev, delež zračnih por, sestava malte, pogoji nege, zrnavostna sestava agregata,

Tudi pri preskusu tlačne trdnosti moramo paziti, da neravna površina vzorca ne nalega na eno od jeklenih ploščic naprave, ki stiska vzorec.



Slika 23: Določanje tlačne trdnosti maltnih prizmic

Tlačno trdnost določimo z izrazom: $f_{tl} = \frac{P_m}{a^2}$ [MPa]

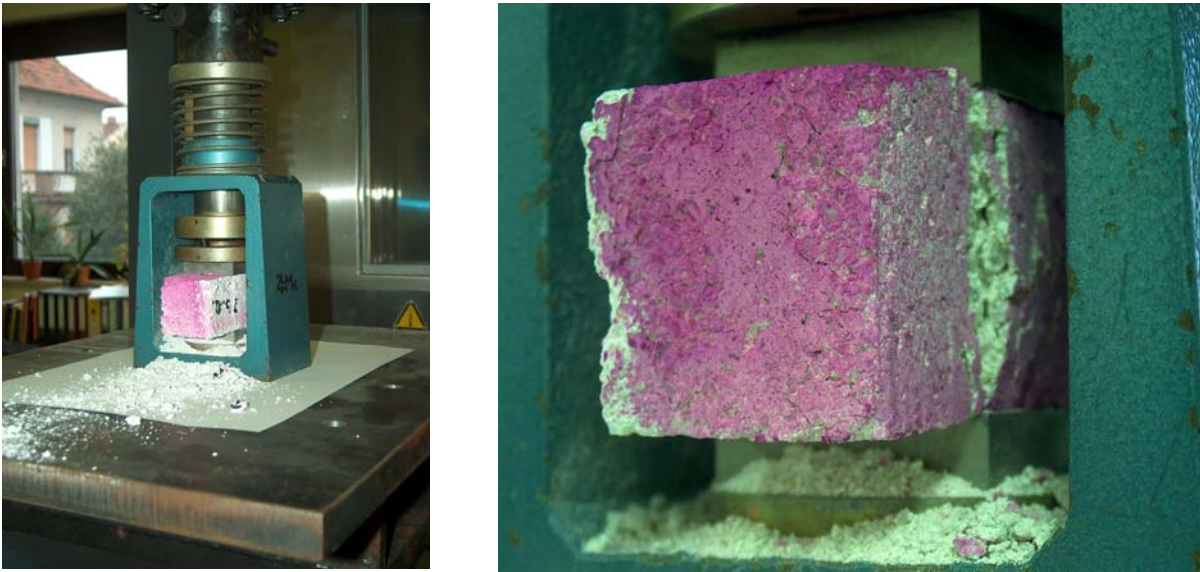
Enačba: (2)

P_m mejna sila (N)

f_{tl} krajša stranica prizmice (mm)

Tlačna trdnost je ena od pomembnejših lastnosti strjenih malt, saj se v praksi malta večinoma uporablja kot vezni del nosilnih elementov konstrukcije. V svoji vlogi torej prevzema visoke tlačne napetosti. Poleg maksimalne tlačne trdnosti pa je za malto zelo pomembna tudi duktilnost. Zaradi funkcije malt v nosilnih konstrukcijah je zelo pomembno poznati omenjeni dve lastnosti, ki jih lahko ocenimo s preizkusom tlačne trdnosti.

Preizkus je potekal tako, da smo vsako polovičko prizmice iz apnene malte vstavili v napravo za preizkus tlačne trdnosti. Pomembno je, da smo prizmico v napravo vstavili tako, da neravna površina vzorca ne nalega na eno od jeklenih ploščic naprave, ki stiska vzorec. Ko smo vzorec vstavili v napravo, je potrebno ploščico naprave spustiti, da lepo nalega na površino vzorca. Nato se računalniško sproži napravo za stiskanje vzorca. Medtem, ko se vzorec stiska, se v računalniku beležijo vrednosti sile stiskanja in pomikov ploščice vse do porušitve vzorca.



Slika 24: Prikaz porušitve maltne prizmice pri tlačnem preizkusu

Z obdelavo tako dobljenih podatkov smo določili različne karakteristike obravnavanih apnenih malt. Tako slika 25 prikazuje povprečno tlačno trdnost posamezne malte pri starosti 60 in 90 dni. Iz diagramov prikazanih na sliki 26, ki prikazujejo sovisnost med napetostjo in pomikom ploščice jarma za določanje tlačne trdnosti, pa lahko ocenimo tudi duktilnost posameznega preskušanca in seveda tudi povprečno duktilnost obravnavanih malt.

V nadaljevanju bom prikazal rezultate tlačnih preiskav preizkušancev iz šestih vrst apen pri starosti 60 in 90 dni.

Preglednica 3: Vzorci in mešanice iz posameznih apen

OZNAKA APNA	MEŠANICA	VZORCI
A1	1, 2	1,2,3,4,15,16,17,18,
A2	3, 4	5,6,7,19,20,21,22,
A3	5, 6	8,9,10,11,23,24,25,26,27,
A4	7, 8	12,13,14,28,29,30,31,
A5	9, 10	32,33,34,35,40,41,42,
A6	11, 12	36,37,38,39,43,44,45,46,

Preglednica 4: Prikaz maksimalnih vrednosti tlačne trdnosti posameznih vzorcev

A-1	MEŠANICA 1		TLAČNA TRDNOST: mešanica 1, 60 dni			
	VZOREC		2.	3.	4.	povprečje
	TLAK (MPa)	A	1,48	1,56	1,58	1,6
		B	1,65	1,61	1,72	
	MEŠANICA 1		TLAČNA TRDNOST: mešanica 1, 90 dni			
	VZOREC		15.	16.	17.	povprečje
	TLAK (MPa)	A	1,76	1,69	1,77	1,67
		B	1,55	1,65	1,58	
	MEŠANICA 2		TLAČNA TRDNOST: mešanica 2, 60 dni			
	VZOREC		1.			povprečje
	TLAK (MPa)	A	1,58			1,58
		B	1,58			
MEŠANICA 2		TLAČNA TRDNOST: mešanica 2, 90 dni				
VZOREC		18.			povprečje	
TLAK (MPa)	A	1,98			1,94	
	B	1,89				

A-2	MEŠANICA 3		TLAČNA TRDNOST: mešanica 3, 60 dni			
	VZOREC		5.	6.		povprečje
	TLAK (MPa)	A	1,15	1,31		1,26
		B	1,32	1,26		
	MEŠANICA 3		TLAČNA TRDNOST: mešanica 3, 90 dni			
	VZOREC		19.	20.	21.	povprečje
	TLAK (MPa)	A	1,29	1,39	1,42	1,38
		B	1,29	1,39	1,49	
	MEŠANICA 4		TLAČNA TRDNOST: mešanica 4, 60 dni			
	VZOREC		7.			povprečje
	TLAK (MPa)	A	1,31			1,35
		B	1,4			
MEŠANICA 4		TLAČNA TRDNOST: mešanica 4, 90 dni				
VZOREC		22.			povprečje	
TLAK (MPa)	A	1,35			1,39	
	B	1,44				

»se nadaljuje...«

»...nadaljevanje«

A-3	MEŠANICA 5		TLAČNA TRDNOST: mešanica 5, 60 dni			
	VZOREC		8.	9.		povprečje
	TLAK (MPa)	A	1,18	1,06		1,08
		B	1,03	1,06		
	MEŠANICA 5		TLAČNA TRDNOST: mešanica 5, 90 dni			
	VZOREC		23.	24.	25.	povprečje
	TLAK (MPa)	A	1,17	1,20	1,21	1,23
		B	1,12	1,18	1,47	
	MEŠANICA 6		TLAČNA TRDNOST: mešanica 6, 60 dni			
	VZOREC		10.	11.		povprečje
	TLAK (MPa)	A	1,12	0,94		1,08
		B	1,06	1,18		
MEŠANICA 6		TLAČNA TRDNOST: mešanica 6, 90 dni				
VZOREC		26.	27.		povprečje	
TLAK (MPa)	A	1,23	1,23		1,22	
	B	1,23	1,18			

A-4	MEŠANICA 7		TLAČNA TRDNOST: mešanica 7, 60 dni			
	VZOREC		12.			povprečje
	TLAK (MPa)	A	1,12			1,11
		B	1,09			
	MEŠANICA 7		TLAČNA TRDNOST: mešanica 7, 60 dni			
	VZOREC		28.	29.		povprečje
	TLAK (MPa)	A	1,23	1,21		1,16
		B	1,11	1,09		
	MEŠANICA 8		TLAČNA TRDNOST: mešanica 8, 60 dni			
	VZOREC		13.	14.		povprečje
	TLAK (MPa)	A	1,15	1,04		1,03
		B	1,01	0,93		
MEŠANICA 8		TLAČNA TRDNOST: mešanica 8, 90 dni				
VZOREC		30.	31.		povprečje	
TLAK (MPa)	A	1,16	1,1		1,13	
	B	1,1	1,15			

»se nadaljuje...«

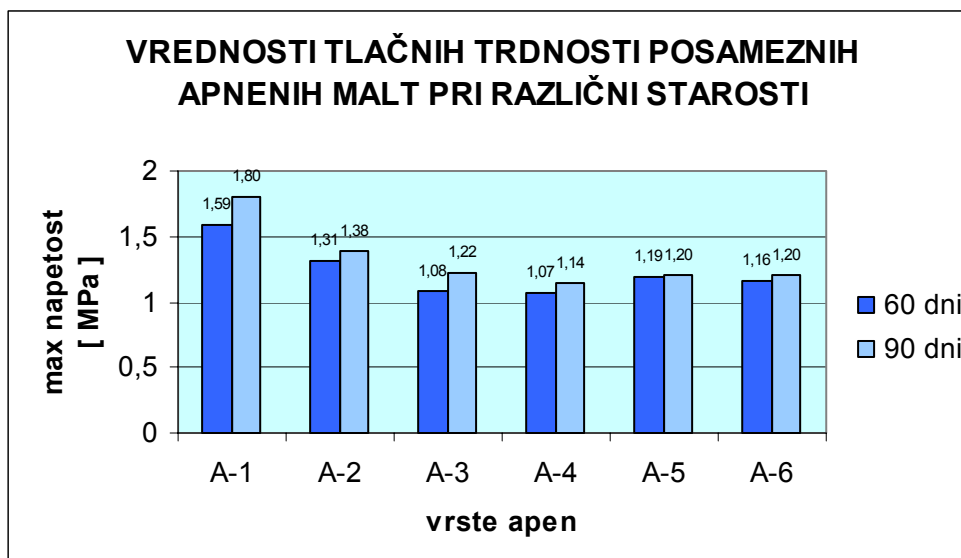
»...nadaljevanje«

A-5	MEŠANICA 9		TLAČNA TRDNOST: mešanica 9, 60 dni			
	VZOREC		32.	33.		povprečje
	TLAK (MPa)	A	1,11	1,28		1,14
		B	1,08	1,08		
	MEŠANICA 9		TLAČNA TRDNOST: mešanica 9, 90 dni			
	VZOREC		40.			povprečje
	TLAK (MPa)	A	1,13			1,18
		B	1,23			
	MEŠANICA 10		TLAČNA TRDNOST: mešanica 10, 60 dni			
	VZOREC		34.	35.		povprečje
	TLAK (MPa)	A	1,39	1,16		1,24
		B	1,35	1,06		
MEŠANICA 10		TLAČNA TRDNOST: mešanica 10, 90 dni				
VZOREC		41.	42.		povprečje	
TLAK (MPa)	A	1,01	1,25		1,23	
	B	1,18	1,48			

A-6	MEŠANICA 11		TLAČNA TRDNOST: mešanica 11, 60 dni			
	VZOREC		36.	37.		povprečje
	TLAK (MPa)	A	1,13	1,36		1,21
		B	1,20	1,14		
	MEŠANICA 11		TLAČNA TRDNOST: mešanica 11, 90 dni			
	VZOREC		43.			povprečje
	TLAK (MPa)	A	1,29			1,29
		B	1,29			
	MEŠANICA 12		TLAČNA TRDNOST: mešanica 12, 60 dni			
	VZOREC		38.	39.		povprečje
	TLAK (MPa)	A	1,15	1,22		1,12
		B	1,12	0,99		
MEŠANICA 12		TLAČNA TRDNOST: mešanica 12, 90 dni				
VZOREC		44.	45.	46.	povprečje	
TLAK (MPa)	A	1,15	1,07	1,09	1,12	
	B	1,07	1,16	1,12		

Preglednica 5: Povprečne vrednosti tlačnih trdnosti posameznih apnenih malt

POVPREČNE TLAČNE TRDNOSTI APNENIH MALT						
STAROST	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6
60 DNI	1,59	1,31	1,08	1,07	1,19	1,16
90 DNI	1,80	1,38	1,22	1,14	1,20	1,20
povečanje tlačne trdnosti preizkušancev med 60 in 90 dni v %						
	14	6	13	7	1	3
povečanje tlačne trdnosti preizkušancev med 60 in 90 dni v MPa						
	0,21	0,08	0,14	0,07	0,01	0,04



Slika 25: Vrednosti tlačnih trdnosti posameznih apnenih malt pri različni starosti

PRIMERJAVE MALT:

Iz preglednice 5 in slike 25 lahko razberemo, da apnene malte med starostjo 60 dni, in starostjo 90 dni pridobijo na tlačni trdnosti med 1 in 14 %.

1. Če primerjamo tlačne trdnosti apnenih malt A – 4 (vezivo je hidrat) in A – 5 (vezivo je hidrat, ki je en mesec odležal v vodi) vidimo, da z odležavanjem apna lahko dosežemo višje vrednosti tlačne trdnosti. V našem primeru so te vrednosti višje za dobrih 11 odstotkov pri 60 dni in dobrih 5 odstotkov pri 90 dni starih vzorcih. Glede na manjši

razlez malt A – 5 v primerjavi z maltama A – 4 (preglednica 2) pri ocenjeni ustrezni obdelavnosti malt bi lahko bilo povečanje tlačne trdnosti izključno posledica manjše poroznosti malte zaradi manjše količine vode v malti.

2. Apnene malte, ki kot vezivo vsebujejo apneno testo pridobljeno z gašenjem, na tradicionalen način (A – 1, A – 2, A – 3 in A – 6) v splošnem dosegajo višje tlačne trdnosti kot malte s hidratiziranim apnom v prahu (A – 4 in A – 5).

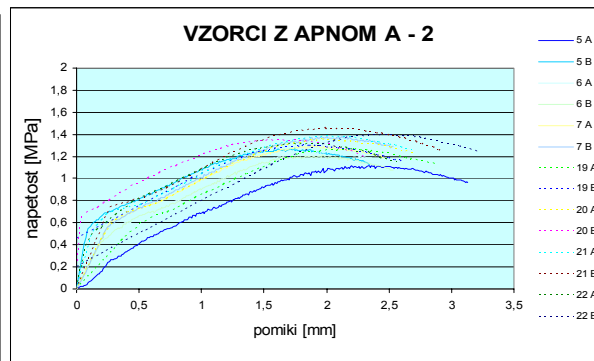
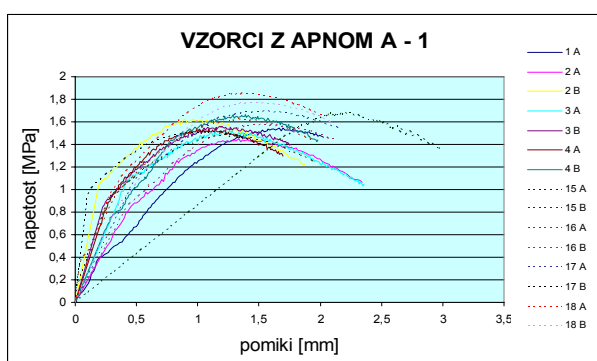
Na slikah 26a do 26f so prikazane sovisnosti med tlačno napetostjo in skrčkom za obravnavane vrste apen. Vsaka slika vsebuje rezultate, ki so bili dobljeni v okviru določanja tlačne trdnosti vzorcev za posamezno vrsto apnene malte. Iz grafov je lepo razvidna razpršenost vrednosti tlačne trdnosti preizkušancev pri starosti 60 in 90 dni. Ko primerjamo diagrame malt iz različnih apen vidimo zelo velike v odzivu malt na stopnjevano tlačno obremenitev.

Tako na primer malta z apnom A – 2 močno izstopa s svojo visoko duktilnostjo, relativno bolj duktilno obnašanje pa je značilno tudi za malto A – 6.

Po drugi strani pa ima malta A – 1 največjo nosilnost, njena duktilnost pa se giblje nekje v sredini intervala duktilnosti obravnavanih malt.

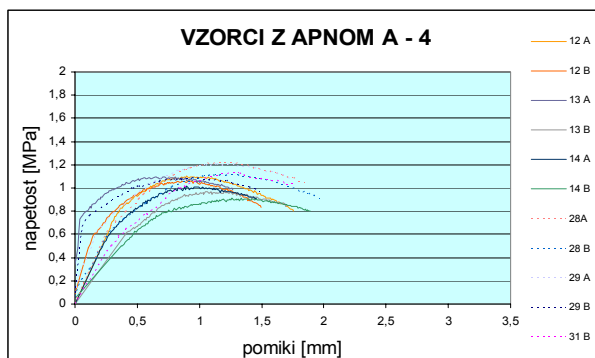
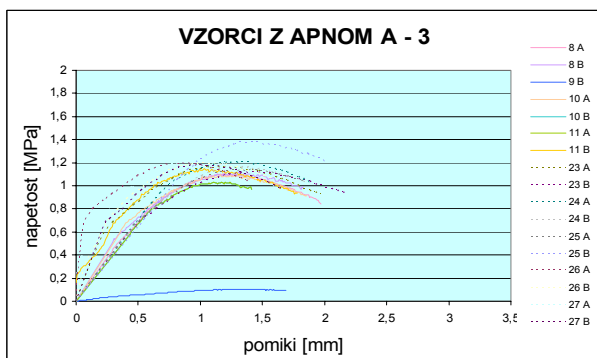
Najslabše duktilno obnašanje je značilno za malto A – 3, izdelano z dolomitnim apnom in malti A – 4 in A – 5.

Primerjava krivulj vzorcev starih 60 dni s krivuljami vzorcev starih 90 dni pa pokaže, da malta v času enega meseca več pridobi na tlačni trdnosti kot na duktilnosti.



