

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*



Univerzitetni program Gradbeništvo,
Komunalna smer

Kandidat:

Matjaž Hegeduš

Analiza produktivnosti opaževanja s sistemom Epic Eco

Diplomska naloga št.: 3181

Mentor:
izr. prof. dr. Jana Šelih

Ljubljana, 4. 7. 2011

ERRATA

| Stran z napako | Vrstica z napako | Namesto | Naj bo |
|----------------|------------------|---------|--------|
|----------------|------------------|---------|--------|

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani Matjaž Hegeduš izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom »Analiza produktivnosti opaževanja s sistemom Epic Eco«.

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici.

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v repozitoriju UL FGG.

Ljubljana,

(podpis kandidata)

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK: 338.312:004.42 (043.2)

Avtor: Matjaž Hegeduš

Mentor: izr. prof. dr. Jana Šelih

Naslov: Analiza produktivnosti opaževanja s sistemom Epic Eco

Obseg in oprema: 98 str., 7 pregl., 41 sl., 13 gr.

Ključne besede: opazni sistem, normativ za opazna dela, kompozitna plastika, tesarska dela

Izvleček:

Opazna tehnika je skozi leta postala vse bolj izpopolnjena in zahtevna. Podjetja z gradbeno opremo so razvila različne sisteme opažev, s katerimi se srečujejo na tržišču.

Epic Eco in njegova izpeljanka Epic Eco Sky Speed sta razmeroma nova sistema, ki se vedno znova razvijata in dopolnjujeta z novimi elementi. Ti elementi olajšajo njihovo uporabo in omogočajo hitrejšo izvedbo opažne konstrukcije. Če imamo natančno izdelane normative, se iz njih jasno vidi, na katerem segmentu je potrebno iskati nove rešitve in razvoj usmerjati v tej smeri.

Iz normativov je mogoče planiranje resursov, se pravi količina opaža, ki je potrebna za izdelavo konkretnega objekta. Prav tako je mogoče planiranje prevozov in organizacija le- teh, določitev števila dvigal na gradbišču in njihova postavitve in ne nazadnje tudi število ljudi, ki je potrebno za izvajanje posameznih faz.

Pomemben vidik je planiranje cen za gradbena dela, in sicer tako v vlogi dajanja ponudb za podjetja, ki izposojajo opaž, kot tudi v vlogi izvajalcev, ki iščejo cenovno optimalno rešitev.

Normativi imajo prav tako vlogo kontrole porabe časa in organizacije posameznih del.

Skozi to diplomsko nalogo sem poizkušal vzpostaviti realistični model, ki bo zajemal dejavnike, ki vplivajo na hitrost opaževanja in določiti normative čase za posamezna tipična dela z opaži (opažanje sten, stropov, temeljev, stebrov).

Prav tako je potrebno upoštevati delovne pogoje pri samem delavnem procesu, saj delo poteka na odprtem prostoru in je sama norma sporna že sama po sebi, saj dejansko pogoji niso nikoli enaki in prav gotovo nikoli ne bo imela take vloge kot v industriji. Vendar se moramo nekako omejiti in določiti okvirje znotraj katerih motnje bistveno ne vplivajo na sam delovni proces.

Pri analizi gradbišč sem naletel na velik odklon od srednje vrednosti, zato je glavni cilj, da povečam opazovani vzorec in na ta način izločim grobe napake gradbišč.

Sistem Epic Eco se je pokazal za zelo uporabnega, saj je material relativno lahek in s tem prinese vrsto prednosti.

Prav tako omogoča veliko število ponovitev opaževanja brez vzdrževalnih stroškov. Velika prednost sistema je lep končni izgled betonske površine. Kot glavno problematiko pa se je skozi analizo gradbišč izkazalo čiščenje opaža.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDC: 338.312:004.42 (043.2)

Author: Matjaž Hegeduš

Supervisor: Assist. Prof. Jana Šelih, Ph. D.

Title: Analiza produktivnosti opaževanja s sistemom Epic Eco

Notes: 98 p., 7 tab., 41 fig., 13 graph.

Key Word: formwork system, rate for formwork, composite plastic, carpenter works

Abstract:

Over the past years formwork technique has through the years become more and more advanced and demanding. The construction equipment companies have developed different systems of formwork and many different formwork systems exist today on the market that the construction companies can choose from. Epic Eco and its derivative Epic Eco Sky Speed are relatively new systems and are constantly developing and adding new elements, which make its use easier and speed up the process of making the formwork construction. If work rates, i.e. how many m² can be assembled in a unit of time, as known, we can see more clearly on which part of the work process we should focus our attention and develop new solutions. From the work rates, we can plan our resources; we can specify the quantity of the formwork required for the construction of the actual facility, plan the logistics- the organization of transportation of the material, we determine the number and the positioning of the cranes on the construction field, and finally, we also determine the number of people needed for the execution of individual work phases. Determining the price for the construction work is also an important aspect for the companies who lend the formwork and also for the contractors who aim at the favorable price solution. Rates have also a part in controlling the amount of time and organization of individual jobs. In my diploma thesis I will develop a realistic model that will include the factors influencing the speed of form-working. I will also try to determine the time rates for typical individual works with formworks; the form-working of walls, ceiling, foundations, pillars ... Here, we have to account for the working conditions of working process. The work takes place outside and so the rate itself is relative as the conditions are never the same. As such, the rate will never be as important as it is in the industrial sectors, where it is easier to set and is less variable. But it is important that we limit ourselves and determine the frame within which the various disturbances will not have a significant influence on the process of work. While I was analyzing the sites, I found big differences between average values. This was the main reason why I increased the number of sites.

System Epic Eco is very useful because the material is relatively light and this fact brings a lot of advantages. With system Epic Eco we can also do many repeats of formworking without maintenance costs. Big strength is nice final look of concrete surface. Through analysis I found that big disadvantage is cleaning elements after use.

ZAHVALA

**Kaj je trše od kamna, kaj je mehkejše
od vode? A vendar voda izdolbe
kamen, če pogosto pada nanj.
(Ovidij)**

Zahvaljujem se mentorici izr. prof.dr. Jani Šelih za strokovno pomoč in usmerjanje pri izdelavi diplomske naloge.

Zahvaljujem se vsem v podjetju Epic d.o.o. , da so mi omogočili in priskrbeli vse potrebne podatke za analizo. Pri izdelavi diplomske naloge so mi zaupali marsikatero praktično izkušnjo in nudili vso strokovno pomoč.

Posebna zahvala gre moji družini, ki mi je nesebično stala v oporo ves čas mojega šolanja. Hvaležen sem vsem prijateljem in sošolcem, saj je vsak izmed njih doprinesel v mozaik moje osebnosti. Posebej velik del tega mozaika gre dekletu Tini Pajnič.

Vsem še enkrat velika HVALA.