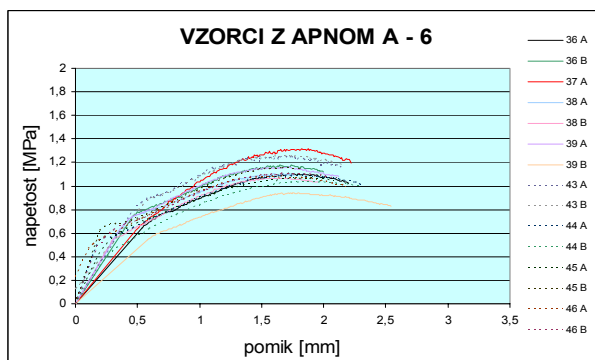
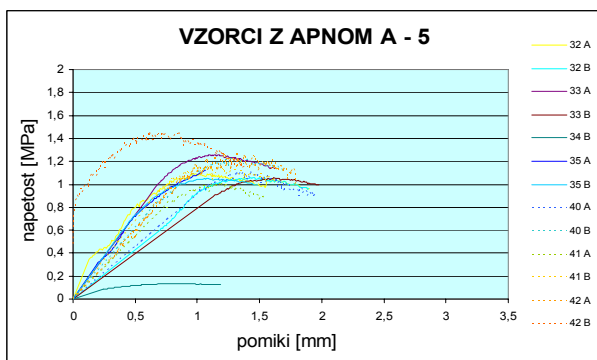
a) Tlačna trdnost malt z apnom A – 1

b) Tlačna trdnost malt z apnom A - 2



c) Tlačna trdnost malt z apnom A – 3

d) Tlačna trdnost malt z apnom A – 4



e) Tlačna trdnost malt z apnom A – 5

f) Tlačna trdnost malt z apnom A – 6

Slika 26: Prikaz tlačnih trdnosti posameznih malt

- vzorci stari 90 dni
- - - - - vzorci stari 60 dni

3.1.6.2.3 VODOVPOJNOST APNENIH MALT

Vodovpojnost apnene malte sem preizkušal:

1. po standardni metodi za določevanje koeficienta kapilarnega vpijanja vode strjene malte
2. s pripravo za določitev vodovpojnosti pri nizkem pritisku vode

1. Po standardni metodi (maltne prizmice standardne velikosti SIST EN 1015–18:2004)

Maltne prizmice sem najprej razpolovil. Nato sem plašč vsake prizmice oblepil z lepilnim trakom 2 cm od dna prizmice do vrha kjer je bila prizmica prelomljena. Preostanek neoblepljenega plašča vzorca sem prekril s silikonskim kitom, ki je zagotavljal popolno zatesnitev vzorca od spodnjega roba do oblepljenega dela. Spodnji in zgornji prerez sta bila prosta. Nato sem vsak vzorec ponovno stehtal in maso označil z M_0 .



Slika 27: Razpolavljanje prizmice



Slika 28: Zatesnjeni plašč vzorca

V pladenj sem položil kovinsko mrežico, nanjo položil vse vzorce tako, da so stali na gladkih prerezih. V pladenj z vzorci sem nalil vodo do označenega nivoja, tako, da so bili vsi vzorci potopljeni v vodi 1 cm. Mrežica v pladnju je služila za neoviran dostop vode do prereza vzorca. Nivo vode je bilo potrebno vzdrževati ves čas poskusa.



Slika 29: Prikaz vzorcev, ki skozi spodnji presek srkajo vodo;



Slika 30: Prikaz tehtanja v točno določenih časovnih intervalih

Po preteku desetih minut sem vzorce hitro preložil na mizo, s papirnato brisačo obrisal odvečno vodo in jih stehtal. Maso vzorcev sem označil z M_1 . Vzorce sem nato preložil v pladenj z mrežico brez vode. Vodo sem nalil do označenega nivoja. Postopek sem ponovil še po 90 minutah in 24 urah tako, da sem dobil še M_2 in M_3 . Da sem lahko grafično prikazal vodovpojnost apnenih malt z različnimi apni v času enega dneva, je bilo najprej potrebno vsem masam (M_1 , M_2 , M_3) odšteti M_0 , da sem dobil mase vode, ki jo je posamezen vzorec absorbiral v časovnih intervalih skozi točno določen presek. Prav to nam pove tudi koeficient kapilarnega vpivanja pri času 10 minut, ki ga določimo s pomočjo naslednje formule.

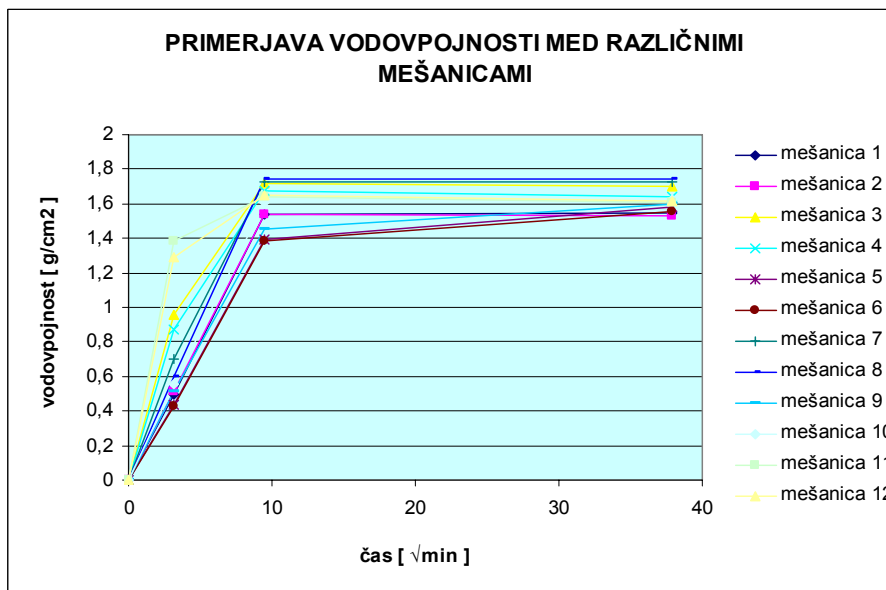
$$k = \frac{m/s}{\sqrt{t}} \dots\dots\dots \left[\frac{g/cm^2}{\sqrt{\text{min}}} \right] \quad \text{Enačba: (3)}$$

k koeficient vodovpojnosti

m ... masa vode

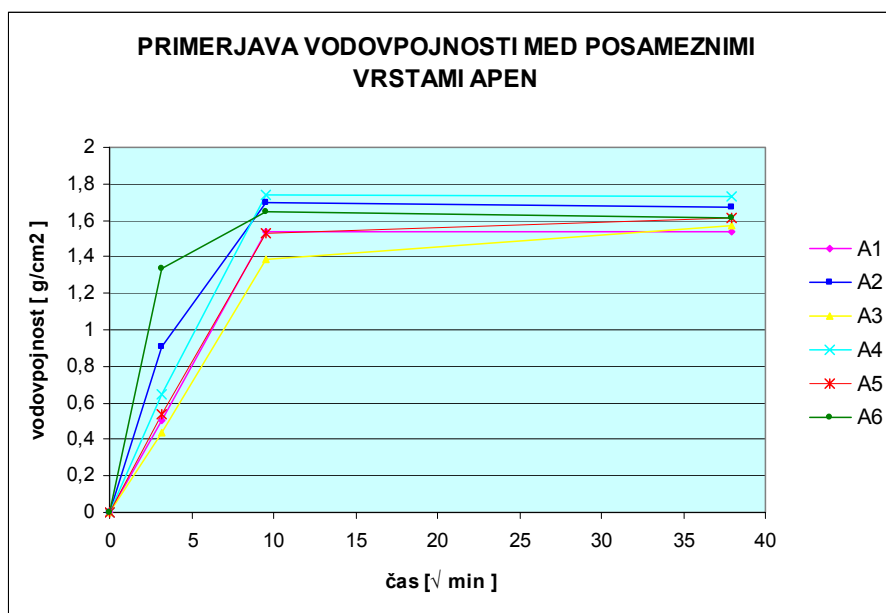
s površina skozi katero omet vpija vodo (16 cm^2)

t čas (10 minut)



Slika 31: Primerjava vodovpojnosti med različnimi mešanici

Na slikah 31 in 32 so prikazani rezultati vodovpojnosti posameznih mešanic malt in malt pripravljenih z različnimi vrstami apen. Na ordinatni osi je podana masa vpite vode na enoto površine, na abscisi pa je podan kvadratni koren časa v minutah.



Slika 32: Primerjava vodovpojnosti med posameznimi vrstami apen

Iz diagramov na slikah 31 in 32 vidimo, da vzorci iz apnene malte največ vode vpijejo na začetku preizkusa, nato pa se vpijanje upočasni.

Vzorci apnenih malt z apnom A-2 in A-6 so po 90-ih minutah dosegli že popolno zasičenje z vodo, potem pa je bilo oddajanje vode skozi zgornji prerez vzorca očitno hitrejše od vpijanja skozi potopljen prerez, tako da se je masa vode v vzorcu po 22 urah in 30 minutah zmanjšala. Do takšnega rezultata je lahko prišlo zaradi večjega prereza (nepravokotnega preloma) na strani izhlapevanja, ali pa imata ti dve apni sposobnost oddajanja vode večjo od sposobnosti vpijanja, kar je seveda ugodno.

Malta A-4 iz hidrata v prahu (neodležanega) v času do deset minut dosega srednje vrednosti vpijanja vode, v primerjavi z ostalimi maltami. Ker pa se v naslednjih 80. minutah njena vodovpojnost ne zmanjša (kot pri maltah A-2 in A-6) doseže na koncu največjo količino vpite vode.

Malta A-5 je iz odležanega hidrata v prahu. Ta malta ima veliko nižje vrednosti vodovpojnosti od malte A-4 (verjetno zaradi manjše poroznosti), zanimivo pa je, da po

24-ih urah kaže najboljše rezultate v primerjavi z vsemi ostalimi (najmanjšo količino vpite vode).

Apni A-1 in A-6, sta žgani v industrijski proizvodnji pri istem proizvajalcu, gašeni pa pri različnih končnih proizvajalcih na tradicionalen način. Malte, ki vsebujejo to apno, ne kažejo nobenih podobnosti v obnašanju kar se tiče rezultatov vodovpojnosti.

Na potek vodovpojnost ne vpliva mastnost oz. pustost apna oz. apnene malte, saj če primerjamo med seboj apni A-3 (pusto in tekoče) in A-4 (zelo pusto in tekoče) vidimo, da sta to malti z zelo različnim obnašanjem, kar se tiče vodovpojnosti.

Rezultati preizkav kažejo, da se pri zadnji meritvi (po 24. urah) vrednosti vodovpojnosti malt z različnimi apni razlikujejo največ za slabih 13 % glede na apneno malto z najnižjo vrednostjo.

Zanimivo bi bilo tudi preučiti kakšen vpliv na vodovpojnost apnene malte imajo:

- čas odležavanja tradicionalno gašenega apna pred uporabo
- količina vode v apnenem testu

Tega v diplomski nalogi nisem obravnaval.

Preglednica 6: Prikaz večanja mas opazovanih vzorcev v določenih časovnih intervalih

OZNAKA VZORCA	MEŠ.	MASA VZORCA [g]	MASA VZORCEV V ČASU [g]				MASA VODE V VZORCU [g]		
			0 min (M ₀)	10 min (M ₁)	90 min (M ₂)	1 dan (M ₃)	10 min	90 min	1 dan
A1-A	1	228,7	231,7	239,1	256,5	256,7	7,4	24,8	25,0
A1-A ₁	1	223,6	226,8	235,4	251,2	251,3	8,6	24,4	24,5
A1-B	1	233,5	237,2	245,7	262,4	262,5	8,5	25,2	25,3
A1-B ₁	1	220,3	223,2	231,1	247,1	246,8	7,9	23,9	23,6
A2-C	3	219,2	222,1	236,8	249,5	249,3	14,7	27,4	27,2
A2-C ₁	3	217,7	220,4	236,2	247,9	247,6	15,8	27,5	27,2
A2-D	4	204,5	207,5	223,9	233,8	232,7	16,4	26,3	25,2
A2-D ₁	4	222,1	226,1	237,5	253,5	253,3	11,4	27,4	27,2
A3-E	5	217,2	221,1	228,7	244,0	244,8	7,6	22,9	23,7
A3-E ₁	5	244,4	248,2	254,5	269,9	275,1	6,3	21,7	26,9

»se nadaljuje...«

»...nadaljevanje«

A3-F	6	206,4	209,7	216,6	231,8	232,4	6,9	22,1	22,7
A3-F ₁	6	249,4	252,2	259,1	274,4	279,3	6,9	22,2	27,1
A4-G	7	187,9	190,5	201,6	213,3	213,1	11,1	22,8	22,6
A4-G ₁	7	267,2	270,3	281,6	302,8	303,0	11,3	32,5	32,7
A4-H	8	248,7	252,2	261,5	282,0	281,9	9,3	29,8	29,7
A4-H ₁	8	217,3	220,4	230,2	246,5	246,4	9,8	26,1	26,0
A5-I	9	175,8	178,5	186,9	197,8	198,1	8,4	19,3	19,6
A5-I ₁	9	288,1	290,6	298,7	317,8	322,2	8,1	27,2	31,6
A5-J	10	238,2	242,1	250,7	267,7	268,0	8,6	25,6	25,9
A5-J ₁	10	237,1	239,8	248,9	265,7	265,8	9,1	25,9	26,0
A6-K	11	209,4	212,9	233,2	237,6	237,1	20,3	24,7	24,2
A6-K ₁	11	235,0	237,9	261,8	265,7	265,1	23,9	27,8	27,2
A6-L	12	231,4	234,6	255,5	262,1	261,4	20,9	27,5	26,8
A6-L ₁	12	215,9	219,2	239,7	244,6	244,0	20,5	25,4	24,8

Preglednica 7: Mase vode v vzorcih in faktor vodovpojnosti

	POVPREČNE MASE VODE V VZORCU PRI POSAMEZNIH MEŠANICAH [g]			POVPREČNE MASE VODE V VZORCU PRI POSAMEZNI VRSTI APNA [g]			KOEFIČIENT VODOVPOJNOSTI POSAMEZNIH APEN	
	10 min	90 min	1 dan	10 min	90 min	1 dan		
1	8,00	24,60	24,75	8,10	24,58	24,60	A-1	0,16
1	8,20	24,55	24,45	14,58	27,15	26,70	A-2	0,29
3	15,25	27,45	27,20	6,93	22,23	25,10	A-3	0,14
4	13,90	26,85	26,20	10,38	27,80	27,75	A-4	0,21
5	6,95	22,30	25,30	8,55	24,50	25,78	A-5	0,17
6	6,90	22,15	24,90	21,40	26,35	25,75	A-6	0,42
7	11,20	27,65	27,65					
8	9,55	27,95	27,85					
9	8,25	23,25	25,60					
10	8,85	25,75	25,95					
11	22,10	26,25	25,70					
12	20,70	26,45	25,80					

2. *S pripravo za določitev vodovpojnosti*

(Absorbcija vode pri nizkem pritisku, priporočila RILEM–ova komisija 25–PEM)

To je priporočena metoda za oceno propadanja kamna in za oceno učinkovitosti konzervatorskih posegov. Postopek preizkusa je opisan v nadaljevanju pod naslovom 4. (preizkus vodovpojnosti vzorcev in namen preizkusa).

Na vseh 12-ih mešanicah malt, katere smo nanegli na opeke, sem želel napraviti preizkus na opisan način, vendar ta način preizkušanja vodovpojnosti na grobo zaribani apneni malti ni primeren, ker malta tako močno vpija vodo, da naprave (graduirane steklene cevke z razširjeno bazo) ni mogoče napolniti z vodo do predpisanega nivoja. Zato bi bili kakršnikoli rezultati pridobljeni s to metodo zelo vprašljivi.



Slika 33: Prikaz zelo hitrega srka vode

3.2 APNO KOT VEZIVO, KI ŠČITI, UTRJUJE IN PREPREČUJE PRONICANJE VODE V OMET IN KOT SLOJ, KI DAJE OBJEKTU IZGLED

Na apnene premaze je potrebno gledati kot na zelo kvaliteten element v zaključnih gradbenih delih, saj ima sloj apnenega premaza dvojno vlogo: estetsko in zaščitno. Ko želimo doseči visok učinek zaščite ometa in dobro obstojnost samega premaza na ometu, velikokrat poslabšamo vizualni učinek ali obratno. Da dosežemo optimalno razmerje obeh učinkov, se poslužujemo različnih tehnik za nanos tega premaza, ali pa različnih dodatkov (v različnih odstotkih) temu premazu. To pa seveda zahteva veliko izkušenj ali izvedbo ustreznih preiskav na tem področju, saj lahko v nasprotnem primeru povzročimo velike težave ob kasnejših nanosih premazov pri obnovah in podobno.

Ker se ta del diplome direktno nanaša na slikopleskarsko stroko, v kateri delam že vrsto let, sem želel izvedeti kaj več prav o omenjenih učinkih apnenih premazov z različnimi dodatki in tehnikami slikanja na apneni omet.

Vizualni in zaščitni učinek, obstojnost premaza in enostavnost nanašanja so odvisni od večih parametrov, kot so: vrsta podlage, tehnika nanosa premaza, kvaliteta uporabljenega apna, vrsta in količina pigmenta, vrsta in odstotek dodatkov premazu, stopnja karbonatizacije apnenega ometa, na katerega premaz nanašamo, temperatura in vlažnost zraka,.....

Raziskovanje ali opazovanje teh dveh učinkov ter obstojnosti premaza in enostavnosti nanašanja, v odvisnosti zgoraj omenjenih parametrov, zahteva veliko število različnih vzorcev, časa in strokovnega specifičnega znanja.

V tej diplomski nalogi sem zaradi omejenih možnosti preiskavo omejil. V njej sem opisal ugotovitve opazovanj pri pripravi ometov, apnenih premazov, pigmentov in uporabljenih dodatkov ter pri nanašanju premazov na omet. Predvsem pa me je zanimalo, s katero tehniko slikanja oz. s katerim dodatkom je mogoče doseči optimalni učinek, kar se tiče izgleda, pokrivnosti, vodovpojnosti, vezivne moči pigmentiranega premaza na omet in zahtevnosti nanosa apnenega premaza. Kot sem že omenil je v tej diplomski nalogi zajet le del do sedaj opravljenih preizkav. Na pripravljenih vzorcih pa bo pozneje mogoče opazovati njihovo obnašanje pri staranju, ko bodo vzorci izpostavljeni različnim atmosferskim pogojem, kar bo gotovo prav tako zanimivo. Zelo pomembna lastnost, ki bi jo bilo dobro poznati, je oddajanje

vode iz ometa v okolje skozi posamezne apnene premaze. Če bi poznali še to lastnost, bi z veliko verjetnostjo lahko določili, kateri apneni premaz je zares optimalen kot zaščita ometa. Izbrane dimenzije vzorcev so za določanje najprimernejših receptur mešanic premajhne, saj je način nanašanja in obdelovanje le teh zagotovo malo drugačno, kot v praksi, kar lahko privede do razmeroma velikih odstopanj. Kot primer naj navedem, da se groba malta dejansko nanaša na vertikalno podlago z ometavanjem, jaz pa sem jo nanašal na horizontalno zaopaženo podlago. Tudi tehnika ravnanja in zaribavanja vertikalnega zidu v obsegu več kvadratnih metrov se razlikuje od tehnike zaopažene podlage, ki meri 0,04 m². Posledice uporabe različnih tehnik so lahko različna zgoščenost, različna poroznost in s tem vodovpojnost, različna čvrstost ometa, različno oddajanje vlage,....., kar pa močno vpliva na kvaliteto in obstojnost ometa. Do podobnih razlik oz. odstopanj, kot pri izdelavi ometa, prihaja tudi pri slikanju oz. zaščiti apnenega ometa z apnenimi premazi.

3.2.1 OPIS POSAMEZNIH POSTOPKOV ZA PRIPRAVO VZORCEV

Pri izdelavi vzorcev za preizkus in opazovanje, sem se le okvirno držal receptur starih mojstrov in priročnikov, saj je pri vsaki pripravi in nanosu mešanice potrebno delati tudi z občutkom.

Potek dela:

1. izbira vrste podlage in priprava podlage
2. izbira in priprava apnenega veziva za posamezne faze
3. izbira vrste, količina in priprava pigmentov za dodajanje vezivu
4. izbira vrste, količina in priprava dodatnega veziva
5. izbira, priprava, nanos apnene malte na podlago in način obdelave
6. različne tehnike nanosa različnih mešanic apnenih premazov
7. opazovanje in preizkušanje pripravljenih vzorcev

3.2.1.1 IZBIRA VRSTE PODLAGE IN PRIPRAVA PODLAGE

Za podlago vzorcev sem izbral apnenčev lehnjak, ki je zelo primeren za nanos apnenega ometa. Bil je zelo votlikast in razmeroma lomljiv. Pred uporabo je bil zračno suh. Njegove dimenzije so 20 x 20 x 2 cm.

3.2.1.2 IZBIRA IN PRIPRAVA APNENEGA VEZIVA ZA POSAMEZNE FAZE

KVALITETA UPORABLJENEGA APNA

Apno, katerega sem uporabil kot vezivo, je bilo v obliki apnenega testa in je bilo odležano okrog štiri mesece, kar pa zagotovo ni dovolj za izdelavo zelo kvalitetnih apnenih ometov in barv še posebej, če so ti izpostavljeni vremenskim vplivom. Živo apno je bilo pridobljeno z žganjem kalcitnega apnenca v Solkanski industriji apna, gašeno pa na tradicionalni način z viškom vode.

Za posamezne faze dela je bilo potrebno apneno vezivo v različnih oblikah:

- za apneno malto sem uporabil kot vezivo kar samo apneno testo z morebitnim dodatkom vode, če je bilo to potrebno.
- Apneni belež sem pripravil tako, da sem apnenemu testu dodal vodo v razmerju 1 : 2 (apno : voda). To sem dobro premešal in precedil skozi gosto sito. Seveda pa je bilo potrebno dodati še potrebno količino vode po občutku, kar pa se v praksi zelo hitro ugotovi na začetku beljenja. Na potrebo po dodatku vode lahko vpliva podlaga, kvaliteta surovine za apno, postopek žganja apnenca, gašenje, čas odležavanja apnenega testa.....
- Apneno vodo sem pripravil na isti način kot apneni belež, le da je razmerje apna proti vodi 1 : 3 ali 1: 4.
- Apneni cvet je zelo kvalitetno apneno vezivo. Pripravil sem ga tako, da sem apnenemu testu primešal vodo. Voda se je naslednji dan nabrala na vrhu apna, na površini te vode pa se je naredila tanka kristalasta skorjica – apneni cvet. To skorjico sem z gladine vode previdno odvezel in jo uporabil kot vezivo pri različnih apnenih tehnikah. Vodo med skorjico in apnom lahko odstranimo in z vmešanjem nove čiste vode, ponovno pridobimo apneni cvet. Ta postopek sicer lahko ponovimo večkrat toda s tem močno oslabimo vezivno moč apna. Postopek sem nekajkrat ponovil tudi sam, da sem dobil zadostno količino željenega veziva, vendar apna, iz katerega sem apneni cvet odvezel pri poskusih nisem uporabljal.

3.2.1.3 IZBIRA VRSTE, KOLIČINA IN PRIPRAVA PIGMENTOV ZA DODAJANJE VEZIVU

Kar se tiče pigmenta velja, da pri slikanju na suh omet lahko apneni barvi dodamo do 5 % pigmenta za zunanje površine, za notranje pa do 10 %, ker apno nima večje vezivne moči. Če želimo večji delež pigmenta, moramo apnu dodati še drugo vezivo. Kar se tiče slikanja na svež omet, pa te omejitve ne veljajo. Pigment se apnu dodaja v masnih deležih glede na apneno testo, ker pa ima vsak pigment svojo specifično maso in lahko razvije svojo specifično površino, se lahko opazijo razlike pri izdatnosti oz. pokrivnosti barv z različnimi pigmenti. V okviru svojih preiskav sem uporabil štiri različne anorganske sintetično pridobljene pigmente, ki se, razen modrega, v praksi največkrat uporabljajo. To so: oksidno črna, ultramarin modra, oker – železov oksid, oksidno rdeča in hidroksid zelena.

Pigmente sem vezivu dodajal v točno določenih deležih (5 ali 20%), odvisno od tehnike slikanja. V nekaterih primerih pa sem vezivu namerno dodal prekomerno količino pigmenta, da se izkaže nezmožnost vezave apna, kar se tiče tako velikih deležev.

Postopek priprave pigmenta:

S pomočjo tehtanja sem dobil ustrezno količino pigmenta, ki sem jo določil kot masni delež v odstotkih glede na maso apnenega testa. Apnenemu cvetu, sem pigment dodajal glede na masni del pigmenta, ki sem ga dodal na razredčen apneni belež. Odmerjen pigment sem stresel v majhno količino čiste vode in premešal, da so se grudice pigmenta razpusstile. Dodal sem še toliko vode, da je bilo dobljeno zmes mogoče precediti skozi gosto sito. Pri tem sem si pomagal s čopičem, da so se z drgnjenjem na cedilu razpusstile še zadnje grudice pigmenta. Ta precejena zmes pigmenta je bila primerna za dodajanje apnenemu vezivu.

3.2.1.4 IZBIRA VRSTE, KOLIČINA IN PRIPRAVA DODATNEGA VEZIVA

Kot je opisano v teoretičnem delu, se uporabljajo razni dodatki z namenom, da se poveča vezivna moč apnenih premazov, še posebej tistih, ki smo jim dodali veliko količino pigmenta in se bodo nanašali na popolnoma suho apneno podlago. Dodatki so primerni tudi takrat, ko želimo nanesti apneni premaz v več slojih, ker bi brez njih težko dosegli enakomernost in čistost nanosa. Ko govorimo o dodatkih pa moramo vedeti tudi to, da pri prekomernih

dodanih količinah lahko povzročimo luščenje sloja ali težave pri naslednjih nanosih (slab oprijem s predhodnim slojem).

Dodatki, ki sem jih uporabil v tej nalogi so:

- laneni firnež (1% na gosto apno),
- kazein – 1 (25% na že razredčeno mešanico pigmenta z apnenim vezivom),
- kazein – 2 (25% na že razredčeno mešanico pigmenta z apnenim vezivom).

Seveda so ti odstotki dodatkov v nekih okvirih receptur, pa vendar je v praksi te barve z dodatki pred nanosom potrebno preveriti glede vezivne moči.

Priprava dodatkov:

LANENI FIRNEŽ je za dodajanje zelo priročen in razmeroma enostaven. Pri tem je potrebno biti le pazljiv, da ga dodamo apnenemu vezivu v zmernih količinah.

Primer:

Želimo prebeliti apnen omet z gašenim apnom na klasičen način.

Apneni vodi, ki služi za prvo beljenje, ne dodamo nič firneža, ker želimo doseči, da bi tako kot pri prvem, tudi pri drugem beljenju z apneno vodo dosegli, da bi ta voda prodrla čim globlje v omet in ga s tem utrdila. V nasprotnem primeru bi v omet prešla le apnena voda prvega beljenja in na površini ustvarila sloj, ki ima lastnosti emulzije. Drugi nanos bi bil tako po svojem namenu popolnoma neučinkovit, nanašanje apnene vode, ki je zelo redka, pa bi bilo zelo težavno.

Apneni vodi, ki služi drugemu beljenju, moramo dodati od 1 – 2 % firneža, da na površini ustvarimo zgoraj omenjen sloj. S tem slojem dosežemo enakomernost podlage kar se tiče vpojnosti, ki ima velik pomen tudi pri doseganju čistosti barvnih površin. Pri tretjem beljenju, kjer je premaz mnogo gostejši od prejšnjih, nam ta sloj pomaga, da ga lahko enakomerno nanesemo. V primeru, da bi firneža pri drugem nanosu ne dodali, bi se apneni belež pri tretjem beljenju, zaradi previsoke vpojnosti ob nanašanju, mestoma grdo kopicil, čopič bi puščal sledi in podobno. Apneni omet, ki je dvakrat prebeljen z apneno vodo, je že dovolj

zasičen in utrjen, saj apno, ki smo ga nanegli z apneno vodo, v ometu ob karbonatizaciji poveča volumen za 10%, dosegli pa smo tudi že nekaj pokrivnosti.

Sledi tretje beljenje. Tudi apnenemu beležu dodamo firnež, iz istih razlogov kot apneni vodi za drugi nanos.

Četrtemu beljenju pa običajno firneža ne dodajamo, ker mu sledi še peti nanos, ki se ga brizga. Ta nanos pa bi (zaradi svoje redkosti) na podlagi s slojem, ki ga ustvari firnež z apnom, zagotovo stekel. Tudi če petega nanosa ni, se ponavadi firnež četrtemu beležu ne doda, ker bi po nekaj letih, ko je potrebno ponovno beljenje, imeli težave, saj stene zaradi zunanjih vplivov že same po sebi postanejo nekako mastne, in bi zato težko dosegli primeren oprijem. Na slab oprijem beleža na podlago bi naleteli tudi, če bi v predhodnem nanosu dodali preveč firneža. To bi ugotovili že med samim beljenjem, ker bi se na taki podlagi apno kar združilo v kapljice, kot voda na mastni podlagi (hidrofobna podlaga). Temu pojavu v slikopleskarstvu rečemo, da barva lazira.

Seveda je potrebno poudariti, da se potrebe po dodatku firneža spreminjajo skoraj od stene do stene.

Pri pripravi mešanic barv sem lanenega firneža dodal 1% glede na gosto apneno testo.

KAZEIN

Obe kazeinski mešanici, ki sta bili uporabljeni pri mojih raziskavah, sem pripravil po recepturah slikarskih mojstrov. Poimenoval sem jih kazein – 1 in kazein – 2. Apnenemu, že razredčenemu vezivu sem ga dodal v 25 % deležu, ker je predhodni preizkus pokazal, da v 18 % deležu ne daje zadostnega učinka kar se tiče vezivne moči, ker se barva briše s podlage.

KAZEIN – 1

Za pripravo je bilo potrebno imeti svežo skuto in apneno testo. V posodo za mešanje sem dal en volumski del skute in en volumski del apnenega testa. Vsak del posebej je sorazmerno trd, toda med mešanjem se oboje zelo omehča. Ob mešanju teh dveh sestavin se sprošča neprijeten vonj, ki pa čez nekaj časa malo popusti. Sestavini sem mešal, dokler ni nastala penasta, sirupu podobna tekočina. To zmes sem nato precedil skozi gazo, na kateri so ostali majhni prozorni koščki maščobe. Precejeno tekočino sem razredčil s čisto vodo v razmerju 1 : 1. Dobro sem premešal in dobljena zmes je kazein, ki sem ga kasneje uporabil kot dodatek.

KAZEIN – 2

Prav tako kot za kazein – 1, tudi v tem primeru potrebujemo svežo skuto in apneno testo, le da se pripravi v drugih razmerjih. Receptura sicer pravi, da je skuto potrebno predhodno odcediti skozi gazo, da se odstranijo odvečne maščobe, toda skuta, ki sem jo uporabil, je bila gosta, zato je skozi gazo nikakor ni bilo mogoče odcediti.

V posodo za mešanje sem dal pet volumskih delov skute in en volumski del apnenega testa. Ti dve sestavini sem premešal in dodal še tri volumske dele destilirane vode. Ponovno sem vse skupaj dobro premešal, nato pa precedil skozi gazo. Kazein – 2 je tako pripravljen za dodajanje apnenim barvam.



Slika 34: Izgled kazeina – 1 in kazeina – 2

Pigment in druge dodatke sem apnenim vezivom dodajal v točno izmerjenih količinah, ki so bile izbrane na podlagi okvirnih receptur, okrog 18 ur pred nanosom na apneno podlago.

Nanos vseh apnenih barv na svež omet je sledil okrog uro in pol po tem, ko je bila podlaga zaribana oziroma zalikana. Paziti je bilo potrebno, da nanos barv ni bil prezgoden, ker bi v tem primeru s čopičem izdolbel vezivo iz ometa, ki bi se pomešalo z barvo, kar bi povzročilo bele lise. Težko je definirati optimalen trenutek nanosa barve na svež omet, zagotovo pa je, da od tega trenutka dalje omet vedno slabše veže nanešene pigmente nase.

3.2.1.5 IZBIRA, PRIPRAVA, NANOS APNENE MALTE NA PODLAGO IN NAČIN OBDELAVE

Eden od opazovanih parametrov je tudi vpliv strukture zaključnega sloja ometa, na katerega je nanešen apneni premaz. Torej je bilo potrebno za slikanje pripraviti zaribano in glajeno apneno podlago.

Prvi sloj malte ni bil vprašljiv. Z njim sem moral izravnati luknjičasto in neravno površino apnenčevega lehnjaka. Razmerje posameznih komponent v mešanici je:

- 1 volumski del apnenega testa
- 3 volumski deli kalcita 0/4

Vode nisem dodajal, saj je bila konsistenca že primerna za vgrajevanje. Izdelati je bilo potrebno enostaven štiristranski opaž, ki mi je bil v pomoč za lažje vgrajevanje malte na lehnjak. Površino lehnjaka in opaža sem pred nanosom malte rahlo omočil s čisto vodo. Sloj grobe malte sem nanesel v debelini 1 cm, površino pa grobo zaribal, da pripomore k boljšemu oprijemu naslednjega sloja ometa.

Razmerje posameznih komponent mešanice grobe malte se je dobro obneslo, tako pri nanašanju na podlago, kot tudi med sušenjem. Podlage lehnjaha zaribane z grobo malto so bile pripravljene za nanos naslednjega sloja, ki pa je bil izveden čez 52 dni na popolnoma suh omet.



Slika 35: Izdelava grobega ometa na omočen lehnjak

Za zaključni sloj, kot podlago za slikanje, je bilo treba pripraviti gladko in zaribano površino.

Sprva sem gladko površino zaključnega sloja želel doseči z nanosom tanke plasti fine mase iz apnenega testa in apnene moke, na fino zariban omet. Struktura ometa bi bila sledeča:

Kalcit (0 / 4)	Groba malta 1 : 3
Kalcit (0 / 1)	Fina malta 1 : 2
Kalcitna moka	Fina masa 1 : 2

Napravil sem mnogo različnih mešanic te mase, različnih debelin nanosa na suho in na svežo podlago fino zaribanega ometa, preden sem dobil primerno mešanico, katera po nanosu ni pokala, ni odstopala od podlage, se ni razila, brisala in je bila primerna za nanos na suho ali še svežo podlago. Vse že strjene apnene podlage, na katere sem nanašal poskusne zaključne sloje, sem namočil s čisto vodo. Tiste podlage, ki so v nadaljevanju omenjene kot sveže, so podlage na katere sem nanašal poskusne zaključne sloje od pol do tričetrt ure po koncu zaribavanja te podlage.

V nadaljevanju sledijo slike in komentarji poskusnih mešanic finih apnenih mas, katere se niso obnesle.

1. primer:



Slika 36: Zaključni sloj – test 1

Maso, ki vsebuje 1 del moke in 1 del apnenega testa, sem nanese v debelem sloju na suh apnen omet, katerega sem predhodno namočil z vodo. Ta apnena masa je spokala že prej kot eno uro po njenem nanosu. To kaže na veliko krčenje apnenega veziva, ki v zmesi nastopa v prevelikem deležu. Po nekaj dneh, ko je bila masa na dotik že suha, sem ugotovil, da ta sloj mase ni niti sprijet s podlago in se je z lahkoto odluščil. Na drgnjenje s prstom pa je ta sloj kar odporen, saj se s površine ne briše, pa tudi razenje z nohtom ga ne poškoduje.

2. primer:



Slika 37: Zaključni sloj – test 2

Maso, ki vsebuje 1 del moke in 1 del apnenega testa, sem nanese v debelem sloju še na svež apnen omet, približno po dveh urah, da bi videl, če so rezultati mogoče drugačni kot v prejšnjem primeru. Nanešen sloj apnene mase je prav tako spokal, le da se je to zgodilo kakšne pol ure kasneje, kot pri nanosu na suh omet. Vendar pa je v tem primeru vrhnji sloj s podlago ustvaril zelo močno vez, tako da luščenje s prsti ni mogoče. Zanimive so tudi primerjave oblik razpok med prvim in drugim primerom. Med tem ko potekajo razpoke v prvem primeru pretežno v eni smeri, so v drugem primeru razpoke mrežaste. Tudi v tem primeru razenje z nohtom ni poškodovalo sloja, kar kaže na močno vezivno moč same mase.

3. primer:



Slika 38: Zaključni sloj – test 3

Maso, ki vsebuje 1 del moke in 1 del apnenega testa, sem nanesel še v tankem sloju na svež apnen omet. Rezultati so tu nekoliko boljši, saj je razpok manj in te so manjše. Ta sloj je čvrsto povezan s podlago, razenje z nohtom ga ne poškoduje.

V vseh teh mešanica so se pri sušenju pojavile razpoke, ki so verjetno posledica premajhne odpornosti, ki jo krčenju apnenega veziva nudi apnenčeva moka. Zato sem najprej določen delež kalcitne moke nadomestil s kalcitnim peskom frakcije 0/1.

4. primer:



Slika 39: Zaključni sloj – test 4

Maso, ki vsebuje 1 del moke, 2 dela apnenega testa in 1 del peska 0/1, sem nanese v tankem sloju na svež apnen omet. Pojavilo se je malo razpok, ki pa so sorazmerno velike. Apnena masa je bila očitno le premastna, se pravi, da je vsebovala preveč apna. Pri naslednjem vzorcu sem zmanjšal še delež apna.

5. primer:



Slika 40: Zaključni sloj – test 5

Maso, ki vsebuje 1 del moke, 1 del apnenega testa in 1 del peska 0/1, sem nanese v tankem sloju na svež apnen omet. Po dvajsetih minutah so se začele pojavljati zelo drobne razpoke, ki bi lahko bile posledice različnega krčenja spodnjega, še svežega ometa in nanosa. Zato sem pri naslednjem vzorcu poskusil z nanosom iste mase na suho podlago.

6. primer:





Slika 41: Zaključni sloj – test 6

Maso, ki vsebuje 1 del moke, 1 del apnenega testa in 1 del peska 0/1 sem nanesel v tankem in debelem sloju na suh apnen omet. Tudi v tem primeru so se pojavile razpoke in sicer večje na debelejšem in manjše na tanjšem nanosu.

Kot kaže, je za nastajanje razpok vzrok v tem, da je ta mešanica še vedno premastna, zato sem pri naslednjem vzorcu ob nespremenjeni količini apna izbran delež moke nadomestil s kalcitom 0/1.

7. primer:



Slika 42: Zaključni sloj – test 7

Maso, ki vsebuje 0,5 dela moke, 1 del apnenega testa in 1,5 dela peska 0/1, sem nanesel v tankem in debelem sloju na suh apnen omet. Nanešen sloj niti malo ni razpokal, ob razenju z nohtom se ni poškodoval in se je lepo nanašal in obdeloval.

8. primer:



Slika 43: Zaključni sloj – test 8

Poskusil sem še z maso, ki vsebuje 2 dela moke in 1 del apnenega testa. Nanesel sem jo v tankem sloju na suh apnen omet, a se ni obnesla, saj so se zelo kmalu začele pojavljati manjše razpoke, pa tudi pri razenju z nohtom se suha površina poškoduje, ob drgnjenju s prstom pa se po površini briše. To pomeni, da vezivna moč ni dovolj velika.

9. primer:



Slika 44: Zaključni sloj – test 9

Z isto maso, ki vsebuje 2 dela moke in 1 del apnenega testa, sem nanese tanek sloj na svež apnen omet. Sloj ni spokal, se je lepo obdeloval, površina je bila trdna, poleg tega pa se tudi ni ne razil ne brisal.

Na teh primerih vidimo, da je za doseganje nerazpokanih zalikanih površin potrebno gledati na mnogo različnih parametrov, ki imajo velik vpliv. Ti so: delež apnenega veziva v malti, finost malte (grobost peska), debelina nanosa malte, sveža oz. suha podlaga in seveda tudi drugi, katerih pri preskušanju nisem spreminjal, kot sta npr. vlaga in temperatura okolja.