KAZALO VSEBINE

| | |
|---|-----------|
| 1 UVOD | 1 |
| 1.1 Opredelitev problema | 1 |
| 1.2 Namen..... | 2 |
| 2 SPLOŠNO O OPAŽIH | 4 |
| 2.1 Lastnosti opažev..... | 4 |
| 2.1.1 Nosilnost in stabilnost opaža | 5 |
| 2.1.2 Mejno stanje uporabnosti | 5 |
| 2.1.3 Zaščita pred zunanjimi vplivi | 5 |
| 2.2 Zgodovinski pregled..... | 6 |
| 2.2.1 Zgodovina opažev in betona | 6 |
| 2.2.2 Razvoj opažev skozi čas | 7 |
| 3 OPAŽNI SISTEMI EPIC ECO..... | 16 |
| 3.1 Predstavitev podjetja Epic | 16 |
| 3.2 Predstavitev Epic Eco steklo-vlaknenih opažev..... | 18 |
| 3.2.1 Tehnični opis Epic Eco..... | 18 |
| 3.2.2 Majhna teža in namenska uporabnost | 19 |
| 3.2.3 Modularnost in fleksibilnost elementov | 19 |
| 3.2.4 Praktičnost prevažanja..... | 20 |
| 3.2.5 Ekologija in reciklaža elementov | 21 |
| 3.2.6 Kakovost opaženja | 21 |
| 3.2.7 Cenovni vidik..... | 22 |
| 3.2.8 Kakovost vgrajenih materialov | 23 |
| 3.3 Risanje opažnih načrtov | 23 |
| 3.3.1 EuroSchal za stene | 25 |
| 3.3.2. Risanje v AUTOCADu | 29 |
| 3.4 Aplikacije uporabe opažnega sistema Epic Eco..... | 30 |
| 3.4.1 Pravilen potek sestavljanja Epic Eco opaža | 30 |
| 3.5 Opažni sistem Epic Eco Sky Speed | 43 |
| 3.5.1 Pravilen potek sestavljanja Epic Eco Sky Speed..... | 46 |
| 3.6 Vzdrževanje Epic Eco opaža | 50 |
| 4 NORMATIVI..... | 51 |
| 4.1 Pojem normativa / pojem norma..... | 51 |
| 4.2 Vrste gradbenih normativov: | 51 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 4.2.1 | Normativ dela ljudi..... | 52 |
| 4.2.2 | Normativ materiala..... | 65 |
| 4.2.3 | Normativ dela strojev | 66 |
| 4.3 | Namen normativov..... | 68 |
| 4.4 | Struktura časa v normativu dela | 68 |
| 4.4.1 | Delitev delovnega časa | 68 |
| 4.4.2 | Način merjenja porabe delovnega časa | 70 |
| 4.5 | Kako se določajo normativi? | 70 |
| 4.5.1 | Normiranje porabe časa | 71 |
| 5 | ANALIZA NORMATIVOV NA PODLAGI TERENSKIH RAZISKAV GRADBIŠČ..... | 71 |
| 5.1 | Normiranje | 73 |
| 5.1.1 | Določanje normativov za temelje: | 74 |
| 5.1.2 | Določanje normativov za stene:..... | 80 |
| 5.1.3 | Določanje normativov za stebre: | 83 |
| 5.1.4 | Določanje normativov za strop: | 86 |
| 6 | ZAKLJUČKI..... | 92 |
| 6.1 | Zaključek analize produktivnosti opaženja za temelje | 92 |
| 6.2 | Zaključek analize produktivnosti opaženja za stene do višine 280cm | 93 |
| 6.3 | Zaključek analize produktivnosti opaženja za stebre | 94 |
| 6.4 | Zaključek analize produktivnosti opaženja stropnega opaža | 94 |

KAZALO PREGLEDNIC

| | |
|---|----|
| Preglednica 1: Kot trenja med betonom in opažem..... | 40 |
| Preglednica 2: Časi, izmerjeni za posamezne faze procesa opaževanja, za opazovani vzorec 5 gradbišč (Temelji do višine 70cm)..... | 76 |
| Preglednica 3: Časi, izmerjeni za posamezne faze procesa opaževanja, za opazovani vzorec 5 gradbišč (Temelji nad višino 70 cm) | 78 |
| Preglednica 4: Časi, izmerjeni za posamezne faze procesa opaževanja, za opazovani vzorec 16 gradbišč (opaževanje sten do višine 280 cm)..... | 81 |
| Preglednica 5: Časi, izmerjeni za posamezne faze procesa opaževanja, za opazovani vzorec 5 gradbišč (opaževanje stebrov do višine 280 cm)..... | 84 |
| Preglednica 6: Časi, izmerjeni za posamezne faze procesa opaževanja, za opazovani vzorec 11 gradbišč (opaževanje stropa do višine 3,5 m)..... | 87 |
| Preglednica 7: Časi, izmerjeni za posamezne faze procesa opaževanja, za opazovani vzorec 6 gradbišč (opaževanje stropa višine od 3,5 m do 5,20 m)..... | 90 |

KAZALO SLIK

| | |
|---|----|
| Slika 1: Slika kupole Panteona, ki je bila narejena iz takratnega betona..... | 6 |
| Slika 2: Gradnja opaža sten z lesenimi nosilci in deskami..... | 8 |
| Slika 3: Postavljen tradicionalen lesen opaž za stene, nosilno vezno sredstvo so..... | 9 |
| Slika 4: Tipski elementi jeklenega systemskega opaža proizvajalca Faresin..... | 10 |
| Slika 5: Vezni material za spajanje elementov, ki se oblikovno razlikujejo med sistemi..... | 10 |
| Slika 6: Jekleni systemski opaž | 11 |
| Slika 7: Kompozitni opaž za okrogle stebre..... | 13 |
| Sliki 8 in 9: Steklo-vlakneni opaž za stene in strop..... | 14 |
| Slika 10: Sestavljanje elementov opaža, v katerega se kasneje ulije beton..... | 15 |
| Slika 11: Izolativne betonske (cementne) forme so sistem gradnje za stanovanjske, industrijske ter ostale objekte..... | 16 |
| Slika 12: Sestavljanje opaža Epic Eco..... | 18 |
| Slika 13: Elementi Epic Eco: 140/70 (osnovni element), 140/50, 140/40, 140/30..... | 20 |
| Slika 14: Elementi se lepo modularno zložijo pri transportu..... | 20 |
| Slika 15: Površina betona, ki je bil zaopažen z Epic Eco opažem..... | 21 |
| Slika 16: Stropi narejeni z opažem Epic Eco Sky Speed | 22 |
| Slika 17: Pretok informacij pomembnih pri grajenju..... | 24 |
| Slika 18: Diagram toka študije tehnoloških rešitev..... | 25 |
| Slika 19: Načrt objekta, razdeljen v faze betoniranja, in pogovorno okno, v katerem določamo način opaženja..... | 27 |
| Slika 20: Ročno popraviljanje opažnega načrta..... | 28 |
| Slika 21: Izpis potrebnega materiala za opaž porazdeljen po fazah in skupne količine..... | 29 |
| Slika 22: Potek opaženja za stene z Epic Eco..... | 32 |

| | |
|--|----|
| Slika 23: Potek opaženja za stene z Epic Eco..... | 33 |
| Slika 24: Potek opaženja za stene z Epic Eco..... | 34 |
| Slika 25: Potek opaženja za stene z Epic Eco..... | 35 |
| Slika 26: Betoniranje temeljev opaženih z Epic Eco sistemom..... | 36 |
| Slika 27: Razporeditev navpičnega in vodoravnega pritiska na opaž..... | 38 |
| Slika 28: Spreminjanje pritiska sveže betonske mešanice z višino..... | 39 |
| Sliki 29 in 30: Sliki prikazujeta vpliv vertikalnega pritiska glede na naklon opaža..... | 40 |
| Slika 31: Speed nosilec narejen iz kompozitne plastike, okrepljen s steklenimi vlakni..... | 44 |
| Slika 32: Potek opaženja za strop z Epic Eco Sky Speed..... | 47 |
| Slika 33: Potek opaženja za strop z Epic Eco Sky Speed..... | 48 |
| Slika 34: Potek opaženja za strop z Epic Eco Sky Speed..... | 49 |
| Slika 35: Delitev na tri glavne skupine normativov..... | 52 |
| Slika 36: Delitev faktorjev, ki vplivajo na človeka v proizvodnji..... | 53 |
| Slika 37: Prikazuje zunanje vplive na človeka v proizvodnji..... | 54 |
| Slika 38: Biološko-psihološki vplivi na človeka v proizvodnji, ki so večinoma regulabilni..... | 58 |
| Slika 39: Organizacijsko-sociološki vplivi na človeka v proizvodnji, ki so večinoma regulabilni..... | 62 |
| Slika 40: Prikaz delitve materialov v gradbeništvu..... | 65 |
| Slika 41: Splošna delitev delovnega časa..... | 69 |

KAZALO GRAFIKONOV

| | |
|---|----|
| Grafikon 1: Grafikon, ki ga podjetje Epic uporablja za določanje hitrosti betoniranja..... | 42 |
| Grafikon 2: Povprečni deleži časov za posamezna dela v skupnem času, za opažanje temeljev do višine 70 cm | 76 |
| Grafikon 3: Prikaz porabe časa na enoto mere opaža, pri izdelavi opaža za temelje do višine 70cm..... | 77 |
| Grafikon 4: Povprečni deleži časov za posamezna dela v skupnem času, za opažanje temeljev nad višino 70 cm | 77 |
| Grafikon 5: Prikaz porabe časa na enoto mere opaža pri izdelavi opaža za temelje nad višino 70 cm..... | 79 |
| Grafikon 6: Povprečni deleži časov za posamezna dela v skupnem času, za opažanje sten do višino 280 cm..... | 82 |
| Grafikon 7: Prikaz porabe časa na enoto mere opaža, pri izdelavi opaža za stene do višine 280 cm..... | 82 |
| Grafikon 8: Povprečni deleži časov za posamezna dela v skupnem času, za opažanje stebrov do višine 280 cm..... | 84 |
| Grafikon 9: Prikaz porabe časa na enoto mere opaža, pri izdelavi opaža za stebre do višine 280 cm..... | 85 |
| Grafikon 10: Povprečni deleži časov za posamezna dela v skupnem času, za opažanje stropa do višine 350 cm..... | 88 |

| | |
|---|----|
| Grafikon 11: Prikaz porabe časa na enoto mere opaža pri izdelavi opaža za strop do višine 350 cm..... | 88 |
| Grafikon 12: Povprečni deleži časov za posamezna dela v skupnem času, za opažanje stropa višine od 350 cm do 520 cm..... | 90 |
| Grafikon 13: Prikaz porabe časa na enoto mere opaža, pri izdelavi opaža za strop višine od 350 cm do 520 cm..... | 91 |