Kljub ustreznemu obnašanju mešanice fine mase sem se pozneje odločil samo za dve plasti.

Ta druga (vrhnja) plast fine malte je bila mešanica:

- 2 volumska dela apnenega testa
- 3 volumski deli kalcita 0/1
- dodana je bila voda, tako da sem dobil primerno konsistenco za nanos malte

Da sem se odločil za to varianto, je bilo več razlogov:

1. Ta malta se mi je zdela primerna tako za izdelavo zaribane kot gladke površine, kar sem dosegel le z uporabo različnega orodja,
2. podobno gladko površino dosežemo hitreje v manj fazah,
3. lažja obdelava večjih površin,
4. manj slojev pomeni manj verjetnosti kakršnihkoli poškodb (na objektih),
5. vsebuje razmeroma velik del apna, kar verjetno tudi pripomore k boljši vezavi pigmenta, ki je nanešen še na svež omet

Tudi za nanos fine malte sem uporabil opaž, s katerim je bilo lažje doseči enakomerno debelino nanosa. Tudi pred vgradnjo fine malte na opaženo podlago, je bila podlaga grobega ometa rahlo namočena s čisto vodo. Ko je bil opaž zapolnjen in malta poravnana, sem opaž previdno odstranil, površino pa zagladil oz. zaribal čez približno 15 minut, ko je malta "potegnila".

Malto sem torej nanesele v dveh slojih in sicer en sloj grobe in en sloj fine malte.

Kalcit (0 / 4)
Kalcit (0 / 1)

Groba malta 1 : 3

Fina malta 2 : 3 (zaribana in gladka)



Slika 45: Primerjava grobe in fine zaribane malte

Slika 46: Izdelava fine zaribane malte

3.2.1.6 RAZLIČNE TEHNIKE NANOSA RAZLIČNIH MEŠANIC APNENIH PREMAZOV

Nanos apnenih premazov z in brez dodatkov je bil izveden v različnih tehnikah na različne podlage. Izdelal in opazoval sem 72 različnih vzorcev.



Slika 47: Preiskušani vzorci

Vsak vzorec sem označil s svojo številko, kar sem prikazal pri nadaljnem opisu. Številka brez zvezdice pomeni groba podlaga, številka z zvezdico pa pomeni fina podlaga.

- *na sveže zariban in zalikan omet (fresco tehnika)*

1/1* Apneni belež brez pigmenta na svež omet brez dodatkov

2/2* Apneni belež brez pigmenta na svež omet z dodatkom 1% firneža

3/3* Apneni belež brez pigmenta na svež omet z dodatkom 25% kazeina - 1

4/4* Apneni belež brez pigmenta na svež omet z dodatkom 25% kazeina - 2

5/5* Apneni belež s pigmentom na svež omet brez dodatkov

6/6* Apneni belež s pigmentom na svež omet z dodatkom 1% firneža

7/7* Apneni belež s pigmentom na svež omet z dodatkom 25% kazeina - 1

8/8* Apneni belež s pigmentom na svež omet z dodatkom 25% kazeina - 2

9/9* Apneni cvet s pigmentom na svež omet brez dodatkov

10/10* Apneni cvet s pigmentom na svež omet z dodatkom 1% firneža

11/11* Apneni cvet s pigmentom na svež omet z dodatkom 25% kazeina - 1

12/12* Apneni cvet s pigmentom na svež omet z dodatkom 25% kazeina - 2

- *Na suho zariban in zalikan omet (secco tehnika)*

13/13* Apneni belež brez pigmenta na suh omet v klasični izvedbi 2x zidarsko beljenje in 2x beljenje z dodatkom 1% firneža

14/14* Apneni belež brez pigmenta na suh omet v klasični izvedbi 2x zidarsko beljenje in 2x beljenje z dodatkom 10% kazeina - 1

15/15* Apneni belež, z 10 % pigmenta, na suh omet v klasični izvedbi 2x zidarsko beljenje in 2x beljenje z dodatkom 1% firneža

16/16* Apneni belež, z 10 % pigmenta, na suh omet v klasični izvedbi 2x zidarsko beljenje in 2x beljenje z dodatkom 10% kazeina - 1

(apnena tehnika)

17/17* Apnena voda z 20% pigmenta na sveže prebeljen suh apneni omet brez dodatkov

18/18* Apnena voda z 20% pigmenta na sveže prebeljen suh apneni omet z dodatkom 1% firneža

19/19* Apnena voda z 20% pigmenta na sveže prebeljen suh apneni omet z dodatkom 25% kazeina - 1

20/20* Apnena voda z 20% pigmenta na sveže prebeljen suh apneni omet z dodatkom 25% kazeina - 2

21/21* Apneni cvet, z 20% pigmenta, na suh omet brez dodatkov

22/22* Apneni cvet, z 20% pigmenta, na suh omet z dodatkom 1% firneža

23/23* Apneni cvet, z 20% pigmenta, na suh omet z dodatkom 25% kazeina - 1

24/24* Apneni cvet, z 20% pigmenta, na suh omet z dodatkom 25% kazeina - 2

Nanos barv na zalikan in zariban omet za vsak primer štiri različne pigmente

25/25*, 26/26*, 27/27*, 28/28* Apneni cvet, z 20% pigmenta, na svež omet brez dodatkov

29/29*, 30/30*, 31/31*, 32/32* Apneni belež z 20% pigmenta na svež omet brez dodatkov

33/33*, 34/34*, 35/35*, 36/36* Apneni belež z 20% pigmenta na svež omet z dodatkom 25% kazeina - 1



Slika 48: Apneni premazi, z in brez dodatnih veziv

3.2.2 OPAZOVANJE IN PREIZKUŠANJE PRIPRAVLJENIH VZORCEV

Raziskave na teh vzorcih sem začel izvajati:

- 71 dni po nanosu zadnjega sloja malte in premaza za vzorce od 1 - 12*
- 71 dni po nanosu zadnjega sloja malte in 7 dni po nanosu premaza za vzorce od 13 - 24*
- 60 dni po nanosu zadnjega sloja malte in premaza za vzorce od 25 - 36*

Ugotavljal sem :

1. težavnost pri nanašanju premazov
2. izgled in vizualne razlike posušenih apnenih premazov
3. intenzivnost barvnih nians
4. razliko v vodovpojnosti med vzorci
5. moč vezanja (brisanje premaza) glede na različne tehnike slikanja, vrste podlage (grobno, gladko) in uporabo različnih veziv (kot dodatek)

1. TEŽAVNOST PRI NANAŠANJU

Težavnost pri nanašanju sem ocenjeval po občutku med samim nanašanjem. Ta lastnost je seveda odvisna od gostote premaza, deleža pigmenta in dodatka v premazu, strukture podlage in od tega, kako svež je še omet, na katerega premaz nanašamo.

2. IZGLED IN VIZUALNE RAZLIKE POSUŠENIH APNENIH PREMAZOV

Za vzorce, ki sem jih premazal z različnimi apnenimi premazi sem na kratko opisal njihov izgled.

3. INTENZIVNOST BARVNIH NIANŠ

To lastnost sem ocenil po občutku, s primerjanjem pigmenta zmešanega v vodi in posušenega premaza s pigmentom.

4. PREIZKUS VODOVPOJNOSTI VZORCEV IN NAMEN PREIZKUSA

Apnene malte v gradbeništvo med drugim služijo tudi kot zaščitni element nosilnih konstrukcij pred atmosferilijam. Ena izmed njih je tudi dež, ki s seboj v omet vnaša razne snovi, ki so za apno v ometu lahko škodljive. Ob večjih količinah teh snovi v ometu lahko pride do razpadanja apnene malte. Ker je apnena malta sama po sebi zelo porozna, jo je priporočljivo zaščititi s primernim premazom, ki bi preprečil pretirano pronicanje vode v globino ometa. Vendar tudi če bi površino apnene malte premazali s premazom, ki je skoraj neprepusten tudi ne bi ukrepali najboljše, saj bi se v tem primeru tista količina vode, ki bi kljub vsemu uspela priti v omet skozi premaz (na primer zaradi razpok), predolgo časa zadrževala v ometu. Za premaz in omet je zelo pomembna lastnost tudi sposobnost oddajanja vode v okolico. Torej bi bilo potrebno ugotoviti, kateri premaz je optimalen glede vodovpojnosti in sposobnosti oddajanja vode v okolico.

V tej diplomski nalogi sem preizkušal lastnost vodovpojnosti: na različnih apnenih premazih; na fino in grobo zaribani ter gladki malti; na standardnih prizmicah iz apnene malte.

Vodovpojnost vzorcev sem preizkušal s pomočjo graduirane steklene cevke z razširjeno bazo, pritrjene na preskušano podlago. V cevko sem nalil predpisano količino vode in v predpisanih časovnih intervalih odčitaval nivo vode v cevki. Na podlagi tako dobljenih rezultatov lahko določimo koeficient vodovpojnosti podlage. Koeficient vodovpojnosti (k) je masa vode, ki steče skozi definirano površino ometa v 15 minutah. Za vsak vzorec posebej sem jo izračunal po formuli:

$$k = \frac{m/s}{\sqrt{t}} \dots\dots\dots \left[\frac{g/cm^2}{\sqrt{\text{min}}} \right]$$

Enačba: (4)

k koeficient vodovpojnosti

m masa vode

s površina skozi katero omet vpija vodo po standardu (4,91 cm²)

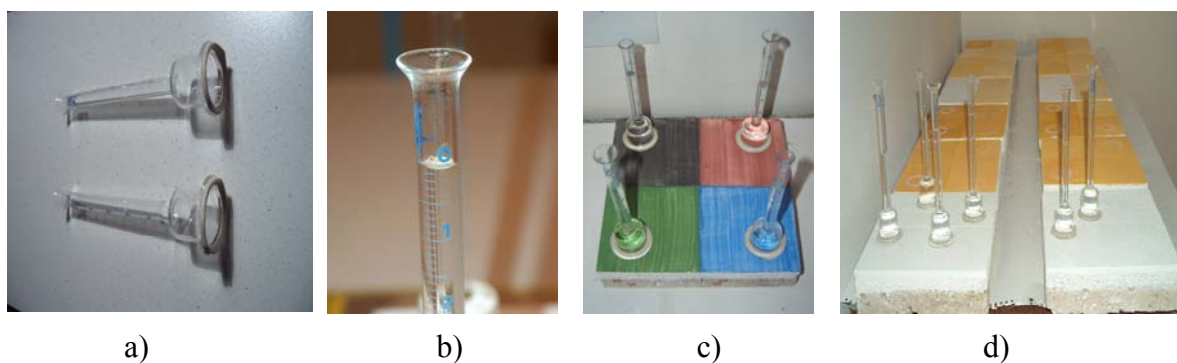
t čas po standardu (15 minut)

Postopek te preiskave sem opravil v skladu z RILEM-ovim priporočilom:

Tesnilno maso sem z roko dobro pregnetel, da je postala voljna za obdelavo. Nato sem jo oblikoval v kačico debeline cca 2 – 3 mm, ki sem jo prilepil na spodnji rob razširjene baze steklene cevke (slika 49.a). Pri lepljenju mase na rob je bilo potrebno paziti na enakomernost lepljenja. To sevko z nameščenim tesnilom sem vtisnil na površino vzorca. Da sem dobil zanesljive rezultate, sem moral zagotoviti 100% zatesnitev med površino vzorca ter razširjeno bazo, vertikalno postavitev cevke in na pravilen presek podlage, katera vpija vodo, saj bi ob preveliki količini tesnila lahko ta presek zelo zmanjšal. Ker so na isti podlagi sočasno potekale štiri meritve, sem cevke med seboj odmaknil za največ, kar je bilo mogoče. Mislim, da druga na drugo niso vplivale.

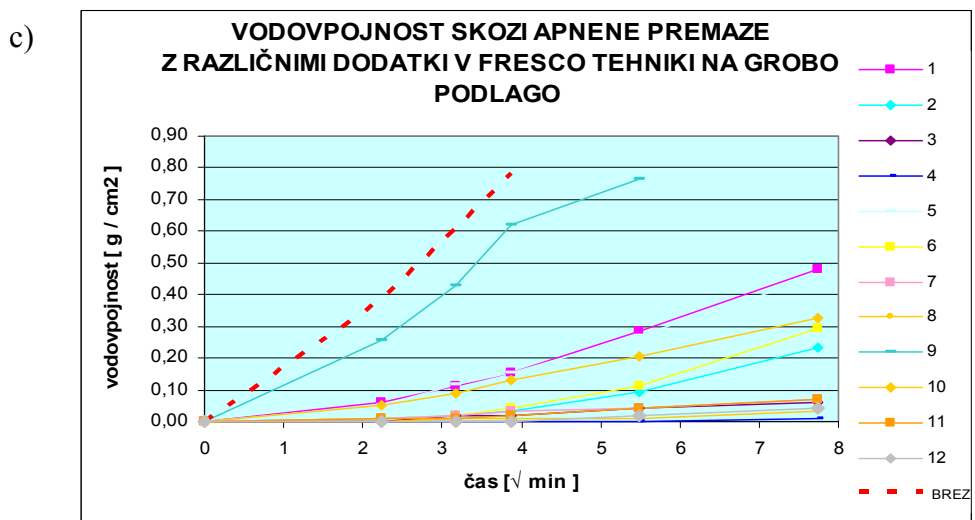
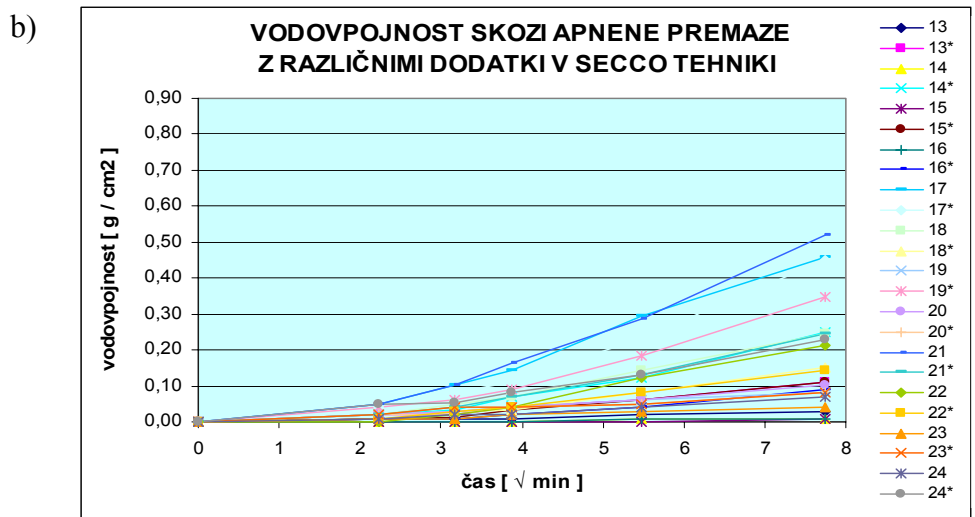
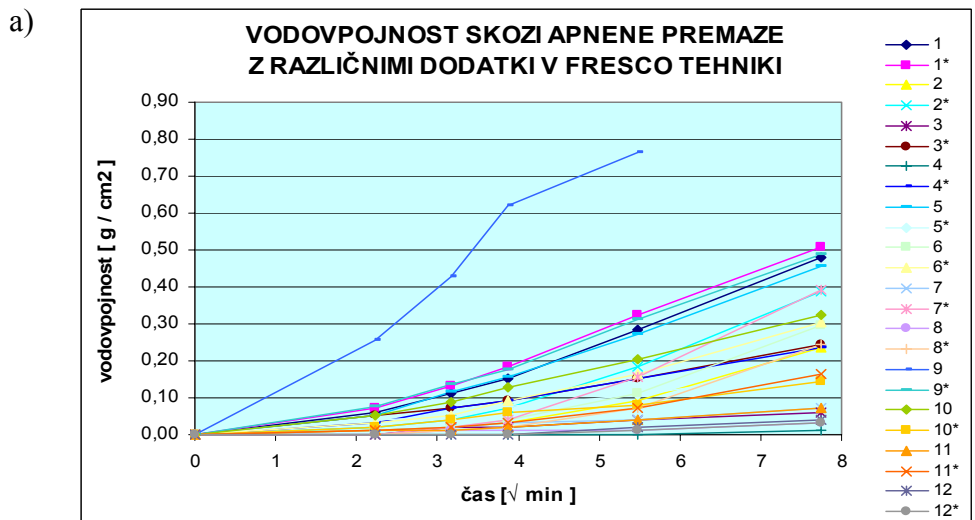
V cevko sem nalil vodo do nivoja, ki je označen s številko 0 in v tem trenutku začel meriti čas (slika 49.b). Po 5, 10, 15, 30 in 60 minutah sem zapisoval nivoje vode. Znižanje nivoja vode prikazuje volumen vode, ki jo površina podlage vpije, iz tega volumna pa sem izračunal maso vpite vode, ki sem jo potreboval za določitev koeficienta vodovpojnosti opazovane podlage.

Nivo vode se je od vzorca do vzorca zelo različno spreminjal. Ta preizkus sem opravil dvakrat za vsak premaz, kjer pa je prišlo pri rezultatih do zelo velikih odstopanj, pa sem ga ponovil še tretjič. Pred vsakim ponovnim preizkusom sem vzorce dobro osušil.

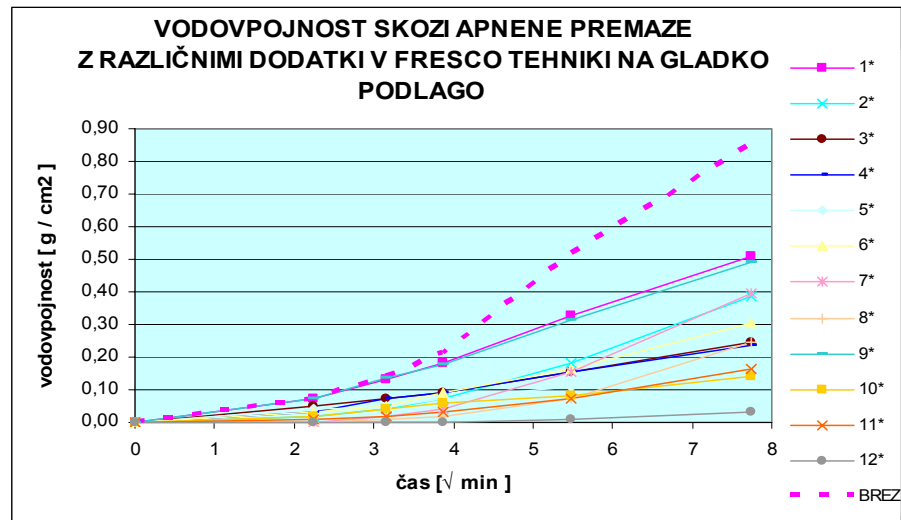


Slika 49: Preizkus vodovpojnosti

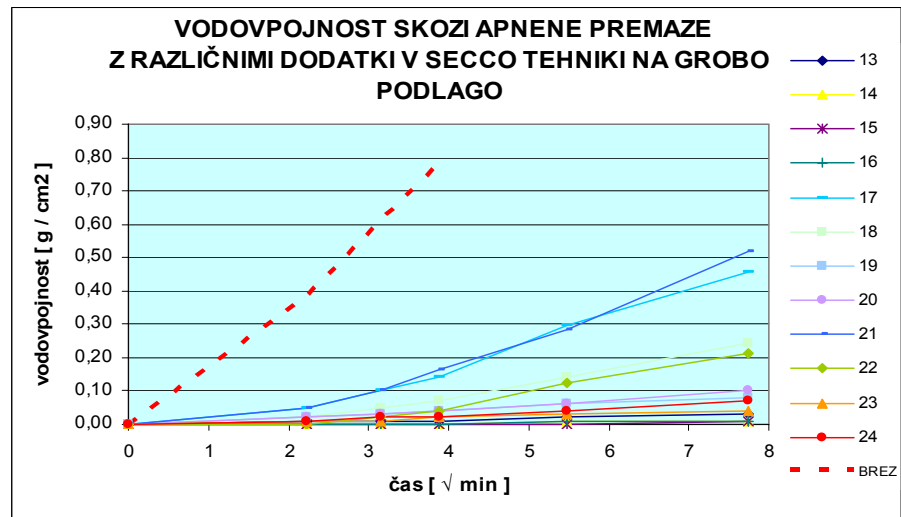
Na slikah od 50a do 50n so prikazani rezultati vodovpojnosti za apnene premaze brez in z različnimi dodatki ter pigmenti, ki so bili nanešeni na grobo in fino apneno podlago z različnimi tehnikami.



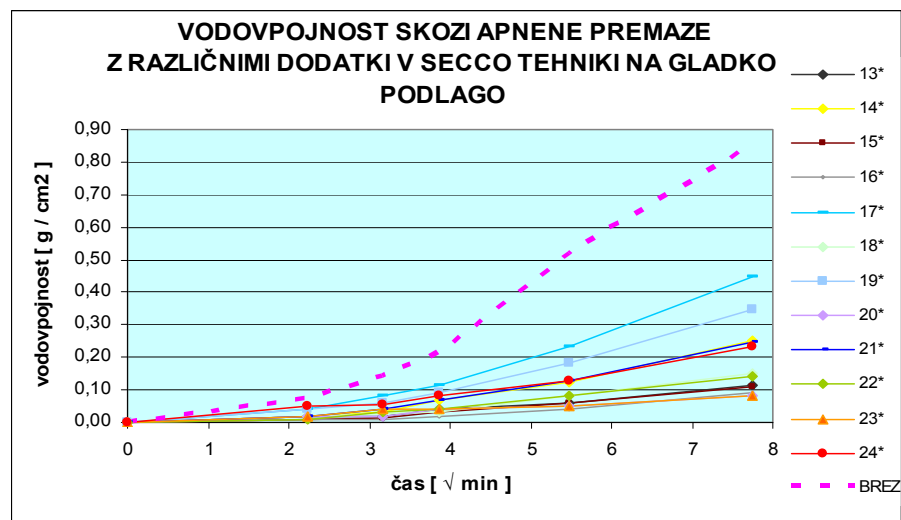
d)



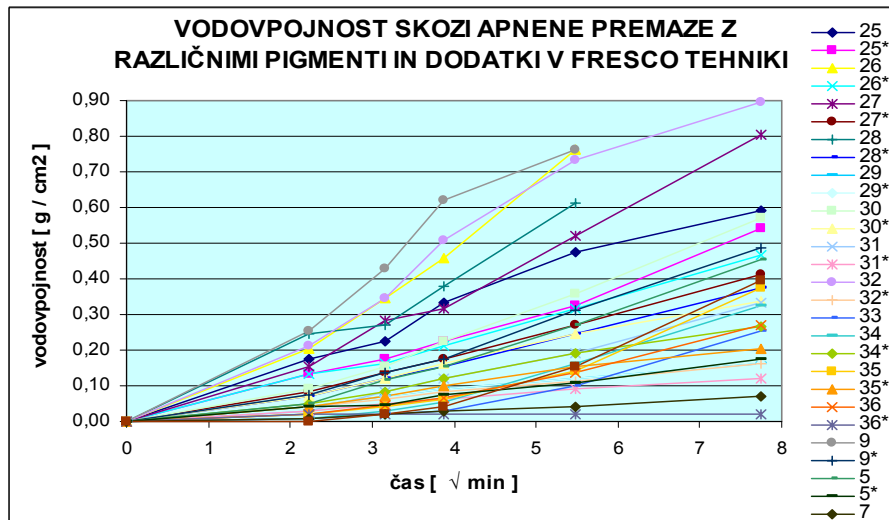
e)



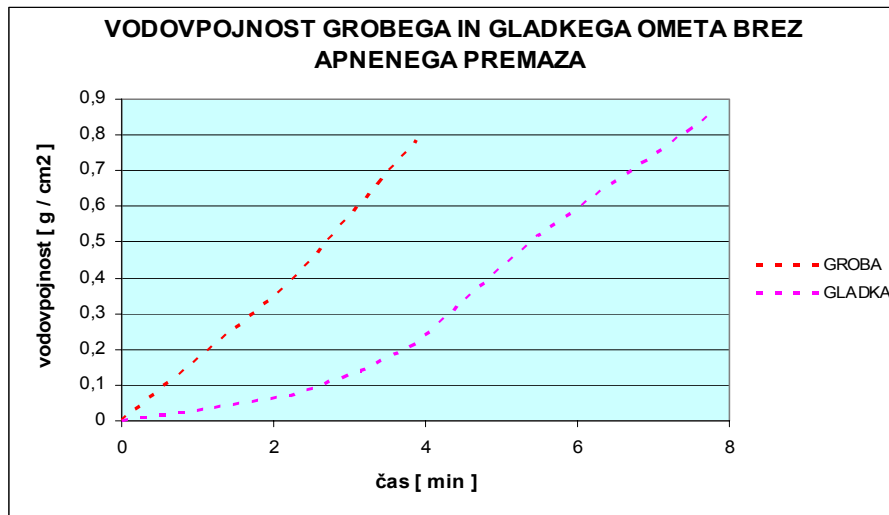
f)



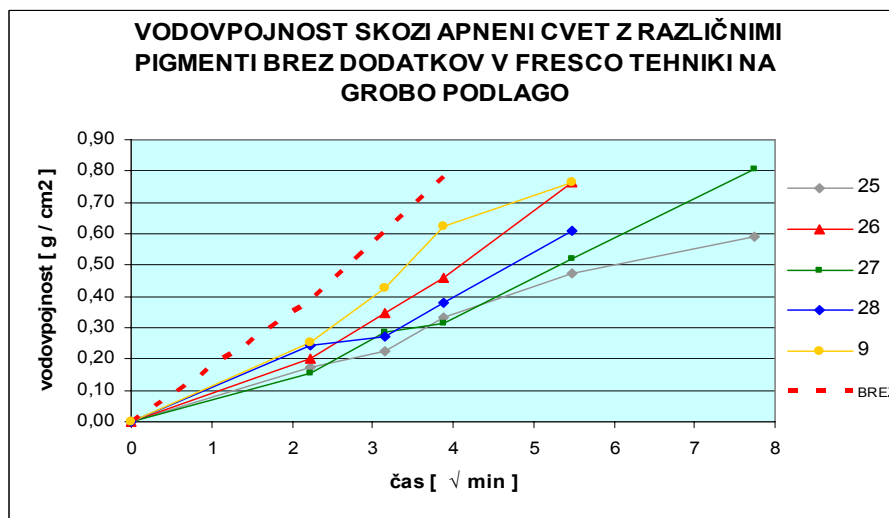
g)



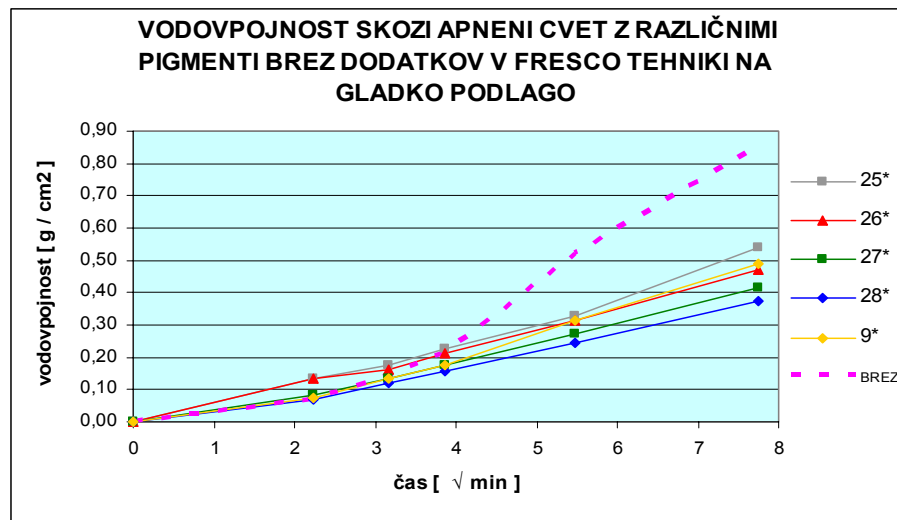
h)



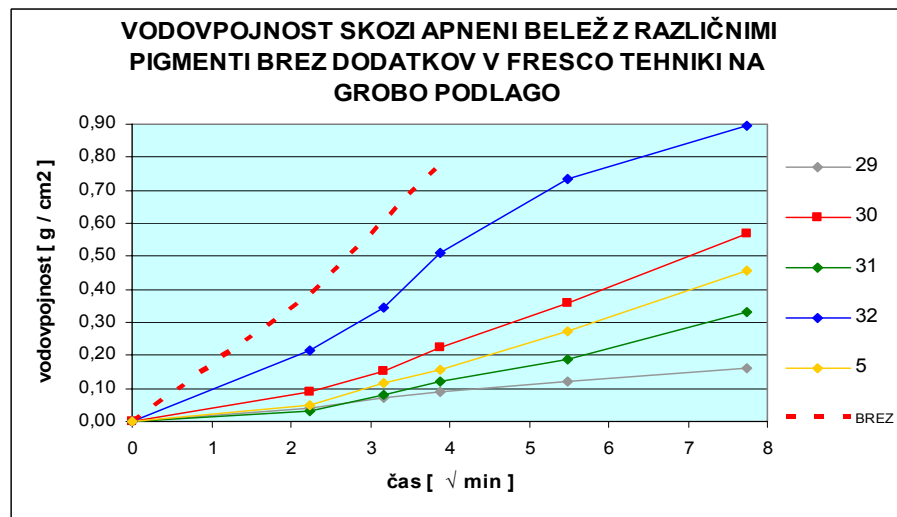
i)



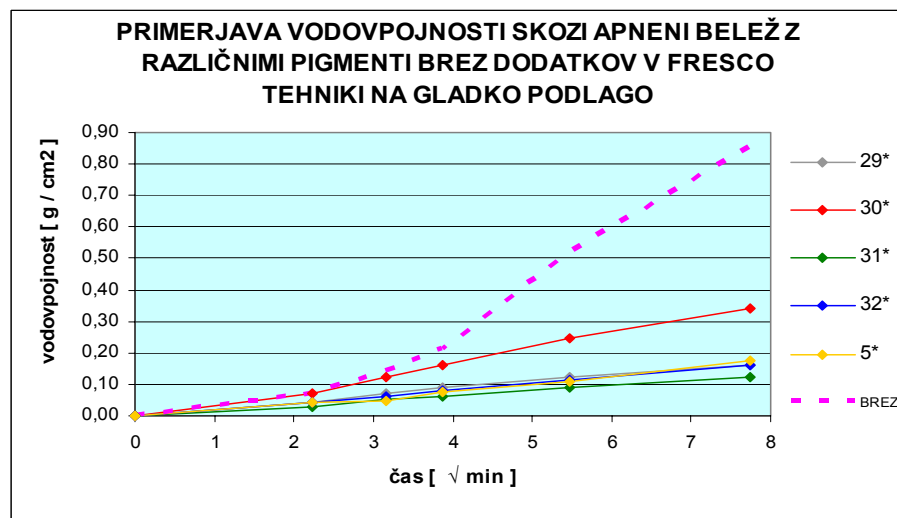
j)



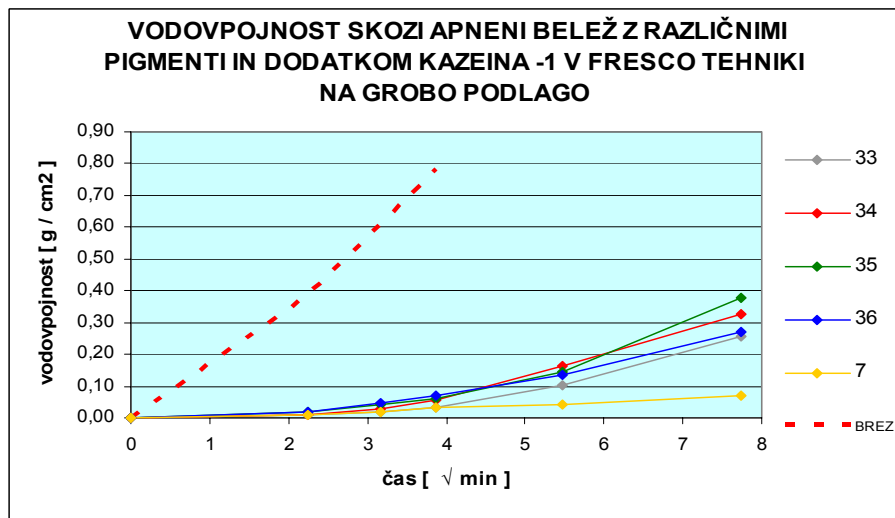
k)



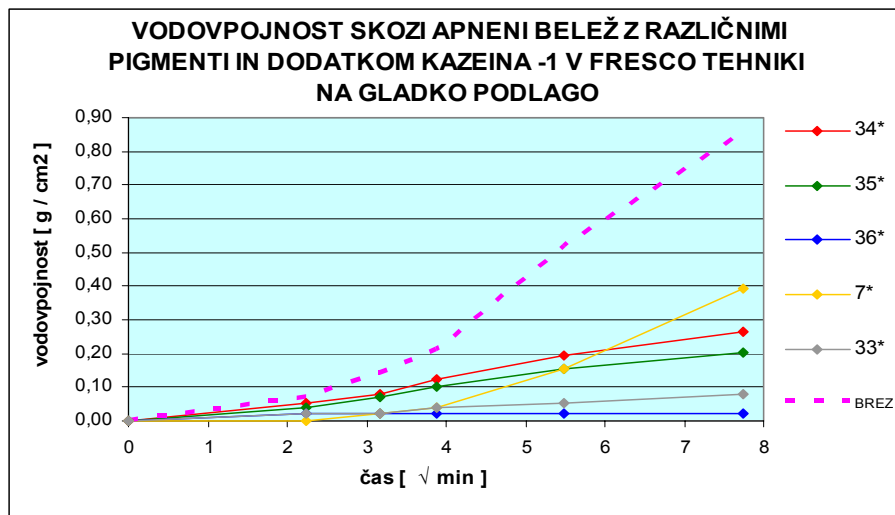
l)



m)



n)



Slika 50: Vodovpojnost posameznih vzorcev

Na slikah od 50a do 50n se zelo jasno vidi, da apneni premazi močno zmanjšajo vodovpojnost apnenega ometa. To velja za gladki, še bolj očitno pa za grobi omet.

Iz slike 50h vidimo, da grob omet že v začetku zelo hitro vpija vodo, gladek omet pa na začetku vpija vodo počasneje, v drugem delu preizkusa pa hitreje a še vedno ne tako hitro kot grobi omet. Vzrok tovrstnemu obnašanju je verjetno postopek obdelave površine ometa. Grob omet naredimo z zaribavanjem, pri čemer ostane površina razmeroma porozna. Ko pa omet gladimo, delamo z večjo silo, pri čemer zrna vtiskamo v globino ometa, vezivo pa se nekako izceja proti površini katero zagladimo. Na zaglajeni površini je torej debelejši sloj veziva kot

pri zaribani, kateri pripomore k nastanku debelejšje skorjice, ki nastane pri karbonatizaciji. Prav ta skorjica pa ima vpliv na hitrost vodovpojnosti, vsaj v začetku opazovanja.

Iz rezultatov preizkusa sem izračunal koeficiente vodovpojnosti za posamezne premaze (preglednica 8).

Preglednica 8: Koeficient vodovpojnosti

KOEFIČIENT VODOVPOJNOSTI = $mv/S^*\sqrt{t}...$ [g/cm ^{2*} √min]					
1	0,0080	13	0,0005	25	0,0175
1*	0,0096	13*	0,0021	25*	0,0118
2	0,0016	14	0,0000	26	0,0241
2*	0,0038	14*	0,0036	26*	0,0113
3	0,0011	15	0,0000	27	0,0166
3*	0,0048	15*	0,0018	27*	0,0093
4	0,0000	16	0,0000	28	0,0200
4*	0,0048	16*	0,0011	28*	0,0082
5	0,0082	17	0,0075	29	0,0161
5*	0,0039	17*	0,0059	29*	0,0048
6	0,0021	18	0,0038	30	0,0118
6*	0,0048	18*	0,0018	30*	0,0086
7	0,0016	19	0,0021	31	0,0064
7*	0,0021	19*	0,0048	31*	0,0032
8	0,0005	20	0,0021	32	0,0268
8*	0,0011	20*	0,0021	32*	0,0043
9	0,0327	21	0,0086	33	0,0016
9*	0,0093	21*	0,0036	33*	0,0021
10	0,0068	22	0,0021	34	0,0029
10*	0,0032	22*	0,0021	34*	0,0064
11	0,0011	23	0,0011	35	0,0032
11*	0,0016	23*	0,0021	35*	0,0054
12	0,0000	24	0,0011	36	0,0036
12*	0,0000	24*	0,0043	36*	0,0011
fresco tehnika		secco in apnena tehnika		različni pigmenti v fresco tehniki	

V preglednici 8 so prikazani koeficienti vodovpojnosti za posamezne vzorce, izdelane v različnih tehnikah: fresco, secco, apnena tehnika in fresco z različnimi pigmenti.

Če primerjamo premaze z dodatnimi vezivi, ki so nanešeni na grobo podlago s tistimi, ki so nanešeni na fino podlago vidimo, da premazi z dodatnimi vezivi na grob omet v dobrih 87% primerih dajejo nižje vrednosti vodovpojnosti kot na gladek omet.

Če primerjamo premaze brez dodatnih veziv, ki so nanešeni na grobo podlago s tistimi, ki so nanešeni na fino podlago vidimo, da ti premazi na gladkem ometu v dobrih 93% primerih dajejo nižje vrednosti vodovpojnosti kot na grobem omet. Če premazom, brez dodatnih veziv, dodajamo pigment, s tem ne spreminjamo omenjenega razmerja.

Na podlagi ugotovitev zapisanih v zadnjih dveh stavkih lahko rečemo, da se pri ometih, ki so premazani s premazi brez dodatkov, močno kaže vpliv gladke oz. grobe podlage apnenega ometa glede vodovpojnosti (slika 50h).

Pri ometih, ki so premazani s premazi, ki vsebujejo dodatke, pa vpliv grobosti oz. gladkosti podlageni opazen. Končni efekt je ravno obraten. Na grobih površinah pri nanašanju premaza ostane debelejši nanos, kot na gladkih površinah, torej je s tem tudi zasičenost grobih površin večja, kot gladkih. To je zagotovo eden od vzrokov, zakaj je vodovpojnost na grobih površinah premazanih z apnenimi premazi, ki vsebujejo dodatke, manjša kot pri gladkih.

Če primerjamo koeficient vodovpojnosti ometov premazanih z apnenimi premazi, ki vsebujejo firnež, kazein 1 in kazein 2 vidimo, da pronicanje vode v grobi omet najbolj prepreči premaz s kazeinom 2, nato premaz s kazeinom 1, s firnežem in nazadnje premaz brez dodatkov. Ta vrstni red velja neglede na tehniko nanašanja.