1 UVOD

1.1 Opredelitev problema

Opaževanje je ena od pomembnih dejavnosti pri gradnji armiranobetonskih objektov. Hitrost in kakovost le-tega vplivata tako na hitrost (in s tem učinkovitost) gradnje kot na kakovost in končni izgled objekta. Zato je skozi leta opažna tehnika postala vse bolj izpopolnjena in zahtevna, različni proizvajalci pa so razvili različne sisteme opažev. Konkurenčnost teh podjetij je močno odvisna od tehnične podpore kupcem (gradbenim izvajalcem), zato morajo proizvajalci opažnih sistemov skrbno definirati tehnike sestavljanja opažev na gradbišču. Dandanes vse pogosteje v praksi srečujemo poslovni model, kjer gradbeni izvajalec opažni sistem najame, kar pomeni, da mora proizvajalec opaža še toliko bolj slediti uporabi opažnih sistemov na gradbišču in sodelovati pri planiranju gradbenih del.

Iz normativov, ki jih podajo proizvajalci opažnih sistemov, je mogoče planiranje resursov, se pravi količina opaža, ki je potrebna za izdelavo konkretnega objekta. Prav tako je mogoče planiranje prevozov in organizacija le- teh, določitev števila dvigal na gradbišču in njihova postavitvev in ne nazadnje tudi število ljudi, ki je potrebno za izvajanje posameznih faz. Normativi igrajo prav tako pomembno vlogo tudi v kontroli porabe časa in organizacije posameznih del.

Nadalje je pomemben vidik uspešnega poslovanja gradbenih izvajalcev, ki iščejo cenovno optimalno tehnološko rešitev, planiranje cen za gradbena dela. Da lahko svoje stroške uspešno planirajo, morajo pridobiti ustrezne ponudbe s strani podjetij, ki izposojajo opaž.

Epic Eco je eden izmed novejših opažnih sistemov, ki je na slovenskem tržišču prisoten slabih 10 let. Hiter razvoj in spreminjanje njegovih bistvenih gradnikov do sedaj nista dovoljevala oz. omogočala določanja realnih normativnih časov. Sprememba posameznega elementa je namreč lahko bistveno olajšala delo in s tem skrajšala normativni čas. V zadnjih letih se je sistem v osnovi dopolnil in izoblikoval, tako da se

razvojno bistveno ne bo spreminjal oz. se bo spreminjal zgolj za posamezne segmente opaženja. To pa je pogoj za sistematično zbiranje podatkov in na podlagi le-teh oblikovanja normativnega časa za delo z Epic Eco opaži. Poleg tega dosega ta opažni sistem znaten tržni delež v segmentu plastičnih opažnih sistemov. Sedaj bo potrebno veliko napora posvetiti pridobitvam najrazličnejših certifikatov in določanju normativov, saj je za potencialne kupce oz. uporabnike ta podatek eden izmed ključnih pri njihovem odločanju za sam nakup in uporabo tega opažnega sistema. Če so normativi natančno izdelani se iz njih jasno vidi, na katerem segmentu je potrebno opaž izboljšati oz. iskati nove rešitve in razvoj usmerjati v tej smeri.

1.2 Namen

Namen moje diplomske naloge je vzpostaviti realistični model, ki bo identificiral in ovrednotil dejavnike, ki vplivajo na hitrost opaženja in določiti normativne čase za posamezna tipična dela z opaži (opažanje sten, stropov, temeljev, stebrov...) za opažni sistem Epic Eco. V preteklosti se je namreč pokazalo, da je sicer realno mogoče ob optimalnih pogojih dosegati zelo dobre čase postavljanja opaža, vendar pa se potem to v praksi oz. na gradbiščih ni uresničilo.

Pri opazovanju časovnega poteka del zlasti na večjih gradbiščih se pojavljajo podobni modeli razporejanja časov, ki jih lahko razdelimo na:

- Začetni čas: Čas namenjen za pripravo na delo, raztovarjanje opaža,...
- Pripravljalni čas: Pripravljalni čas ni ravno proizvodni čas, vendar služi funkciji proizvodnje, kot npr. branje načrtov, preverjanje dimenzij, kontrola vodoravnosti terena, napotki delovodje,...
- Tehnološki čas: Tehnološki čas je čas, kjer se efektivno dela, v našem primeru je to postavljanje opaža.
- Dodatni čas: Dodatni čas je namenjen za odmore med delovnimi procesi in glavni odmor za malico. V dodatni čas je tudi upoštevan čas nepredvidenih zastojev zaradi okvar naprav, izpada električne energije in podobno.
- Zaključni čas: Je čas, ki je namenjen za sama zaključna dela pri postavljanju npr. zapiranje z lesom tam, kjer ni mogoče najti systemske rešitve pri demontaži pa npr. čiščenje opaža, nakladanje na kamion,...

Prav iz tega je mogoče sklepati, da tehnološki čas ni enak skupnemu času, ampak je le del celotnega procesa, zato se v praksi ni nikoli dosegalo normativnih časov, ki so bili doseženi s strani podjetja podjetja Epic.

Prav tako je potrebno upoštevati delovne pogoje pri samem delavnem procesu, saj delo poteka na odprtem prostoru in je norma sporna že sama po sebi, saj dejanski (klimatski, terenski itd.) pogoji niso nikoli enaki in prav gotovo nikoli ne bo imela take vloge kot v industriji. Vendar se moramo nekako omejiti in določiti okvirje, znotraj katerih motnje bistveno ne vplivajo na sam delovni proces.

Normalni delovni pogoji so:

- dobra vidljivost
 - normalen nivo čistosti zraka (brez strupenih plinov)
 - neprekoračen nivo hrupa
 - normalna delovna temperatura (za gradbeništvo: 10 – 30° C)
 - normalne vetrovne razmere
- (Pšunder, Klanšek, Šuman, 2008).

V kolikor tem delovnim pogojem ni zadoščeno, je potrebno korigirati normative oz. je potrebno dobljene čase ustrezno popraviti.

Poleg zgoraj naštetih merljivih pogojev in omejitev moramo upoštevati pri delu z opaži tudi ergonomične vidike. Tako na primer lahko ugotovimo, da je Epic Eco uporabniku prijazen opaž, saj tehta najtežji element okoli 17 kg, kar olajša njihovo manipulacijo. Delo z njim je bistveno prijetnejše kot pa s težkimi železnimi opaži, ki jih je kljub dvigalom potrebno ročno premakniti in postaviti na mesto.

Kljub temu ugotovimo, da lahko neustrezno obremenjevanje delavcev vodi k njihovi izčrpanosti ter posledično k napakam pri delu in delovnim nesrečam. Zato je potrebno ovrednotiti tudi zahtevnost dela. Ker je ta podatek subjektiven in se direktno ne izraža z merljivimi podatki, bom podatke, ki jih potrebujem za analizo, pridobil s pomočjo vprašalnika, ki je namenjen vodjem gradbišč in delavcem.

Metode raziskovanja, ki jih bom uporabil pri delu so:

- Metoda deskripcije
- Izvedba ankete in analiza vprašalnika
- Študij literature (preučevanje različnega gradiva)
- Analiza že obstoječih podatkov za gradbišča

2 SPLOŠNO O OPAŽIH

Opaž je pomožna konstrukcija z nalogo formiranja s projektom predvidenih stalnih betonskih elementov. Njegova naloga je, da ohrani obliko in stabilnost med statičnimi in dinamičnimi vplivi sveže betonske mešanice in njene vgradnje.

Prav tako mora opaž ščititi pred morebitnimi škodljivimi vplivi okolice na svežo betonsko maso, in to vse do takrat, dokler se le-ta ne strdi in prevzame svoje projektne trdnosti in drugih karakteristik betona. Da voda iz sveže betonske mešanice ne bi izhlapevala, morajo sosednji opažni elementi kar najbolje medsebojno nalegati.