Če primerjamo iste premaze na gladkem ometu, tak vrstni red velja le pri fresco tehniki, kjer premazi vsebujejo pigment, pri ostalih primerih pa so učinki premazov zelo različni. V vseh primerih pa se očitno vidi pozitiven vpliv dodatkov glede na vodovpojnost v primerjavi s premazi brez njih.

5. MOČ VEZANJA PIGMENTA Z VEZIVOM IN SAMEGA PREMAZA S PODLAGO

To lastnost sem preverjal z drgnjenjem s prstom in z zobno ščetko. Določil sem stopnje moči vezanja:

- odlično; pri drgnjenju s prstom na prstu ne ostane nobenih sledi premaza, čemur slikopleskarji rečemo, da se ne briše; pri drgnjenju s ščetko se premaz ne poškoduje.
- zelo dobro; pri drgnjenju s prstom na prstu ne ostane nič sledi premaza; pri drgnjenju s ščetko se premaz malo poškoduje ali obratno
- dobro; pri drgnjenju s prstom na prstu ostane malo sledi premaza; pri drgnjenju s ščetko se premaz zelo poškoduje ali obratno
- slabo; pri drgnjenju s prstom na prstu ostane veliko sledi premaza; pri drgnjenju s ščetko se premaz popolnoma odstrani.



Slika 51: Ocenjevanje vezivne moči premaza

V nekaterih primerih je bilo pri odstranjevanju cevka za določanje vodovpojnosti videti zelo slabo sprijemnost s podlago, saj se je sloj premaza s tesnilno maso vred odluščil z ometa. Do tega je prišlo pri nekaterih vzorcih, kjer je bil premaz nanešen še na svež omet, še posebej pri nanešenih na gladko podlago. Kaj točno je bil vzrok temu, težko rečem, ker naj bi ravno v teh primerih, po karbonatizaciji veziva, premaz s pigmentom skupaj s podlago ustvaril nekakšno kompatibilno celoto. Lahko bi rekel, da v teh primerih mogoče še ni prišlo do popolne karbonatizacije, saj so bili ravno ti vzorci 11 dni mlajši od ostalih.

3.2.3 OPIS OPAZOVANIH LASTNOSTI PREMAZOV

NA SVEŽ OMET (FRESCO TEHNIKA) - ZARIBAN (x) IN ZALIKAN (x*) OMET

1 Apneni belež brez pigmenta na svež omet brez dodatkov

Število slojev: 1x-ni premaz z gašenim apnom.

Sestavine premaza: precejeno gašeno apno, ki je razredčeno z vodo v razmerju 1: 3.

Zahtevnost nanašanja: enostavno.

Izgled nanosa: enakomeren, brez sledi od nanašanja s čopičem, bele barve, ki malo vleče na sivkasto, ker skozi nanos rahlo pronica barva agregata.

Moč barve:

Vezivna moč: odlična.

Vodovpojnost: $k = 0,008$

Opombe: Če bi želeli doseči še bolj belo površino, bi bilo potrebno čez kakšno uro površino še enkrat premazati, kar je še vedno dovolj zgodaj, da belež karbonatizira skupaj z ometom. Ta način je primeren za slikanje večjih, tako notranjih kot tudi zunanjih, površin apnenih ometov.

1* Apneni belež brez pigmenta na svež omet brez dodatkov

Število slojev: 1x-ni premaz z gašenim apnom.

Sestavine premaza: precejeno gašeno apno, ki je razredčeno z vodo v razmerju 1: 3.

Zahtevnost nanašanja: enostavno.

Izgled nanosa: enakomeren, brez sledi od nanašanja s čopičem, bele barve, ki malo vleče na sivkasto, ker skozi nanos rahlo pronica barva agregata.

Intenziteta barve:

Vezivna moč: odlična.

Vodovpojnost: $k = 0,0096$

Opombe: Mislim, da bi na glajenih ometih pri večjih površinah težje dosegli enakomeren videz nanosa kot pri grobih, ker se pri grobih ometih belež nekako ujame v vdolbinice enakomerno zaribanega ometa, kar da enakomeren izgled, pri gladkih pa belež obstane na površju pogosto kot neke sledi – proge čopiča za nanašanje.

2 Apneni belež brez pigmenta na svež omet z dodatkom 1% firneža

Število slojev: 1x- ni premaz z gašenim apnom.

Sestavine premaza: precejeno gašeno apno, ki je razredčeno z vodo v razmerju 1: 3, dodan je 1% lanenega firneža glede na gosto apno. Sam premaz zelo lepo diši.

Zahtevnost nanašanja: enostavno; nanaša se zelo voljno - mehko, kot da bi nanašal milnico.

Izgled nanosa: enakomeren, brez sledi od nanašanja s čopičem.

Intenziteta barve: v primerjavi z beležem brez firneža ni tako zelo ostre bele barve temveč deluje malo kremasto.

Vezivna moč: odlična

Vodovpojnost: $k = 0,0016$

Opombe: Laneni firnež kot dodatek za povečanje vezivne moči premaza, pri beljenju na sveži omet nima nobenega pomena. Pri preizkusu je bil apnu dodan le za ugotavljanje, ali se vodovpojnost že karbonatiziranega premaza skupaj z ometom zmanjša ali ne. Premaz, ki vsebuje laneni firnež ni ravno priporočljiv za nanos na svež omet v poznih poletnih mesecih, saj zaradi svojega učinka (močno zasičenje podlage) zelo upočasnjuje dostop CO₂ v omet in s tem upočasnitev karbonatizacije, kar pa lahko zaradi zmrzali privede do poškodb ometa v zimskem času. To velja tudi za v nadaljevanju obravnavane premaze, ki vsebujejo laneni firnež in so nanešeni na svež omet.

2* Apneni belež brez pigmenta na svež omet z dodatkom 1% firneža

Vezivna moč: zelo dobra.

Vodovpojnost: $k = 0,0038$

Opombe:

Vse ostalo velja isto kot za **2**.

3 Apneni belež brez pigmenta na svež omet z dodatkom 25% kazeina – 1

Število slojev: 1x- ni premaz z gašenim apnom.

Sestavine premaza: precejeno gašeno apno, ki je razredčeno z vodo v razmerju 1: 3, dodano je 25% kazeina – 1 glede na apneni belež.

Zahtevnost nanašanja: enostavno; nanaša se v nekoliko debelejšem sloju, saj je zmes bolj kremasta toda dovolj rahla za enakomeren nanos.

Izgled nanosa: enakomeren, brez sledi od nanašanja s čopičem.

Intenziteta barve: tudi ta premaz nima takšne beline kot sam belež; deluje nežno kremasto.

Vezivna moč: odlična.

Vodovpojnost: $k = 0,0011$

Opombe: Kakšen bi bil izgled in zahtevnost nanašanja takega premaza na površini večjih dimenzij nimam izkušenj, za manjše površine pa se je pokazal kot zelo kvaliteten premaz.

3* Apneni belež brez pigmenta na svež omet z dodatkom 25% kazeina – 1

Vezivna moč: odlična.

Vodovpojnost: $k = 0,0048$

Opombe:

Vse ostalo velja isto kot za **3**.

4 Apneni belež brez pigmenta na svež omet z dodatkom 25% kazeina – 2

Število slojev: 1x- ni premaz z gašenim apnom.

Sestavine premaza: precejeno gašeno apno, ki je razredčeno z vodo v razmerju 1: 3, dodano je 25% kazeina – 2 glede na apneni belež.

Zahtevnost nanašanja: enostavno; tudi ta se nanaša v debelejšem sloju zaradi svoje kremaste lastnosti; ta premaz je za nanašanje bolj rahel kot **3**. premaz.

Izgled nanosa: enakomeren, brez sledi od nanašanja s čopičem.

Intenziteta barve: tudi ta premaz nima takšne beline kot sam belež; deluje nežno kremasto.

Vezivna moč: odlična.

Vodovpojnost: $k = 0$

Opombe: Tudi v tem primeru težko rečem, kakšen bi bil izgled in zahtevnost nanašanja takega premaza na površini večjih dimenzij, je pa zelo primeren kot premaz manjših površin.

4* Apneni belež brez pigmenta na svež omet z dodatkom 25% kazeina – 2

Vezivna moč: odlična.

Vodovpojnost: $k = 0,0048$

Opombe:

Vse ostalo velja isto kot za **4**.

5 Apneni belež z 20% pigmenta na svež omet brez dodatkov

Število slojev: 1x- ni premaz z gašenim apnom.

Sestavine premaza: precejeno gašeno apno, ki je razredčeno z vodo v razmerju 1: 3, pigment kot 20% ni delež glede na gosto apno.

Zahtevnost nanašanja: zelo zahtevno, saj je belež ob sorazmerno veliki količini pigmenta dokaj pust, omet pa razmeroma dobro vleče. Nanos beleža poteka tako, da vsako potezo s

čopičem naredimo drugo ob drugi. V slučaju preslojevanja teh potez, pride do kopičenja beleža na stičnih mestih, kar vpliva na strukturo podlage, enakomernost in čistost barvne površine.

Izgled nanosa: neenakomeren, vidna je vsaka poteza nanosa, skozi neenakomerno pronica bela podlaga.

Intenziteta barve: močna.

Vezivna moč: odlična.

Vodovpojnost: $k = 0,0082$

Opombe: vzrok neenakomernega izgleda je lahko tudi za malenkost pregost premaz; redkejši premaz bi se pri nanosu med zrni ometa lahko lepše razlil; tudi omenjena zahtevnost nanašanja premaza je posledica pregoste mešanice.

5* Apneni belež z 20% pigmenta na svež omet brez dodatkov

Izgled nanosa: neenakomeren, lahko rečem, da je tudi tu vidna vsaka poteza čopiča, le drugačna struktura podlage prikaže drugačen izgled.

Vezivna moč: odlična.

Vodovpojnost: $k = 0,0039$

Vse ostalo velja isto kot za **5**, le da v tem primeru z zmanjšanjem gostote ne bi odpravili neenakomernega izgleda.

6 Apneni belež z 20% pigmenta na svež omet z dodatkom 1% firneža

Število slojev: 1x- ni premaz z gašenim apnom.

Sestavine premaza: precejeno gašeno apno, ki je razredčeno z vodo v razmerju 1: 3, pigment kot 20% ni delež, laneni firnež pa kot 1% ni delež na gosto apno.

Zahtevnost nanašanja: zelo zahtevno; tudi v tem primeru je potrebno zelo paziti pri nanašanju premaza, da ne pride do kopičenja, drugače pa glede zahtevnosti pri nanosu ni čutiti razlik od **5**, le da je premaz malo bolj voljan.

Izgled nanosa: neenakomeren, vidna je vsaka poteza nanosa, skozi neenakomerno pronica bela podlaga.

Intenziteta barve: barva ni močna, je bolj bledega videza.

Vezivna moč: zelo dobro.

Vodovpojnost: $k = 0,0021$

Opombe: tudi v tem primeru je vzrok neenakomernega izgleda in visoke zahtevnosti nanašanja lahko za malenkost pregost premaz.

6* Apneni belež z 20% pigmenta na svež omet z dodatkom 1% firneža

Intenziteta barve: močna, ni bleda kot pri **6**.

Vezivna moč: odlična.

Vodovpojnost: $k = 0,0048$

Vse ostalo velja isto kot za **6**, le da v tem primeru z zmanjšanjem gostote ne bi odpravili neenakomernega izgleda.

7 Apneni belež z 20% pigmenta na svež omet z dodatkom 25% kazeina – 1

Število slojev: 1x- ni premaz z gašenim apnom.

Sestavine premaza: precejeno gašeno apno, ki je razredčeno z vodo v razmerju 1: 3, pigment kot 20% ni delež glede na gosto apno, 25% kazeina – 1 glede na obarvani apneni belež.

Zahtevnost nanašanja: enostavno; nanaša se v nekoliko debelejšem sloju, saj je zmes bolj kremasta toda dovolj rahla za nanašanje.

Izgled nanosa: dokaj enakomeren, sledi čopiča so zelo malo zaznavne.

Intenziteta barve: barva ni tako močna kot brez dodatkov, saj ji kazein da bolj mlečni izgled, razmeroma dobro prekriva podlago.

Vezivna moč: odlična.

Vodovpojnost: $k = 0,0016$

Opombe:

7* Apneni belež z 20% pigmenta na svež omet z dodatkom 25% kazeina – 1

Vezivna moč: odlična.

Vodovpojnost: $k = 0,0021$

Opombe:

Vse ostalo velja isto kot za **7**.

8 Apneni belež z 20% pigmenta na svež omet z dodatkom 25% kazeina - 2

Število slojev: 1x- ni premaz z gašenim apnom.

Sestavine premaza: precejeno gašeno apno, ki je razredčeno z vodo v razmerju 1: 3, pigment kot 20% ni delež glede na gosto apno, 25% kazeina – 2 glede na obarvani apneni belež.

Zahtevnost nanašanja: enostavno, nanaša se v nekoliko debelejšem sloju, saj je zmes bolj kremasta toda dovolj rahla za nanašanje.

Izgled nanosa: dokaj enakomeren, sledi čopiča niso zaznavne.

Intenziteta barve: tudi na tem vzorcu se vidi, da je barva bolj mlečna kot brez dodatkov.

Vezivna moč: odlična.

Vodovpojnost: $k = 0,0005$

Opombe:

8* Apneni belež z 20% pigmenta na svež omet z dodatkom 25% kazeina - 2

Vezivna moč: odlična.

Vodovpojnost: $k = 0,0011$

Opombe:

Vse ostalo velja isto kot za **8**.

9 Apneni cvet z 20% pigmenta na svež omet brez dodatkov

Število slojev: 1x- ni premaz z apnenim cvetom.

Sestavine premaza: apneni cvet, pigment kot 20% ni delež glede na gosto apno.

Zahtevnost nanašanja: zelo enostavno, nanaša se tanko, premaz se lepo razliva po površini.

Izgled nanosa: enakomeren, brez sledi čopiča.

Intenziteta barve: zelo močna, skozi barvo pronica svetla podlaga, vendar zaradi enakomernosti to ni moteče.

Vezivna moč: zelo dobra.

Vodovpojnost: $k = 0,0327$

Opombe: ta način poslikave se je večinoma uporabljal pri tako imenovani fresco tehniki.

9* Apneni cvet z 20% pigmenta na svež omet brez dodatkov

Zahtevnost nanašanja: nanašanje je zelo zahtevno, če govorimo o doseganju enakomernosti glede izgleda.

Izgled nanosa: neenakomeren, vidijo se vse poteze s čopičem.

Intenziteta barve: močna.

Vezivna moč: slaba; premaz se sicer pri drgnjenju s prstom ne briše, toda drgnjenje s ščetko ga popolnoma odstrani.

Vodovpojnost: $k = 0,0093$

Opombe:

Vse ostalo velja isto kot za **9**.

10 Apneni cvet z 20% pigmenta na svež omet z dodatkom 1% firneža

Število slojev: 1x- ni premaz z apnenim cvetom.

Sestavine premaza: apneni cvet, 20% pigmenta in 1% firneža glede na gosto apno.

Zahtevnost nanašanja: zelo enostavno, nanaša se tanko, premaz se lepo razliva po površini.

Izgled nanosa: enakomeren, brez sledi čopiča.

Intenziteta barve: zelo močna, firnež barvi da temnejši izgled, skozi barvo pronica svetla podlaga, vendar zaradi enakomernosti to ni moteče.

Vezivna moč: dobra.

Vodovpojnost: $k = 0,0068$

Opombe:

10* Apneni cvet z 20% pigmenta na svež omet z dodatkom 1% firneža

Zahtevnost nanašanja: nanašanje je zelo zahtevno, če govorimo o enakomernosti izgleda.

Izgled nanosa: neenakomeren, vidijo se vse poteze s čopičem, vidijo se tudi kraterčki, ki se pojavijo, ker se firnež v apnenem cvetu ne razpusti dovolj, tega se na grobem ometu ne opazi, saj se pri nanašanju te delčke firneža z apnenim cvetom bolj na silo pomeša – zariba.

Intenziteta barve: močna.

Vezivna moč: dobra.

Vodovpojnost: $k = 0,0032$

Opombe:

Vse ostalo velja isto kot za **10**.

11 Apneni cvet z 20% pigmenta na svež omet z dodatkom 25% kazeina – 1

Število slojev: 1x- ni premaz z apnenim cvetom.

Sestavine premaza: apneni cvet, pigment kot 20% ni delež glede na gosto apno, 25% kazeina – 1 glede na obarvani apneni cvet.

Zahtevnost nanašanja: zelo enostavno, zelo tanek nanos, premaz se lepo razliva po površini.

Izgled nanosa: zelo enakomeren, brez sledi od čopiča pri nanašanju.

Intenziteta barve: ni tako močna kot **9** brez dodatkov, je nekoliko svetlejša, skozi barvo pronica svetla podlaga, vendar zaradi enakomernosti to ni moteče.

Vezivna moč: odlična.

Vodovpojnost: $k = 0,0011$

Opombe:

11* Apneni cvet z 20% pigmenta na svež omet z dodatkom 25% kazeina – 1

Izgled nanosa: dokaj enakomeren, dobro prekriva podlago, sledi čopiča je le malo zaznati.

Vezivna moč: odlična.

Intenziteta barve: ni tako močna kot **9** brez dodatkov, je nekoliko svetlejša.

Vodovpojnost: $k = 0,0016$

Opombe:

Vse ostalo velja isto kot za **11**.

12 Apneni cvet z 20% pigmenta na svež omet z dodatkom 25% kazeina - 2

Število slojev: 1x- ni premaz z apnenim cvetom.

Sestavine premaza: apneni cvet, pigment kot 20% ni delež glede na gosto apno, 25% kazeina – 2 glede na obarvani apneni cvet.

Zahtevnost nanašanja: zelo enostavno, zelo tanek nanos, premaz se lepo razliva po površini.

Izgled nanosa: dokaj enakomerno, brez sledi od čopiča pri nanašanju.

Intenziteta barve: barva je bolj bleda, svetlost podlage pronica skozi nanos barve.

Vezivna moč: odlična.

Vodovpojnost: $k = 0$

Opombe:

12* Apneni cvet z 20% pigmenta na svež omet z dodatkom 25% kazeina - 2

Izgled nanosa: zelo enakomeren, dobro prekriva podlago, brez sledi od čopiča pri nanašanju.

Intenziteta barve: ni tako močna kot 9 brez dodatkov, je nekoliko svetlejša.

Vezivna moč: odlična.

Vodovpojnost: $k = 0$

Opombe:

Vse ostalo velja isto kot za 12.

NA SUH OMET (SECCO TEHNIKA) - ZARIBAN(x) IN ZALIKAN(x*) OMET

13 Apneni belež brez pigmenta na suh omet v klasični izvedbi 2x zidarsko beljenje in 2x beljenje z dodatkom 1% firneža

Število slojev: 4x-ni premaz z gašenim apnom.

Sestavine premaza: 1. in 4. premaz: precejeno apno, 2. in 3. premaz pa precejeno apno in 1% firneža.

Zahtevnost nanašanja: dokaj zahtevno, potrebno je paziti, da sloje nanašamo v primernih medsebojnih časovnih presledkih.

Izgled nanosa: zelo enakomerna bela površina, dobra pokrivnost podlage.

Intenziteta barve: čisto bela.

Vezivna moč: "zelo dobro"; pri drgnjenju s prstom na prstu ostane ogromno sledi, po drgnjenju s ščetko pa na beležu ni bistvenih sprememb.