Elementi pa morajo biti v tehničnem smislu iz vodo nepropustnega materiala.

Površinski izgled, in s tem posredno tudi kakovost betona, je direktno povezana s kakovostjo opaža. Pri izdelavi opaža vsakega konstruktivnega elementa morajo biti organizacija, oprema in projekt za izvajanje betonsko-tesarskih del usklajeni s projektom konstrukcije in projektom betona (Ćirović, Mitrović, 2008).

2.1 Lastnosti opažev

Pravilno projektirani in izvedeni opaži morajo imeti naslednje lastnosti:

- Ustrezna nosilnost in stabilnost opaža
- Ustrezno mejno stanje uporabnosti
- Ustrezna zaščita pred zunanjimi vplivi

2.1.1 Nosilnost in stabilnost opaža

Opaž mora biti dovolj trden, da prenese predpisane obtežbe. Zagotavljati mora, da se med izvajanjem posameznih del ne premika in omogočati pravilno vgrajevanje armature, betona in drugih gradnikov na konstrukcijo.

Prenesti mora:

- Lastno težo opaža.
- Lastno težo sveže betonske mešanice in armature.
- Lastno težo delavcev in strojev, ki so potrebni za delo.
- Kopičenje sveže betonske mešanice oz. neenakomerno razporeditev mas.
- Dinamični vpliv vibriranja in betonske črpalke oz. dvigalne zajemalke.
- Vpliv sile, vetra ali druge lokalne zahteve, ki jo je potrebno upoštevati.

2.1.2 Mejno stanje uporabnosti

Opaž mora omogočati doseganje predpisanih stopenj dovoljenih toleranc same konstrukcije. Prav tako mora med in po betoniranju obdržati nedeformirano obliko oz. se mora ta deformacija nahajati znotraj dovoljenih toleranc.

2.1.3 Zaščita pred zunanjimi vplivi

Opaž ima nalogo varovanja sveže betonske mešanice, ko se le-ta začne strjevati, saj mora preprečiti prehitro izsuševanje. Da se lastnosti betona lokalno na površini ne spremenijo, opažna konstrukcija ne sme absorbirati vode. Končni izgled betonske površine bo tem lepši, čim lepša bo naležna površina opaža z betonom. Prav tako bo beton lepši, če bodo elementi čim bolj točno nalegali med seboj. To pa ni pomembno samo zaradi izgleda, saj je tudi kakovost betonske konstrukcije ob skrbno izvedenih stikih, s čim manj naknadnimi obdelavami, višja.

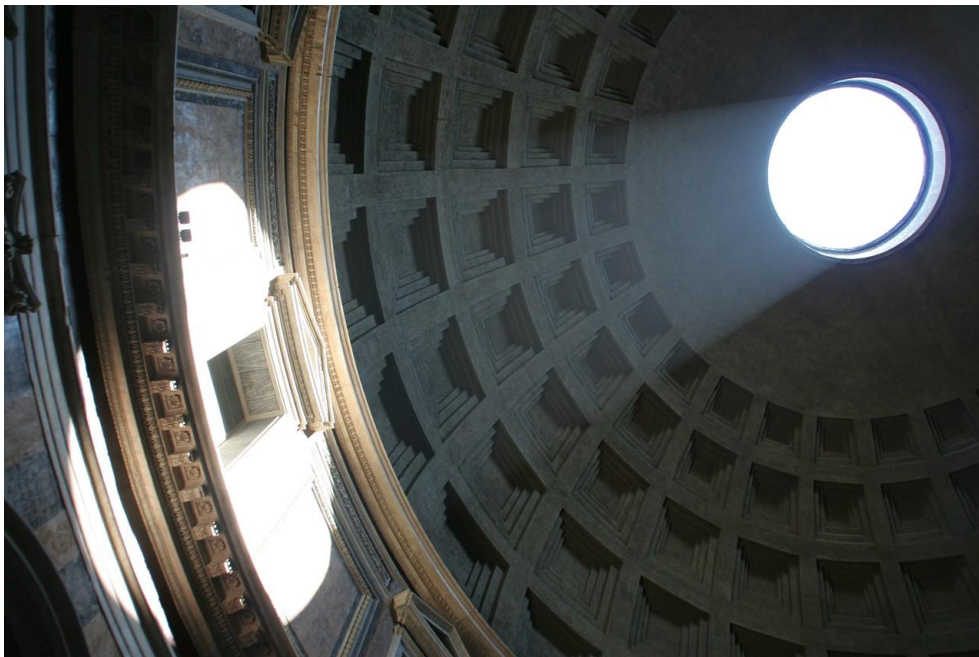
2.2 Zgodovinski pregled

2.2.1 Zgodovina opažev in betona

Zgodovina opaža je mnogo starejša kot beton sam, saj se je slepi opaž oz. nepravi opaž uporabljal že pred pojavom betona, in sicer pri gradnji obokov, kupol, akvaduktov, obočnih mostov, itd.

Obliko oz. način uporabe pa opaž dobi šele z iznajdbo betona.

Prvi gradbeni material, ki je imel lastnosti podobne današnjemu betonu, so iznašli Rimljani. Rimski beton je bil izdelan iz vode, peska, apna, pucolana in zdrobljene opeke. Dobro so poznali škodljive primesi in osebne lastnosti različnih vrst peska. Eden od najzgodnejših primerov betonskih stropov je bilo narejen s strani rimskih inženirjev. Beton zelo dobro prenaša tlačno obremenitev, hkrati pa zelo slabo natezne sile in torzijske obremenitve, zato morajo biti tudi oblike betonskih konstrukcij temu prilagojene. Srečamo obočne oblike, vute, itd. Najbolj poznan objekt iz tega časa je Panteon iz Rima.



Slika 1: Slika kupole Panteona, ki je bila narejena iz takratnega betona

(<http://www.dreamstime.com/stock-photography-pantheon-rome-image3032042>)

Impresivna kupola je izdelana iz takratnega betona. Za zalitje takega elementa z betonom je bilo najprej potrebno narediti začasne gradbene odre, nato pa narediti opaž oz. slepi opaž v obliki končne oblike zgradbe. Ta gradbena tehnika ni bila posebej delana za vlivanje betona, temveč je bila množično uporabljena v zidarstvu. Kasneje se zaradi kompleksnosti dela in omejene proizvodnje omenjenega materiala, beton, kot množični gradbeni material ne pojavlja vse do leta 1414, ko so v švicarskem samostanu našli opis rimskega betona in ga začeli izboljševati in razvijati (<http://en.wikipedia.org/wiki/Formwork>). Okrog leta 1850 so patentirali Portland cement. Njegova in nova znanja uporabe betona v kombinaciji z jekleno armaturo so dala gradbeništvu enega najbolj množičnih materialov na svetu. Armiran beton (v nadaljevanju tudi samo beton) ima odlične tlačne trdnosti, armatura v njemu pa prevzema tudi natezne in torzijske obremenitve. To je pomenilo, da je bilo mogoče uporabiti bistveno drznejše elemente kot do sedaj in arhitektura je dobila novo dimenzijo. Arhitekturnemu razvoju je moral slediti tudi razvoj opažev.

2.2.2 Razvoj opažev skozi čas

2.2.2.1 Tradicionalen lesen opaž

Opaž mora prevzeti v času gradnje natezne, kot tudi tlačne obremenitve. Les je naraven, pogost, cenovno sprejemljiv material, ki ima dobre trdnostne karakteristike in je enostaven za obdelavo.



Slika 2: Gradnja opaža sten z lesenimi nosilci in deskami. (<http://www.beodom.com>)

Prav zato ne preseneča, da je bil les prvi material, ki je bil uporabljen za delo opažev. Prvi leseni opaži so bili narejeni na gradbišču iz lesa, kasneje pa tudi iz različnih lesenih vezanih plošč. Lesen opaž je relativno enostavno narediti, vendar je to delo zamudno in ni primerno za večje objekte. Velik problem pri lesenemu opažu je tudi kakovost izgleda betonske površine, saj le-ta zelo varira glede na kakovost lesa oz. kolikokrat je bil ta les predhodno že uporabljen (Ćirović, Mitrović, 2008). Znano je, da leseni opaž nima možnosti večkratnega uporabljanja.

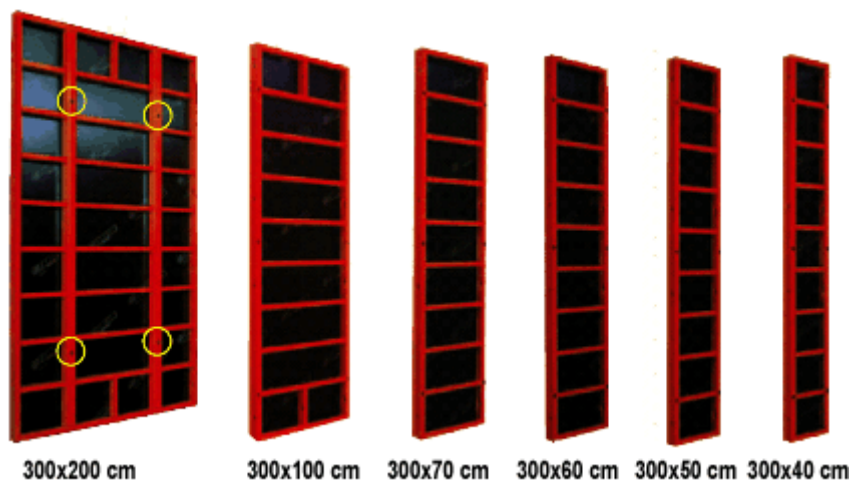


Slika 3: Postavljen tradicionalen lesen opaž za stene, nosilno vezno sredstvo so "žabice". (<http://www.beodom.com>)

Tudi danes se leseni opaž še uporablja, vendar predvsem tam, kjer je cena dela cenejša, saj je opaženje z lesom časovno zelo zamudno in zahteva relativno veliko delavne sile. Potrebno pa je pripomniti, da je leseni opaž še vedno najbolj fleksibilen in se ga pogosto uporablja v kombinaciji s sistemskim opažem, predvsem tam, kjer s sistemskimi opaži ni mogoče pripraviti ustrezne rešitve. Sliki 2 in 3 prikazujeta primere uporabe lesenega opaža.

2.2.2.2 Kovinski sistemski opaž

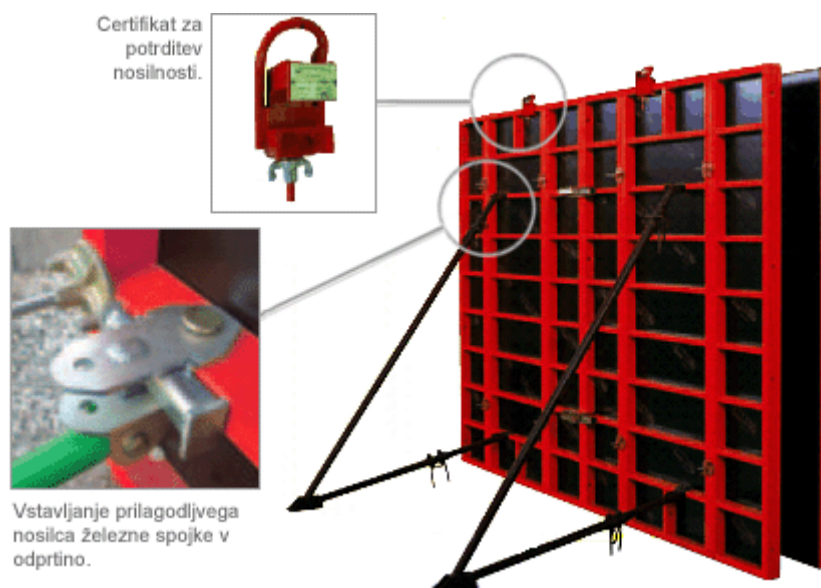
Ko so se betonska dela toliko razmahnila in je cena dela narasla, se je začelo iskati systemske rešitve. Industrija je iskala rešitve za univerzalne elemente, ki bi jih lahko poljubno spajali z veznim materialom in tako oblikovali opaž za želeno konstrukcijo. Tak opaž je narejen iz železnega ali pa aluminijastega okvirja, v katerega je vstavljeno polnilo. Polnilo je najpogosteje iz večslojnih vezanih plošč različnih debelin in različne končne obdelave. Poznamo pa tudi polnila iz umetnih mas, aluminija, jekla, itd. kar je različno od proizvajalca do proizvajalca (slike 4, 5, in 6).



Slika 4: Tipski elementi jeklenega systemskega opaža proizvajalca Faresin.
(<http://www.faresinbuilding.it>)



Slika 5: Vezni material za spajanje elementov, ki se oblikovno razlikujejo med sistemi.
Iz leve proti desni: Izravnalni primež in univerzalni primež proizvajalca Faresin.
(<http://www.faresinbuilding.it>)



Slika 6: Jekleni sistemski opaž (www.epic.si).

Tako je omogočil opaž oz. opažni sistem prehod na integriran industrijski način gradnje. Prednost opažnih sistemov je, da bistveno zmanjša čas montaže in demontaže, še posebej tam, kjer se segmenti logično nadaljujejo v večjih podobnih fazah. Opaža v tem primeru ni potrebno vsega razstaviti, ampak se celi sklopi ali njegovi deli prenesejo z dvigalom na naslednjo fazo. Prednost jeklenih sistemskih opažev je tudi v njihovi življenjski dobi, saj prenesejo velike obtežbe; okvir je skoraj neuničljiv, medtem ko je polnilo potrebno menjati vsakih 12-15 ciklov opaženja. Slabosti sistema so predvsem zelo visoka cena nakupa opaža (Ćirović, Mitrović, 2008). Tudi polnila so, če so narejena iz kvalitetnejših materialov, ki zagotavljajo kakovostno površino oz. vidne betone, kot so npr. umetne mase ali lesene vezane plošče s kvalitetno fenolno zaščito, relativno draga.

Danes se za opaženje v glavnem uporabljajo sistemski opaži, prav tako tudi sistemski fasadni in podporni odri. Samo s kvalitetno opremo je mogoče izvesti kvalitetne objekte, zato ji odgovorni gradbeni izvajalci že pri nabavi posvečajo osrednjo pozornost, opremo pa tudi redno in sistematično vzdržujejo in obnavljajo.

2.2.2.3 *Sistemska opaž iz umetnih mas*

Razvoj na področju sistemskih opažev gre predvsem v smeri preverjanja možnosti uporabe različnih novih materialov. Če se je pri jeklenih sistemih iskala pot, kako čim hitreje postaviti in razstaviti opaž, je pri razvoju opažev iz umetnih mas glavno vodilo pri izbiri opažnega materiala čim nižja cena sistema, saj lahko s tem gradbeni izvajalec bistveno zmanjša stroške svojega dela.

Posebno pozornost velja posvetiti kompozitni plastiki, ki že uspešno izpodriva uporabo kovin v avtomobilski in letalski industriji, počasi pa tudi na področju opažnih sistemov. Danes že obstojajo materiali, katerih lastnosti konkurirajo lastnostim jekla (npr. steklena vlakna, kevlar, karbonska vlakna), vendar je njihova cena trenutno še visoka. Medtem ko bo cena jekla v prihodnosti verjetno naraščala, saj je postopek njegove proizvodnje že optimiziran, cena energije, ki je potrebna za proizvodnjo jekla, pa se bo povečala, lahko pričakujemo, da se bo cena kompozitom z večanjem proizvodnje cenila.

Poleg cene pa imajo kompozitni materiali tudi druge prednosti. Prav gotovo je največja prednost novih opažnih materialov v njihovi teži, saj se teža iz cca. 50 kg/m² opaža pri jeklenih sistemskih opažih tukaj zniža na cca. 20 kg/m² opaža. Zmanjšanje teže vodi k vrsti prednosti, ki posredno ali neposredno vplivajo na zmanjšanje stroškov.



Slika 7: Kompozitni opaž za okrogle stebre. (www.epic.si).

Delo s opaži iz kompozitne plastike je prijetnejše in delovno manj intenzivno, posledično pa prihaja do manj poškodb in manj odsotnosti delavcev zaradi bolniškega staleža. Na sliki 7 je prikazan opaž za steber iz kompozitne plastike. Za enako različico kovinskega opaža bi gotovo potrebovali dvigalo.

Nadalje predstavljajo ti opaži veliko prednost tudi iz okoljskega vidika, saj jih je možno po poteku njihove življenjske dobe reciklirati. Tako se izognemo odpadkom, ki bi obremenjevali okolje. Sliki 8 in 9 prikazujeta, da lahko s steklo-vlaknenimi opaži opažujemo tako stene kot strop.



Sliki 8 in 9: Steklo-vlakneni opaž za stene in strop (www.epic.si).