Vodovpojnost: $k = 0,0005$

Opombe:

13* Apneni belež brez pigmenta na suh omet v klasični izvedbi 2x zidarsko beljenje in 2x beljenje z dodatkom 1% firneža

Zahtevnost nanašanja: dokaj zahtevno, potrebno je paziti, da sloje nanašamo v primernih medsebojnih časovnih presledkih; paziti je potrebno, da na stikih ne prihaja do kopičenja beleža.

Izgled nanosa: dokaj enakomeren, vidijo se sledi od nanašanja s čopičem, ni najbolj enakomeren izgled.

Vezivna moč: " zelo dobro "; pri drgnjenju s prstom na prstu ostane ogromno sledi, po drgnjenju s ščetko pa na beležu ni bistvenih sprememb.

Vodovpojnost: $k = 0,0021$

Opombe:

Vse ostalo velja isto kot za **13.**

14 Apneni belež brez pigmenta na suh omet v klasični izvedbi 2x zidarsko beljenje in 2x beljenje z dodatkom 10% kazeina – 1

Število slojev: 4x-ni premaz z gašenim apnom.

Sestavine premaza: 1. in 4. premaz: precejeno apno, 2. in 3. premaz pa precejeno apno in 10% kazeina - 1.

Zahtevnost nanašanja: dokaj zahtevno, potrebno je paziti, da sloje nanašamo v primernih medsebojnih časovnih presledkih.

Izgled nanosa: zelo enakomeren, čist, brez lis.

Intenziteta barve: čisto bela.

Vezivna moč: " zelo dobro "; pri drgnjenju s prstom na prstu ostane ogromno sledi, po drgnjenju s ščetko pa na beležu ni bistvenih sprememb.

Vodovpojnost: $k = 0$

Opombe:

14* Apneni belež brez pigmenta na suh omet v klasični izvedbi 2x zidarsko beljenje in 2x beljenje z dodatkom 10% kazeina – 1

Vezivna moč: " zelo dobro "; pri drgnjenju s prstom na prstu ostane ogromno sledi, po drgnjenju s ščetko pa na beležu ni bistvenih sprememb.

Vodovpojnost: $k = 0,0036$

Opombe:

Vse ostalo velja isto kot za **14.**

15 Apneni belež, s 5 % pigmenta, na suh omet v klasični izvedbi 2x zidarsko beljenje in 2x beljenje z dodatkom 1% firneža

Število slojev: : 4x-ni premaz z gašenim apnom.

Sestavine premaza: 1. premaz: precejeno apno, 2. in 3. premaz pa precejeno apno, 5% pigmenta glede na gosto apno in 1% firneža.

Zahtevnost nanašanja: dokaj zahtevno, potrebno je paziti, da sloje nanašamo v primernih medsebojnih časovnih presledkih, paziti je potrebno, da na stikih ne prihaja do kopičenja beleža.

Izgled nanosa: dokaj enakomeren, čist, podlaga prekrita.

Intenziteta barve: ni močna, je nežna.

Vezivna moč: zelo dobra.

Vodovpojnost: $k = 0$

Opombe:

15* Apneni belež, s 5 % pigmenta, na suh omet v klasični izvedbi 2x zidarsko beljenje in 2x beljenje z dodatkom 1% firneža

Izgled nanosa: vidijo se sledi od nanašanja s čopičem, ni najbolj enakomeren izgled.

Vezivna moč: " zelo dobro "; pri drgnjenju s prstom na prstu ostane ogromno sledi, po drgnjenju s ščetko pa na beležu ni bistvenih sprememb.

Vodovpojnost: $k = 0,0018$

Opombe: pri odstranjevanju tesnilne mase je sloj premaza odstopil.

Vse ostalo velja isto kot za **15**.

16 Apneni belež, s 5 % pigmentom, na suh omet v klasični izvedbi 2x zidarsko beljenje in 2x beljenje z dodatkom 10% kazeina – 1

Število slojev: 4x-ni premaz z gašenim apnom.

Sestavine premaza: 1. premaz: precejeno apno, 2. in 3. premaz pa precejeno apno, 5% pigmenta glede na gosto apno in 10% kazeina – 1.

Zahtevnost nanašanja: dokaj zahtevno, potrebno je paziti, da sloje nanašamo v primernih medsebojnih časovnih presledkih, paziti je potrebno, da na stikih ne prihaja do kopičenja beleža.

Izgled nanosa: ni enakomeren, vidijo se sledi od nanašanja s čopičem.

Intenziteta barve: za spoznanje močnejša kot **15**.

Vezivna moč: dobro.

Vodovpojnost: $k = 0$

Opombe: zadnja dva sloja, ki vsebujeta pigment, je pri drgnjenju s ščetko mogoče odstraniti, spodnja dva sloja pa ostaneta.

16* Apneni belež, s 5 % pigmentom, na suh omet v klasični izvedbi 2x zidarsko beljenje in 2x beljenje z dodatkom 10% kazeina – 1

Izgled nanosa: vidijo se sledi od nanašanja s čopičem, ni najbolj enakomeren izgled.

Vezivna moč: slaba.

Vodovpojnost: $k = 0,0011$

Opombe:

Vse ostalo velja isto kot za **16**.

(*apnena tehnika*)

17 Apnena voda z 20% pigmenta na sveže prebeljen suh apneni omet brez dodatkov

Število slojev: 2x-ni premaz z gašenim apnom.

Sestavine premaza: 1. premaz: precejeno apno, 2. premaz: apnena voda, 20% pigmenta glede na gosto apno.

Zahtevnost nanašanja: zelo zahtevno, saj je drugi premaz potrebno nanesti, ko je spodnji premaz še ravno prav vlažen.

Izgled nanosa: neenakomeren.

Intenziteta barve: sorazmerno močna.

Vezivna moč: dobra.

Vodovpojnost: $k = 0,0075$

Opombe:

17* Apnena voda z 20% pigmenta na sveže prebeljen suh apneni omet brez dodatkov

Izgled nanosa: neenakomeren, vidijo se sledi od nanašanja s čopičem.

Vezivna moč: zelo slaba.

Vodovpojnost: $k = 0,0059$

Opombe:

18 Apnena voda z 20% pigmenta na sveže prebeljen suh apneni omet z dodatkom 1% firneža

Število slojev: 2x-ni premaz z gašenim apnom.

Sestavine premaza: 1. premaz: precejeno apno, 2. premaz: apnena voda, 20% pigmenta glede na gosto apno in 1% firneža.

Zahtevnost nanašanja: zelo zahtevno, saj je drugi premaz potrebno nanesti, ko je spodnji premaz še ravno prav vlažen.

Izgled nanosa : neenakomeren.

Intenziteta barve: ni močna temveč prosojna.

Vezivna moč: slaba.

Vodovpojnost: $k = 0,0038$

Opombe:

18* Apnena voda z 20% pigmenta na sveže prebeljen suh apneni omet z dodatkom 1% firneža

Izgled nanosa: neenakomeren, prosojen, vidijo se sledi od nanašanja s čopičem, vidijo se madeži od firneža, ki se v apneni vodi ni dobro razgradil.

Vezivna moč: zelo slaba.

Vodovpojnost: $k = 0,0018$

Opombe:

Vse ostalo velja isto kot za **18**.

19 Apnena voda z 20% pigmenta na sveže prebeljen suh apneni omet z dodatkom 25% kazeina – 1

Število slojev: 2x-ni premaz z gašenim apnom.

Sestavine premaza: 1. premaz: precejeno apno, 2. premaz: apnena voda, 20% pigmenta glede na gosto apno in 25% kazeina - 2.

Zahtevnost nanašanja: zelo zahtevno, saj je drugi premaz potrebno nanesti ko je spodnji premaz še ravno prav vlažen.

Izgled nanosa: zelo enakomeren, podlaga rahlo in enakomerno pronica skozi premaz.

Intenziteta barve: nežna, prosojna.

Vezivna moč: zelo dobra.

Vodovpojnost: $k = 0,0021$

Opombe:

19* Apnena voda z 20% pigmenta na sveže prebeljen suh apneni omet z dodatkom 25% kazeina – 1

Vezivna moč: zelo dobra.

Vodovpojnost: $k = 0,0048$

Opombe:

Vse ostalo velja isto kot za **19**.

20 Apnena voda z 20% pigmenta na sveže prebeljen suh apneni omet z dodatkom 25% kazeina – 2

Število slojev: 2x-ni premaz z gašenim apnom.

Sestavine premaza: 1. premaz: precejeno apno, 2. premaz: apnena voda, 20% pigmenta glede na gosto apno in 25% kazeina - 2.

Zahtevnost nanašanja: zelo zahtevno, saj je drugi premaz potrebno nanesti ko je spodnji premaz ravno prav še vlažen.

Izgled nanosa: dokaj enakomeren, podlaga rahlo in enakomerno pronica skozi premaz.

Intenziteta barve: nežna, prosojna.

Vezivna moč: odlična.

Vodovpojnost: $k = 0,0021$

Opombe:

20* Apnena voda z 20% pigmenta na sveže prebeljen suh apneni omet z dodatkom 25% kazeina – 2

Vezivna moč: zelo dobra, toda pri odstranjevanju tesnilne mase je sloj premaza odstopil.

Vodovpojnost: $k = 0,0021$

Opombe:

Vse ostalo velja isto kot za **20**.

21 Apneni cvet, z 20% pigmenta, na suh omet brez dodatkov

Število slojev: 1x-ni premaz z apnenim cvetom.

Sestavine premaza: apneni cvet, 20% pigmenta glede na gosto apno.

Zahtevnost nanašanja: enostavno, tanek nanos.

Izgled nanosa: enakomerno razporejen po površini, svetlost podlage rahlo pronica skozi premaz.

Intenziteta barve: sorazmerno močna.

Vezivna moč: odlična.

Vodovpojnost: $k = 0,0086$

Opombe:

21* Apneni cvet, z 20% pigmenta, na suh omet brez dodatkov

Izgled nanosa: enakomeren, zelo prosojen, skozi premaz se močno vidi podlaga, vidi se tudi sledi čopiča pri nanašanju, nanos je zelo tanek.

Intenziteta barve: zelo šibka.

Vezivna moč: zelo dobra.

Vodovpojnost: $k = 0,0036$

Opombe:

Vse ostalo velja isto kot za **21**.

22 Apneni cvet, z 20% pigmenta, na suh omet z dodatkom 1% firneža

Število slojev: 1x-ni premaz z apnenim cvetom.

Sestavine premaza: apneni cvet, 20% pigmenta glede na gosto apno, 1% firneža.

Zahtevnost nanašanja: enostavno.

Izgled nanosa: dokaj enakomeren.

Intenziteta barve: sorazmerno močna.

Vezivna moč: odlična.

Vodovpojnost: $k = 0,0021$

Opombe:

22* Apneni cvet, z 20% pigmenta, na suh omet z dodatkom 1% firneža

Izgled nanosa: zelo neenakomerno.

Intenziteta barve: močna.

Vezivna moč: zelo dobra.

Vodovpojnost: $k = 0,0021$

Opombe:

Vse ostalo velja isto kot za **22**.

23 Apneni cvet, z 20% pigmenta, na suh omet z dodatkom 25% kazeina – 1

Število slojev: 1x-ni premaz z apnenim cvetom.

Sestavine premaza: apneni cvet, 20% pigmenta glede na gosto apno, 25% kazeina – 1.

Zahtevnost nanašanja: enostavno.

Izgled nanosa: zelo enakomeren, zelo prosojen.

Intenziteta barve: zelo šibka.

Vezivna moč: odlična.

Vodovpojnost: $k = 0,0011$

Opombe:

23* Apneni cvet, z 20% pigmenta, na suh omet z dodatkom 25% kazeina – 1

Vezivna moč: odlična.

Vodovpojnost: $k = 0,0021$

Opombe:

Vse ostalo velja isto kot za **23**.

24 Apneni cvet, z 20% pigmenta, na suh omet z dodatkom 25% kazeina - 2

Število slojev: 1x-ni premaz z apnenim cvetom.

Sestavine premaza: apneni cvet, 20% pigmenta glede na gosto apno, 25% kazeina – 2.

Zahtevnost nanašanja: enostavno.

Izgled nanosa: zelo enakomeren, zelo prosojen.

Intenziteta barve: zelo šibka.

Vezivna moč: odlična.

Vodovpojnost: $k = 0,0011$

Opombe:

24* Apneni cvet, z 20% pigmenta, na suh omet z dodatkom 25% kazeina - 2

Vezivna moč: odlična.

Vodovpojnost: $k = 0,0043$.

Opombe:

NANOS BARV NA ZALIKAN IN ZARIBAN OMET ZA VSAK PRIMER ŠTIRI RAZLIČNE PIGMENTE

25 Apneni cvet, z 20% pigmenta, na svež omet brez dodatkov

Število slojev: 1x- ni premaz z apnenim cvetom.

Sestavine premaza: apneni cvet, pigment kot 20% ni delež glede na gosto apno.

Zahtevnost nanašanja: zelo enostavno, nanaša se tanko, premaz se lepo razliva po površini.

Izgled nanosa: dokaj enakomeren, vidijo se sledi čopiča.

Intenziteta barve: ni močna, prosojna, skozi barvo pronica svetla podlaga.

Vezivna moč: odlična.

Vodovpojnost: $k = 0,0175$

Opombe:

25* Apneni cvet, z 20% pigmenta, na svež omet brez dodatkov

Zahtevnost nanašanja: nanašanje je zelo zahtevno, če govorimo o doseganju enakomernosti glede izgleda.

Vezivna moč: zelo slabo, pri drgnjenju s prstom se premaz sicer ne briše, toda če drgnemo s ščetko se premaz z lahkoto odstrani.

Vodovpojnost: $k = 0,0118$

Opombe:

Vse ostalo velja isto kot za **25**.

26 Apneni cvet, z 20% pigmenta, na svež omet brez dodatkov:

Vodovpojnost: $k = 0,0241$

Opombe:

Vse ostalo velja isto kot za **25**.

26* Apneni cvet, z 20% pigmenta, na svež omet brez dodatkov

Vezivna moč: pri drgnjenju s prstom se premaz ne briše, toda če drgnemo s ščetko se premaz z lahkoto odstrani.

Vodovpojnost: $k = 0,0113$

Opombe:

Vse ostalo velja isto kot za **25***.

27 Apneni cvet, z 20% pigmenta, na svež omet brez dodatkov

Vodovpojnost: $k = 0,0166$

Opombe:

Vse ostalo velja isto kot za **25**.

27* Apneni cvet, z 20% pigmenta, na svež omet brez dodatkov

Vezivna moč: pri drgnjenju s prstom se premaz ne briše, toda če drgnemo s ščetko se premaz z lahkoto odstrani.

Vodovpojnost: $k = 0,0093$

Opombe:

Vse ostalo velja isto kot za **25***.

28 Apneni cvet, z 20% pigmenta, na svež omet brez dodatkov

Vodovpojnost: $k = 0,02$

Opombe:

Vse ostalo velja isto kot za **25**.

28* Apneni cvet, z 20% pigmenta, na svež omet brez dodatkov

Vezivna moč: pri drgnjenju s prstom se premaz ne briše, toda če drgnemo s ščetko se premaz z lahkoto odstrani.

Vodovpojnost: $k = 0,0082$

Opombe:

Vse ostalo velja isto kot za **25***.

29 Apneni belež z 20% pigmenta na svež omet brez dodatkov

Število slojev: 1x- ni premaz z gašenim apnom.

Sestavine premaza: precejeno gašeno apno, ki je razredčeno z vodo v razmerju 1: 3, pigment kot 20% ni delež glede na gosto apno.

Zahtevnost nanašanja: zelo zahtevno, saj je belež ob sorazmerno veliki količini pigmenta dokaj pust, omet pa razmeroma dobro vleče. Nanos beleža poteka tako, da vsako potezo s čopičem naredimo drugo ob drugi. V slučaju preslojevanja teh potez, pride do kopičenja beleža na stičnih mestih, kar vpliva na strukturo podlage, enakomernost in čistost barvne površine.

Izgled nanosa: neenakomeren, vidi se sledi čopiča, skozi nanos rahlo neenakomerno pronica bela podlaga.

Intenziteta barve: zelo močna .

Vezivna moč: odlična .

Vodovpojnost: $k = 0,0161$

Opombe: vzrok neenakomernega izgleda je lahko tudi za malenkost pregost premaz, saj bi se pri nanosu redkejšega premaza le ta med zrnji ometa lahko lepše razlil. Tudi omenjena zahtevnost nanašanja premaza je posledica pregoste mešanice.

29* Apneni belež z 20% pigmenta na svež omet brez dodatkov

Izgled nanosa: neenakomeren, tudi tu je vidna vsaka poteza čopiča, le drugačna struktura podlage prikaže drugačen izgled.

Intenziteta barve: razmeroma močna.

Vezivna moč: zelo slabo, pri drgnjenju s prstom se premaz sicer ne briše, toda če drgnemo s ščetko se premaz z lahkoto odstrani.

Vodovpojnost: $k = 0,0048$

Opombe:

Vse ostalo velja isto kot za **29**.

30 Apneni belež z 20% pigmenta na svež omet brez dodatkov

Vodovpojnost: $k = 0,0118$

Opombe:

Vse ostalo velja isto kot za **29**.

30* Apneni belež z 20% pigmenta na svež omet brez dodatkov

Vodovpojnost: $k = 0,0086$

Opombe:

Vse ostalo velja isto kot za **29***.

31 Apneni belež z 20% pigmenta na svež omet brez dodatkov

Vodovpojnost: $k = 0,0064$

Opombe:

Vse ostalo velja isto kot za **29**.

31* Apneni belež z 20% pigmenta na svež omet brez dodatkov

Vezivna moč: odlična

Vodovpojnost: $k = 0,0032$

Opombe:

Vse ostalo velja isto kot za **29***.

32 Apneni belež z 20% pigmenta na svež omet brez dodatkov

Vezivna moč: zelo dobro

Vodovpojnost: $k = 0,0268$

Opombe:

Vse ostalo velja isto kot za **29**.

32* Apneni belež z 20% pigmenta na svež omet brez dodatkov

Vezivna moč: zelo dobra

Vodovpojnost: $k = 0,0043$

Vse ostalo velja isto kot za **29***.

33 Apneni belež z 20% pigmenta na svež omet z dodatkom 25% kazeina - 1

Število slojev: 1x- ni premaz z gašenim apnom.

Sestavine premaza: precejeno gašeno apno, ki je razredčeno z vodo v razmerju 1: 3, pigment kot 20% ni delež glede na gosto apno, 25% kazeina – 1 glede na obarvani apneni belež.

Zahtevnost nanašanja: enostavno, nanaša se v nekoliko debelejšem sloju, saj je zmes bolj kremasta, vendar dovolj rahla za nanašanje.

Izgled nanosa: dokaj enakomeren, sledi čopiča so slabo zaznavne.

Intenziteta barve: ni tako močna kot barva brez dodatkov, saj ji kazein da bolj mlečni izgled, razmeroma dobro prekriva podlago.

Vezivna moč: odlična .

Vodovpojnost: $k = 0,0016$

Opombe:

33* Apneni belež z 20% pigmenta na svež omet z dodatkom 25% kazeina - 1:

Izgled nanosa: neenakomerna; vidijo se sledi čopiča pri nanašanju, svetla podlaga pronica skozi nanos.

Intenziteta barve: dokaj močna.

Vezivna moč: odlična.

Vodovpojnost: $k = 0,0021$

Opombe:

Vse ostalo velja isto kot za **33**.

34 Apneni belež z 20% pigmenta na svež omet z dodatkom 25% kazeina - 1

Vodovpojnost: $k = 0,0029$

Opombe:

Vse ostalo velja isto kot za **33**.