Slabost sistema je, da je razvoj sistemov iz umetnih mas zelo drag. Da je upravičena izdelava orodij za delo z plastičnimi masami, so potrebne velike serije. Razvojni, testni elementi pa po svoji osnovi ne morejo imeti velikih serij. Ravno zato se za nove elemente najprej izdelajo računalniške modele in preverjanje njihovega obnašanja, nato se v manjšem obsegu izvede eksperimentalno preskušanje, šele potem pa se začne tudi dejanska proizvodnja.

2.2.2.4 Izgubljeni opaži

Izgubljen opaž je opaž, ki po koncu betoniranja ostane v konstrukciji in ga ne moremo oz. ne želimo demontirati. Naslednji korak k zmanjšanju stroškov gradnje armiranobetonske konstrukcije je razvoj opažnega materiala, ki bi bil kar del konstrukcije in bi po prenehanju svoje primarne nosilne funkcije prevzel sekundarno funkcijo, npr. toplotno izolacijo objekta. Primer takšnih opažev je na primer tudi opečno polnilo sistemov medetažnih konstrukcij (omnia, TM, fert) nosilcev in opečnih polnil, ki hkrati predstavljajo tudi opaž za tlačni beton (sliki 10 in 11).

Opisani sistem ima prednost v hitrejšem delu, saj skrajša čas, ki je potreben za demontažo klasičnega opaža. Prednost je tudi velika modularnost elementov, to nam omogoča izgradnjo poljubnih oblik (Ćirović, Mitrović, 2008).



Slika 10: Sestavljanje elementov opaža, v katerega se kasneje ulije beton.
(<http://www.quadlock.com>)

Slabosti tega sistema so, da so naloge in zahteve nosilnosti in toplotne izolacije zelo različne. Material, ki bi imel dobre nosilne karakteristike in imel primerne toplotno-prevodne koeficiente, je sorazmerno drag. Sistem, ki združuje dve funkciji, mora poskrbeti, da je material zadosti togo povezan v konstrukcijo, da ne izgubi oblike med samim betoniranjem. Potrebno je veliko število vezi, ki pa jih fizično ne moremo vgraditi, če imamo močno armirano steno.



Slika 11: Izolativne betonske (cementne) forme so sistem gradnje za stanovanjske, industrijske ter ostale objekte. (www.quadlock.com)

Problem tega sistema je, da so na objektu tudi stene, ki ne potrebujejo toplotne izolacije, kot na primer notranje stene. Tukaj torej sistem izgubi funkcijo toplotne izolacije. Pri gradnji je torej potrebno imeti dva opažna sistema, kar zavira njegovo uporabo.

3 OPAŽNI SISTEMI EPIC ECO

3.1 Predstavitev podjetja Epic

Podjetje Epic d.o.o. je bilo ustanovljeno leta 1990. Poglavitna dejavnost je bila prodaja različnih lesenih plošč. Prvotno je podjetje poslovalo z vezanimi ploščami za pohištvo, za izdelovalce transportnih sredstev (tovornjaki, prikolice, vagoni, ladje), za gradbeništvo in za embalažo (tu so potrebne velike količine). Podjetje je znalo poiskati najcenejše izdelke na svetovnem trgu in jih nato ponudili z majhno maržo na slovenskem trgu. Posledica vsega tega je bila visoka konkurenčna prednost.

Preskok na opažne sisteme (lesene plošče so sedaj njihov "B program") je bil pravzaprav slučajen. Ko so italijanskemu podjetju Faresin ponudili vezane plošče za opaže, jim je lastnik podjetja predlagal, naj se Epic raje loti prodaje Faresinovih opažnih sistemov. Zamisel je padla na plodna tla, na začetku sicer počasi in previdno, z leti pa se je vedno hitreje podjetje Epic spustilo v gradbeništvo (Progar, 2003a).

Leta 2003 je podjetje svojo ponudbo razširilo na področje lahkih opažnih sistemov, saj so sprejeli ekskluzivno zastopstvo za plastične opažne sisteme podjetja Texa iz Italije. Po začetnih poizkusih uvajanja novosti na slovenskem, hrvaškem in bivšem jugoslovanskem trgu preko drugih podjetij, je italijansko podjetje sklenilo pogodbo o ekskluzivnosti zastopanja in prodaje s podjetjem Epic iz Postojne. Tako je Epic postal največji ponudnik opažnih sistemov na prej omenjenih trgih. Plastični opažni sistemi se na trgu ponujajo pod imenom Epic Eco (Progar, 2003b).

Skupina Epic danes obsega matično podjetje Epic d. o. o., podrejena podjetja v Sloveniji ter podjetja v Rusiji, na Kitajskem, v Gvatemali, Srbiji in na Hrvaškem. Podjetja ustanavljajo tudi v ZDA in Dubaju, načrtujejo pa še širitev v Avstralijo in Afriko. Epic je danes vodilno svetovno podjetje na področju plastičnih opažnih sistemov in vodilno pri razvoju opažnih sistemov izdelanih iz steklenih vlaken. Prednost podjetja je tudi, da skupino Epic zastopajo številni generalni zastopniki, trg pa ima v kar 90 državah sveta.

Plastične opažne gradbene sisteme razvijajo v matičnem podjetju z lastnim znanjem in strokovnjaki. Osnovna dejavnost je prodaja in izposoja gradbenih opažnih sistemov, stranske dejavnosti pa so mednarodna trgovina z gradbenim materialom in izdelki za dom, maloprodaja, turizem in razvijanje nepremičnin, ob tem pa je tudi lastnik hotelov v Postojni. Vsako leto odprejo trg v desetih novih državah (Progar, 2003a).

3.2 Predstavitev Epic Eco steklo-vlaknenih opažev

3.2.1 Tehnični opis Epic Eco

Kompozitna plastika je material, ki je že izrinil uporabo kovin v avtomobilski, letalski in drugih industrijah. V Epic-u pričakujejo, da bo v prihodnosti enako tudi na področju gradbenih opažnih sistemov. Kompozitna plastika je material, ki izkazuje dobre mehanske lastnosti. Opaži Epic Eco mehansko prenesejo obremenitve do 60 kN/m^2 . Nosilci Epic Eco Sky Speed so narejeni kot kompozit plastične mase, kateri so dodana steklena vlakna, ki delujejo kot armatura. Tako je nosilcu povečana togost, ki je v mejnem stanju uporabnosti nujno potrebna. Za ploščo je standard povosov dovoljen $w=L/500$ in z uporabo nosilcev je temu pogoju zadoščeno, do debeline 50cm. Sami elementi sistema tehtajo od $18\text{-}22 \text{ kg/m}^2$ opaža in so zato primerni za ročno delo. Življenjska doba elementov je do 2000 ciklov, potem pa se material reciklira in naredi nov opaž. Tako kot druge tipe opažev se tudi ta opaž premaže z opažnim oljem vsakih 5-6 ciklov (Epic.si, 2010). Na sliki 12 je prikazano sestavljanje opaža Epic Eco.



Slika 12: Sestavljanje opaža Epic Eco. (www.epic.si)

3.2.2 Majhna teža in namenska uporabnost

Epic Eco opažni sistemi so posebej primerni za opaženje temeljev, vseh vrst jaškov in sten do višine 4,2 m. Zaradi svoje majhne teže, ki znaša z veznim materialom 18-22 kg/m², so posebej primerni za ročno delo. Opažni sistemi Epic Eco sestavlja skupaj 7 elementov in 23 veznih elementov in so zaradi svoje enostavnosti primerni za vse vrste gradbincev, od najmanjših do največjih.

Hitrost opaženja in majhna teža sta dve od mnogih prednosti. Največji element je težak 17,60 kg. Pomembno je povedati, da so najlažji konkurenčni proizvodi težji. S konzolnim dvigalom do 400 kg se lahko premika 9,80 m široko in 2,80 m visoko kompozicijo sistema. S tem Epic rešuje problem enostavnega in cenovno zelo konkurenčnega opaženja temeljev, ki vsem gradbincem predstavlja problem, bodisi zaradi visokih stroškov pri opaženju z opažnimi sistemi, bodisi zaradi kompliciranosti opaženja in potrebe po kvalificirani delovni sili (tesarji) pri klasičnem opaženju z opažnimi ploščami (Katalog Epic Eco, 2008, str. 10).

3.2.3 Modularnost in fleksibilnost elementov

Široka paleta elementov omogoča optimizacijo kompozicije opažanja, kar pomeni, da se ne postavljajo odvečne površine sistema, saj je površina opaženja zelo blizu ali enaka površini zmočeni z betonom. Osnovne višine so 70 cm, 140 cm, 280 cm, 350 cm in 420 cm, seveda pa so možne vse vmesne dimenzije, saj so elementi kompatibilni tako v vertikalni kot horizontalni smeri. Vse dimenzije elementov so prikazani na sliki 13. To pomeni optimalno ponudbo za opaženje temeljev, jaškov, nizkih podpornih zidov, sten do 4,2 m in kot novost tudi stropnih plošč (Katalog Epic Eco, 2008, str. 11).



Slika 13: Elementi Epic Eco: 140/70 (osnovni element), 140/50, 140/40, 140/30, 140/20, 70/70, 70/30 (www.epic.si)

3.2.4 Praktičnost prevažanja

Epic Eco opažni sistemi so praktični za prevažanje, saj niso težki. Tako za povprečno manjše ali srednje majhno gradbišče potrebujemo manjši tovornjak, saj je 100 m^2 sistema z vsemi pripadajočimi elementi težko le 2,2 T. Elementi so pakirani na paletah (slika 14) enakih osnovnih dimenzij, kar omogoča lažje premikanje z enega gradbišča na drugo. Na kamion s prikolico natovorimo okoli 300 m^2 sistema Epic Eco, kar omogoča dokaj nizke stroške transporta. (Katalog Epic Eco, 2008, str. 12).



Slika 14: Elementi se lepo modularno zložijo pri transportu. (<http://www.epic.si>)

3.2.5 Ekologija in reciklaža elementov

Elementi zdržijo do 2000 ponavljanj opaženja. Po izteku življenjske dobe opaža Epic odkupi izrabljene elemente po tržni ceni za material, jih pri proizvajalcu zmelje in naredi nove elemente. Na ta način se bistveno zmanjšajo vplivi izdelka na okolje, saj odlaganje izrabljenih elementov ni potrebno. (Katalog Epic Eco, 2008, str. 13).

3.2.6 Kakovost opaženja

Natančna obdelava elementov in optimalni spoji zagotavljajo zelo gladke površine zidov, kar lepo prikazuje tudi slika 15. Pred uporabo se elementi naoljijo z opažnim oljem in so tako uporabni brez dodatnega oljenja po vsaki uporabi še za 6-7 opaženj. Pomenijo tudi prihranek pri delu in porabi opažnega olja.



Slika 15: Površina betona, ki je bil zaopažen z Epic Ecom opažem. (www.epic.si)

Čiščenje opažev je enostavno , saj se beton ne prijema na površino. Opažne sisteme Epic Eco so uporabniki preizkusili tudi v izredno hladnem vremenu. Opaženje je nemoteno potekalo tudi pri -23 °C in pri tem ni prišlo do nobenih poškodb opažnih

sistemov. Opažne sisteme odlikuje predvsem majhna teža - največji element dimenzije: 140 x 70 x 10 cm je težak 17,6, tako da sistemi Epic Eco omogočajo ročno delo.

(Katalog Epic Eco, 2008, str. 13).

Stropi, izdelani s pomočjo Epic opažev, ne potrebujejo dodatne zidne obdelave (stropi se le pleskarsko pokitajo kar je lepo prikazano na sliki 16).



Slika 16: Stropi narejeni z opažem Epic Eco Sky Speed (www.epic.si).

3.2.7 Cenovni vidik

Material in inovativen proizvodni proces omogočata precej nižje stroške proizvodnje in posledično proizvoda. Cenovno so zato zelo konkurenčni, cena pa bo z večanjem serij proizvodnje in prodaje v prihodnosti padala.

Velika prednost sistema je, da vse elemente (temelje, jaške, stebre, strop, nosilce) lahko opažimo z istimi elementi, menja oz. prilagodi se samo vezni material. Posledično izvajalcu gradbenih del ni potrebno kupovati sistemskih opažev za stene in sistemskih opažev za stropne ločeno.

(Katalog Epic Eco, 2008, str. 14).

3.2.8 Kakovost vgrajenih materialov

Uporabljeni snov garantira neomejeno časovno trajanje ter ne gnije in ne oksidira.

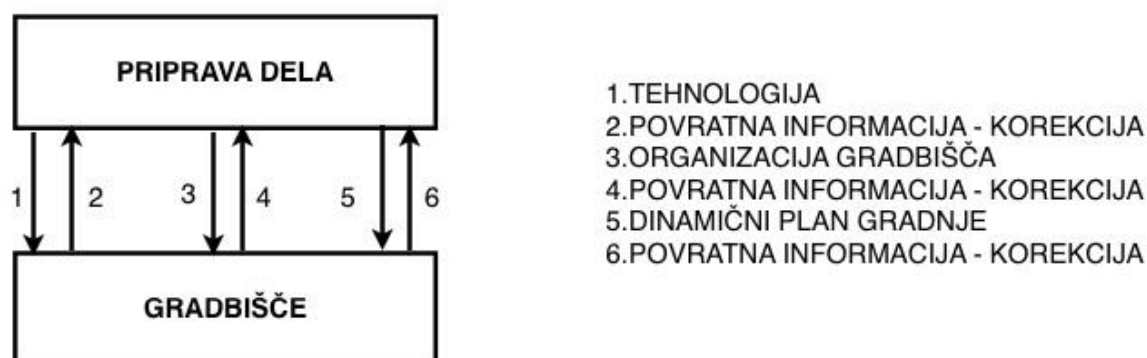
Opažni sistem je mogoče brez posledic uporabljati tudi v slani vodi.

(Katalog Epic Eco, 2008, str. 14).

3.3 Risanje opažnih načrtov

Opažni načrt je načrt, ki je namenjen kot pomoč delavcem na gradbišču, saj je v njem narisano, katere elemente in v kakšnem zaporedju je potrebno uporabiti, da se potrebna konstrukcija zaopaži. V tehničnem smislu je opažni načrt najpogosteje narejen na podlogah (načrt arhitekture, armaturni načrt, itd.), v katere so vrisani opažni elementi. Opažni načrti pogosto vsebujejo tudi vse detajle in posebnosti in so v pomoč pri reševanju konstrukcijskih posebnosti. V primeru netipičnega konstrukcijskega sklopa je na podlagi opažnega načrta potrebno izvesti tudi statični izračun oziroma kontrolo. Na podlagi opažnega načrta se nadalje ugotovi specifikacijo potrebnega materiala.

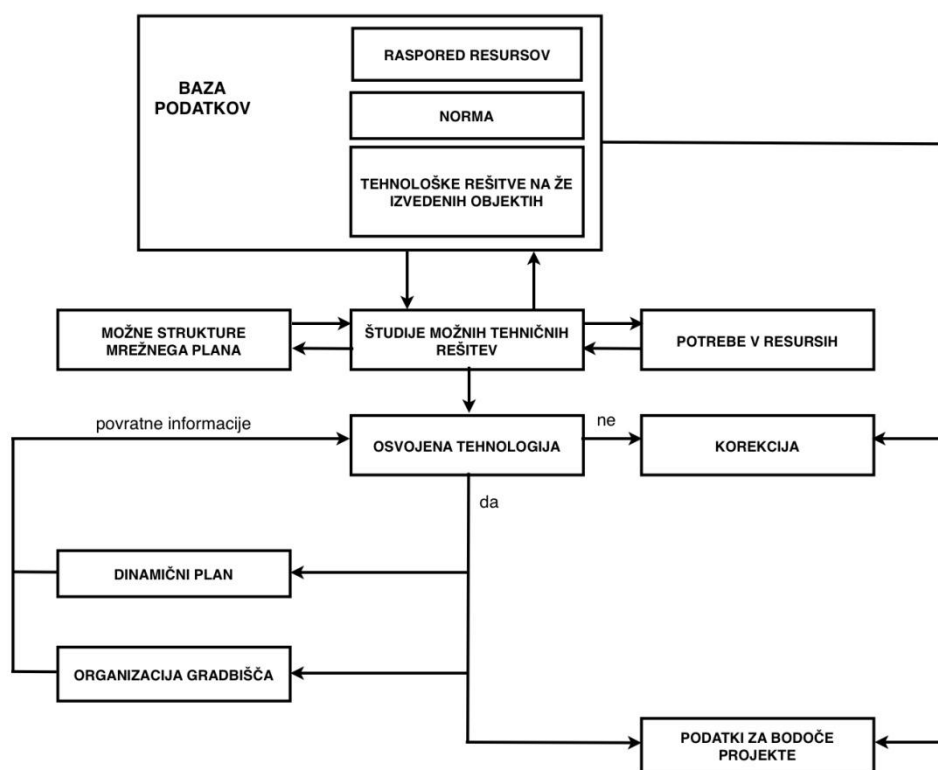
Te načrte potrebujemo kot pomoč na gradbišču, saj je storilnost delavcev bistveno boljša, če se jim ni potrebno ukvarjati s preučevanjem načrtov, ampak to namesto njih naredi tehnolog. Prav tako se razbremeni delovodjo, če delavci dobijo izris detajlov in posebnih, netipičnih konstrukcijskih sklopov. Opažni načrt skupaj s terminskim planom je pomemben tudi zato, ker je mogoče na ta način planirati opaže in prevoze ter organizacija le teh.