34* Apneni belež z 20% pigmenta na svež omet z dodatkom 25% kazeina - 1

Vodovpojnost: $k = 0,0064$

Opombe:

Vse ostalo velja isto kot za **33***.

35 Apneni belež z 20% pigmenta na svež omet z dodatkom 25% kazeina - 1

Vodovpojnost: $k = 0,0032$

Opombe:

Vse ostalo velja isto kot za **33**.

35* Apneni belež z 20% pigmenta na svež omet z dodatkom 25% kazeina - 1

Vodovpojnost: $k = 0,0054$

Opombe:

Vse ostalo velja isto kot za **33***.

36 Apneni belež z 20% pigmenta na svež omet z dodatkom 25% kazeina - 1

Vodovpojnost: $k = 0,0036$

Opombe:

Vse ostalo velja isto kot za **33**.

36* Apneni belež z 20% pigmenta na svež omet z dodatkom 25% kazeina - 1

Vodovpojnost: $k = 0,0011$

Opombe:

Vse ostalo velja isto kot za **33***.

Preglednica 9: Kriteriji za klasifikacijo

vezivna moč		koeficient vodovpojnosti		izgled nanosa		enostavnost nanašanja	
ODLIČNO	4	0 do 0,005	6	ZELO ENAKOMEREN	4	ZELO ENOSTAVNO	4
ZELO DOBRO	3	0,005 do 0,011	5	ENAKOMEREN	3	ENOSTAVNO	3
DOBRO	2	0,011 do 0,016	4	DOKAJ ENAKOMEREN	2	DOKAJ ZAHTEVNO	2
SLABO	1	0,016 do 0,022	3	NEENAKOMEREN	1	ZELO ZAHTEVNO	1
		0,022 do 0,027	2				
		nad 0,027	1				

Vsako lastnost posameznih premazov sem ovrednotil z ocenami, ki sem jih, zaradi boljše preglednosti, prikazal v preglednici 10.

Preglednica 10: Klasifikacija lastnosti posameznih vzorcev

	ENOSTAVNOST NANAŠANJA	IZGLED NANOSA	VEZIVNA MOČ	KOEFICIENT VODOVPOJNOSTI		ENOSTAVNOST NANAŠANJA	IZGLED NANOSA	VEZIVNA MOČ	FAKTOR VODOVPOJNOSTI
1	3	3	4	5	19	1	4	3	6
1*	3	3	4	5	19*	1	4	3	6
2	3	3	4	6	20	1	2	4	6
2*	3	3	3	6	20*	1	2	3	6
3	3	3	4	6	21	3	3	4	5
3*	3	3	4	6	21*	3	3	3	6
4	3	3	4	6	22	3	2	4	6
4*	3	3	4	6	22*	3	1	3	6
5	1	1	4	5	23	3	4	4	6
5*	1	1	4	6	23*	3	4	4	6
6	1	1	3	6	24	3	4	4	6
6*	1	1	4	6	24*	3	4	4	6
7	3	2	4	6	25	4	2	4	3
7*	3	2	4	6	25*	1	2	1	4
8	3	2	4	6	26	4	2	4	2
8*	3	2	4	6	26*	1	2	1	4
9	4	3	3	1	27	4	2	4	3
9*	1	1	1	5	27*	1	2	1	5
1	4	3	2	5	28	4	2	4	3
1	1	1	2	6	28*	1	2	1	5
1	4	4	4	6	29	1	1	4	3
1	4	2	4	6	29*	1	1	1	6
1	4	2	4	6	30	1	1	4	4
1	4	4	4	6	30*	1	1	1	5
1	2	4	3	6	31	1	1	4	5
1	2	2	3	6	31*	1	1	4	6
1	2	4	3	6	32	1	1	3	2
1	2	4	3	6	32*	1	1	3	6
1	2	2	3	6	33	3	2	4	6
1	2	2	3	6	33*	3	1	4	6
1	2	1	2	6	34	3	2	4	6
1	2	2	1	6	34*	3	1	4	5
1	4	1	2	5	35	3	2	4	6
1	4	1	1	5	35*	3	1	4	5
1	1	1	1	6	36	3	2	4	6
1	1	1	1	6	36*	3	1	4	6

Preglednica 11: Prikaz vzorcev z najboljšimi ocenami v posameznih lastnostih

enostavnost nanašanja	9, 10, 11, 11*, 12, 12*, 17, 17*, 25, 26, 27, 28
izgled nanosa	11, 12*, 13, 14, 14*, 19, 19*, 23, 23*, 24, 24*
vezivna moč	1,1*,2,3,3*,4,4*,5,5*,6*,7,7*,8,8*,11,11*,12,12*,20,21,22,23,23*,24,24*,25,26,27,28,29,30,31,31*,33,33*,34,34*,35*,35*,36,36*
faktor vodovpojnosti	2, 2*, 3, 3*, 4, 4*, 5*, 6, 6*, 7, 7*, 8, 8*, 10*, 11, 11*, 12, 12*, 13, 13*, 14, 14*, 15, 15*, 16, 16*, 18, 18*, 19, 19*, 20, 20*, 21*, 22, 22*, 23, 23*, 24, 24*, 29*, 31*, 32*, 33, 33*, 34, 35, 36, 36*,

Iz preglednice 11 lahko razberemo:

1. da se na omet najlažje nanašajo naslednji premazi: 9, 10, 11, 11*, 12, 12*, 17, 17*, 25, 26, 27, 28. Vsi premazi razen 17 in 17* so premazi iz apnenega cveta, z ali brez dodatkov, nanešeni v fresco tehniki. Ti premazi so zelo redki in se pri nanašanju enakomerno razlijejo po zaribani površini, na gladki pa nekoliko manj enakomerno.
2. da je najlepši izgled nanosa na naslednjih vzorcih: 11, 12*, 13, 14, 14*, 19, 19*, 23, 23*, 24, 24*. Vsi ti premazi vsebujejo dodatno vezivo, v večini kazein, ki pripomore k enakomernejšemu nanašanju premazov, saj premazu daje večjo voljnost. Našteti premazi, razen 11 in 12*, so nanešeni na suh apneni omet. Pri nanašanju premaza na suh omet imamo možnost, da premaz s čopičem enakomerno razvlečemo po površini, ker je na ometu pri karbonatizaciji nastala skorjica, ki onemogoča prehitro sušenje nanešenega premaza.
3. da imajo najboljšo vezivno moč naslednji vzorci: 1, 1*, 2, 3, 3*, 4, 4*, 5, 5*, 6*, 7, 7*, 8, 8*, 11, 11*, 12, 12*, 20, 21, 22, 23, 23*, 24, 24*, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 31*, 33, 33*, 34, 34*, 35, 35*, 36, 36*. Med vzorce z najboljšo vezivno močjo so se uvrstili predvsem premazi, ki so bili izdelani v fresco tehniki (predvsem na zariban omet) in premazi iz apnenega cveta na suh zariban omet.

4. da najmanj vpijajo vodo naslednji vzorci: 2, 2*, 3, 3*, 4, 4*, 5*, 6, 6*, 7, 7*, 8, 8*, 10*, 11, 11*, 12, 12*, 13, 13*, 14, 14*, 15, 15*, 16, 16*, 18, 18*, 19, 19*, 20, 20*, 21*, 22, 22*, 23, 23*, 24, 24*, 29*, 31*, 32*, 33, 33*, 34, 35, 36, 36*. Skoraj vsi naštetih vzorci so premazi, ki vsebujejo dodatna veziva.

Premazi, ki so nanešeni na suho podlago, dajejo ometu drugačne lastnosti kot tisti, ki so nanešeni na svežo podlago. Če uporabimo isti premaz določene barvne nianse za izvedbo v secco in fresco tehniki, lahko opazimo, da dobimo pri secco tehniki mnogo svetlejše nianse, kar je pri mešanju barv potrebno upoštevati.

Kot praktičen primer navajam poslikavo zvonika na Bohinjski Beli. Poslikava je bila izvedena v fresco tehniki okrog dve uri po nanosu finega ometa. S poslikavo v tej tehniki običajno ni mogoče doseči čistih tonov. Zaradi premajhne izkušnosti pa smo želeli čistost tonov doseči z naknadnim premazom iste mešanice naslednji dan. Toda že po desetih minutah drugega nanosa smo opazili, da ta premaz v primerjavi s prejšnjim preveč svetli, tako da smo to željo opustili. Na sliki 52 se vidi razlika med poslikanimi kvadrati na desni in levi strani. Leva stran (temna) je poslikana na svež omet, desna (svetla) pa prvič na svež in drugič na en dan star omet.



Slika 52: Poslikava na svež in en dan star omet (ura na zvoniku cerkve na Boh. Beli)

Premazi v secco tehniki dosegajo tudi slabšo vezivno moč, se bolj brišejo in imajo manjšo sposobnost vezanja pigmenta, v primerjavi s fresco tehniko.

Kljub temu v praksi slikopleskarske stroke, pri zaščiti ometov, apnenih premazov skoraj nihče ne nanaša v fresco tehniki, saj je z niansiranimi premazi zelo težko doseči čiste tone, še posebej na velikih površinah, kjer pride do preslojevanja nanosa (slika 53). Tudi glede jakosti barve se običajno v praksi pojavljajo želje po nežnih pastelnih odtenkih, kar pa je mogoče doseči tudi z apnenim premazom na suh omet, tako da ni težav glede vezave pigmenta.

V primeru, da je potrebno omet obarvati v temnem tonu, je priporočljivo, da se premaz nanese v fresco tehniki, če gre to za nov omet, sicer pa je apnenemu premazu potrebno vmešati dodatno vezivo v predpisanih deležih. Na ta način lahko zagotovimo apnenemu ometu primeren izgled, vezavo niansiranega premaza na podlago in samega s sabo ter normalno izvedbo. To lahko trdim za manjše površine, kot so razne poslikave na primer: šivani vogali na starih hišah, cerkvenih zvonikih ipd. Za površine večje od omenjenih pa nimam izkušenj.



Slika 53: Prikaz poslikave v fresco tehniki (toni niso čisti)

Med opazovanimi vzorci sem bil zelo pozitivno presenečen nad premazi s kazeinom. Ti premazi se lepo – voljno nanašajo na podlago in z njimi lahko dosežemo zelo lep izgled, ne glede na tehniko nanašanja. Tudi rezultati vodovpojnosti so zelo dobri.

Pri mojih raziskavah so v veliki večini dosegali boljše lastnosti apneni premazi z dodatkom kazeina, v primerjavi s tistimi z dodatkom firneža. V slikopleskarski praksi sem kot dodatno vezivo vedno zasledil le uporabo firneža. Zato se sprašujem, ali bi lahko tu nastala težava pri nanašanju premaza na velikih površinah ali pa leži problem v obstojnosti tovrstnih premazov.

4 ZAKLJUČEK

Apno je res zelo zanimiv naravni material, saj ga je v gradbeništvu mogoče uporabiti za številne funkcije kot so: nosilni elementi, vezni del nosilnih elementov, izravnalni material, zaščitni sloj nosilnega dela in kot material, ki dopolni estetski del celotnega objekta. Kot sem v diplomski nalogi že večkrat omenil, niso vsa apna enaka, saj se med seboj razlikujejo tako po izvoru surovine kot tudi po načinu pridobivanja. Kot drugo pa vemo, da vsa apna niso primerna za vsak namen uporabe. To smo potrdili tudi s primerjavo rezultatov preiskav materialov iz različnih apen, ki so bile opravljene v okviru te diplomske naloge.

Za apna, ki jih želimo uporabiti za zidanje, je bolj pomembna njihova nosilnost kot pa duktilnost, saj so v svoji funkciji podvrženi relativno visokim napetostim. Apna, ki služijo kot vezivo malt za izravnavo in zaključni sloj ometa pa morajo biti bolj duktilna, saj bi se v nasprotnih primerih pojavljale razpoke.

Preiskave sovisnosti med enoosno tlačno napetostjo in deformacijo (diagrami σ - ϵ) malt, izdelanih iz obravnavanih šestih vrst apen (A-1 do A-6) so pokazale, da doseže največjo tlačno trdnost malta iz apna A-1, njena duktilnost pa je v sredini intervala duktilnosti obravnavanih apnenih malt. Malta iz apna A-2 pa izstopa s svojo visoko duktilnostjo, največjo izmed obravnavanih malt, relativno bolj duktilno obnašanje pa je značilno tudi za malto iz apna A-6. Primerjava σ - ϵ sovisnosti 60 dni in 90 dni starih apnenih malt pokaže, da apnena malta v času enega meseca več pridobi na tlačni trdnosti kot na duktilnosti: prirastek tlačne trdnosti se giblje med 1 in 14%.

Zelo zanimivo je obnašanje apnenih malt, ki sta izdelani iz istega gašenega apna v prahu, le da je bilo pri drugi malti kot vezivo uporabljeno gašeno apno, ki smo ga zamešali v vodo in pustili, da odležava tako en mesec, prva malta pa je bila izdelana z neodležanim apnom. Malta, izdelana z odležanim apnom je dosegla višje tlačne trdnosti in sicer za dobrih 11% pri 60 dni in dobrih 5% pri 90 dni starih vzorcih. Razlog za višjo tlačno trdnost apnene malte iz odležanega apna je najverjetneje izboljšana obdelavnost malte, zato smo pri tej malti za enako obdelavnost potrebovali manj vode. To je razvidno tudi iz rezultatov razleza na stresalni mizici, ki je bil pri enaki obdelavnosti pri malti iz odležanega apna manjši kot pri malti iz neodležanega apna.

Primerjava tlačnih trdnosti malt izdelanih iz hidratiziranega apna v prahu in tistih, izdelanih iz apnenega testa pridobljenega z gašenjem živega apna na tradicionalen način pokaže, da dosegajo malte iz na tradicionalen način gašenih apen višje tlačne trdnosti.

Kar se tiče vodovpojnosti obravnavanih apnenih malt sem ugotovil, da je njihova vodovpojnost največja na začetku preskusa, to je praviloma v prvih 90. minutah, potem pa se vpijanje vode močno upočasni, tako da se količina vpite vode med 90. minutami in 24. urami poveča le za spoznanje. Med obravnavanimi maltami ni večje razlike v vodovpojnosti, saj se njihova vodovpojnost po 24. urah razlikuje največ za 13% (glede na apneno malto z najnižjo vodovpojnostjo). Menim, da bi bilo potrebno v prihodnje preučiti, kakšen vpliv na vodovpojnost imata čas odležavanja tradicionalno gašenega apna in količina vode v apnenem testu, česar v svoji diplomski nalogi nisem obravnaval.

Drugi del lastnih preiskav v okviru diplomske naloge predstavljajo preiskave 72. različnih vzorcev fasadnih sistemov. Dobljene rezultate lahko strnemo v naslednje ugotovitve:

Vodovpojnost fino zaribanega ometa je večja od vodovpojnosti zaglajenega, zaradi tehnike izdelave. Ta vpliv je tako močan, da tudi po nanosu apnenega premaza brez dodatkov prevlada nad vplivom premaza. Če pa omet premažemo z apnenim premazom, ki vsebuje dodatke (kazein ali firnež), pa vpliv fino zaribanega ometa ni več prevladujoč. Velja ravno obratno: na grobi podlagi ostane debelejši sloj premaza, ki ustvari bolj kompaktno površino z manjšo vodovpojnostjo kot pri gladkem ometu.

Če primerjamo koeficiente vodovpojnosti ometov premazanih z apnenimi premazi, ki vsebujejo dodatke vidimo, da pronicanje vode v zariban omet najbolj prepreči premaz s kazeinom 2, nato premaz s kazeinom 1, s firnežem in nazadnje premaz brez dodatkov. Ta vrstni red velja ne glede na tehniko nanašanja.

Če primerjamo iste premaze na zaglajenem ometu, tak vrstni red velja le pri fresco tehniki, kjer premazi vsebujejo pigment, pri ostalih primerih pa so učinki premazov zelo različni. V vseh primerih pa je očiten pozitiven vpliv dodatkov na zmanjšanje vodovpojnosti premazov.

Na podlagi lastnih preiskav sem ugotovil tudi:

- da se na apneno podlago najlažje nanašajo premazi iz apnenega cveta v fresco tehniki, ne glede na vrsto uporabljenega dodatka;
- da je najlepši izgled mogoče doseči s premazi, ki vsebujejo kazein, v večini primerov na suh omet;

- da imajo najboljšo vezivno moč predvsem premazi, ki so bili izdelani v fresco tehniki (predvsem na zariban omet) in premazi iz apnenega cveta na suh zariban omet.

Na koncu bi še enkrat poudaril, da smo zaradi velikega števila parametrov, katerih vpliv smo ugotavljali, izbrali relativno majhne dimenzije vzorcev fasadnih sistemov. Odgovor na vprašanje, kako realni so rezultati preiskav na vzorcih majhnih dimenzij, izdelanih in odležanih v konstantnih pogojih okolja, nam lahko dajo le preiskave na dovolj velikih poskusnih poljih izdelanih na podlagi istih receptur, ki se nahajajo v realnih pogojih okolja.

VIRI

Altamira Cave Paintings

<http://www.thenagain.info/WebChron/Prehistory/Altamira.CP.html> (07.06.2006)

www.airynothing.com/photos/nyc/pics/nhm_cavepaint.jpg (07.06.2006)

Baroš, V. 2004. Fizikalne in mehanske karakteristike zgodovinskih apnenih malt kot izhodišče za zasnovu kompatibilnih malt za njihovo obnovo. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za gradbeništvo, Konstrukcijska smer: 108 str

Buti J. M. 1944. Tehnologija kreča, SSSR: 30 str. V srbski jezik prevedel Denić Vladimir, Beograd: 30 str

Grobovšek J. 2005. Apno - že od nekdaj in aktualno danes. Gradbenik. 11, 10-12.

Kosovel, M. 2000. Trajnostna obnova apnenih ometov. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za gradbeništvo, Konstrukcijska smer: 66 str

Kraigher – Hozo, Metka. 1991. Slikarstvo. Sarajevo: 685 str.

Kregar R. 1947. Naš kamen – 1. del: Naravni in umetni kamen za tehniko in okras, Ljubljana: »Naš dom« Gradbena strokovna založba v Ljubljani: str. 43-47.

Kregar R. 1947. Naš kamen – 2. del: Žgani kamen apno in opeka, Ljubljana: »Naš dom« Gradbena strokovna založba v Ljubljani: 131 str.

Križnar A. 2004. Slog in tehnika srednjeveškega stenskega slikarstva na slovenskem. Doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Oddelek za umetnostno zgodovino.

128 Kikelj K. 2006. Vpliv vrste apna, dodatkov in tehnik izdelave na karakteristike apnenih fasad.
Dipl. nal. - VSŠ. Ljubljana, UL, FGG, Odd. za gradbeništvo, smer operativno gradbeništvo.

Osredkar R. 2001. Čudežni prah. Življenje in tehnika. Junij 2001, 12-13

Ošterk J. 1959. Soboslikarsko ličilački priručnik, Zagreb: 283 str.

Priprava živoapnene malte

http://www.ocra.si/zidarstvo/priprava_zivoapnene_malte.pdf (15.05.2006)

RILEM. Comision 25- PEM. Protection et erosion des monuments

SIST EN 1015-3. Določitev konsistence sveže malte z metodo razleza na stresalni mizici

SIST EN 1015-11. Določitev upogibne in enoosne trdnosti tlačne malte

SIST EN 1015-18:2004. Določitev koeficienta kapilarnega vpijanja vode strjene malte

Žganje apna

<http://www.foto-slovenija.com/galerija/displayimage.php?pos=-457> (05.06.2006)