Slika 17: Pretok informacij pomembnih pri grajenju (G. Čirović, S. Mitrović, 2008)

Za izrise opaznih načrtov je najpogosteje zadolžen tehnolog v pripravi dela gradbenega podjetja ali pa iz podjetja, ki oddaja v najem gradbeno opremo. Kot kaže slika 17, mora tehnolog sodelovati z ljudmi iz gradbišča, skladišča, avto-parkom oz. logističnim podjetjem. S pomočjo povratnih informacij se oblikuje končna situacija opaznega načrta, specifikacije materiala in predvideni čas dostave.

Slika 18 prikazuje potek proces obdelave podatkov v pripravi dela gradbenega podjetja. Najprej obstaja baza podatkov o opremi, ki je v danem trenutku na voljo, o normativih za opremo in znanju oz. izkušnjah iz preteklih del na podobnih objektih. Na podlagi tega se predlaga tehnične rešitve za posamezna dela, preveri se če so vsi resursi na voljo v nasprotnem primeru je potrebno iti v dokup oz. izposojajo. Ko imamo znane količine, katere potrebujemo za dokončanje dela v rokih, pripravimo mrežni plan. Plansko moramo imeti razdelano za vse posamezne segmente, kako se jih bomo lotili in s čim bomo delali. Po osvojitvi tehnologije se lahko lotimo dinamičnih planov, kjer predvidimo, koliko časa in koliko delovne sile in opreme bomo za določeno delo potrebovali. V kolikor izračun kaže, da z osvojeno tehnologijo ne bomo sposobni opraviti dela, je potrebno iti v korekcijo plana do zelenega rezultata. Tako nastaja nova baza podatkov, ki nam bo, korigirana z realnimi časi, prišla prav kot referenca za bodoče objekte ali tipična dela.



Slika 18: Diagram toka študije tehnoloških rešitev (G. Ćirović, S. Mitrović, 2008)

3.3.1 EuroSchal za stene

EuroSchal je nemški program, ki je bil razvit posebej za delo z opaži. Narejen je za poljubne opažne sisteme. Koda programa je napisana tako, da ima v osnovi program enake gradnike in funkcije, v nadaljevanju pa se program poljubno priredi vsakemu sistemu posebej s svojimi zakonitostmi in zahtevami. Ta program uporabljajo številni sistemi kot so: Doka, Faresin, Meva, Noe, Peri, Hünnebeck ... Modul za stene je narejen tudi za opaže Epic Eco.

Program je narejen tako, da uporabniku olajša delo z opažem. Po eni strani načrtovalcu olajša v obliki, da lahko v dano geometrijo objekta poljubno naniza tiste elemente, ki jih ima na zalogi in program samodejno preračunava, optimalno število veznega materiala. Po drugi strani je output programa opažni načrt, ki delavcu na gradbišču bistveno poenostavi delo.

3.3.1.1 Risanje v Euroschal-u

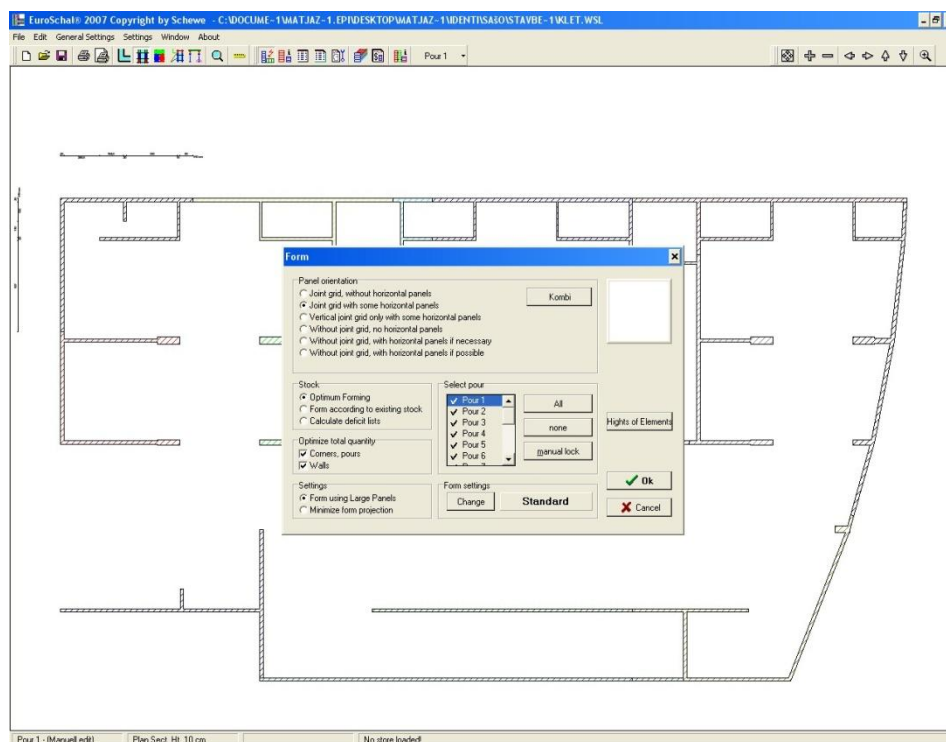
Pri uporabi programa Euroschal veljajo podobne zakonitosti kot v drugih CAD programih, saj so slike vektorske. Merilo risanja se nastavi z določitvijo velikosti enote. Cel program je narejen tako, da je čim bolj enostaven za uporabnika. Iz tega izhajajo tudi ukazi, ki so prilagojeni za to vrsto dela. Za zidove so že nastavljeni poligoni, katerim se določa debelino zidu in višino zidu. Z nizanjem poligonov lahko naredimo poljuben načrt betonskih sten, temeljev ali stebrov. Zelo velika prednost tega programa je to, da je mogoče uvažati v naprej pripravljene slike iz AutoCad-a.

V AutoCad-u ustvarimo novo ravnino in v to ravnino vrišemo konstrukcijo, ki jo želimo obdelati za opažni načrt. Paziti je potrebno, da črte tvorijo zaključene poligone, sicer program ne zazna posameznih črt kot poligon in nam sporoča napako. Ko imamo "očiščen" tloris pripravljen in v svoji ravnini, to shranimo v novi datoteki s končnico .dxf. Vmesno datoteko .dxf je mogoče uvoziti v Euroschal. Sedaj izključimo vse ostale ravnine, razen seveda želene, ki smo jo prej pripravili. Nato določimo merilo. Vse nadaljnje risanje in prikaz pa potekata v centimetrskem merilu. Določimo višino konstrukcije, ki pa jo za posamezne dele lahko še spreminjamo. Tako imamo pripravljeno osnovno konstrukcijo, v katero lahko poljubno vrisujemo dodatne zidove, itd. Prednost tega je, da izključimo možnost, da se prikradejo geometrijske napake v konstrukcijo, saj le-te bistveno vplivajo na dimenzijo elementov. Poleg tega nam prenos iz AutoCada v EuroSchal bistveno pospeši izdelavo opažnega načrta, saj ni potrebno risanje osnovne konstrukcije, ampak se lahko posvetimo samemu risanju opažev in reševanju kritičnih detajlov.

3.3.1.2 Preračun opažne opreme

Ko je konstrukcija narisana in ko poznamo količino vseh zidov, po dogovoru z gradbiščem določimo, v koliko fazah se bo betoniranje izvajalo. Ekonomsko namreč ni sprejemljivo, da se pripelje opaž na gradbišče za celo konstrukcijo, le-ta pa se nato uporabi samo enkrat. Cilj je, da se vsa opažerska dela razdeli na ustrezno število faz, s čimer dosežemo, da je možno posamezno fazo zaopaziti s čim manjšo količino opaža. Velikost faze določajo: število ljudi (ekip), ki jih imamo na gradbišču, količina betona, ki jo imamo na razpolago, itd.

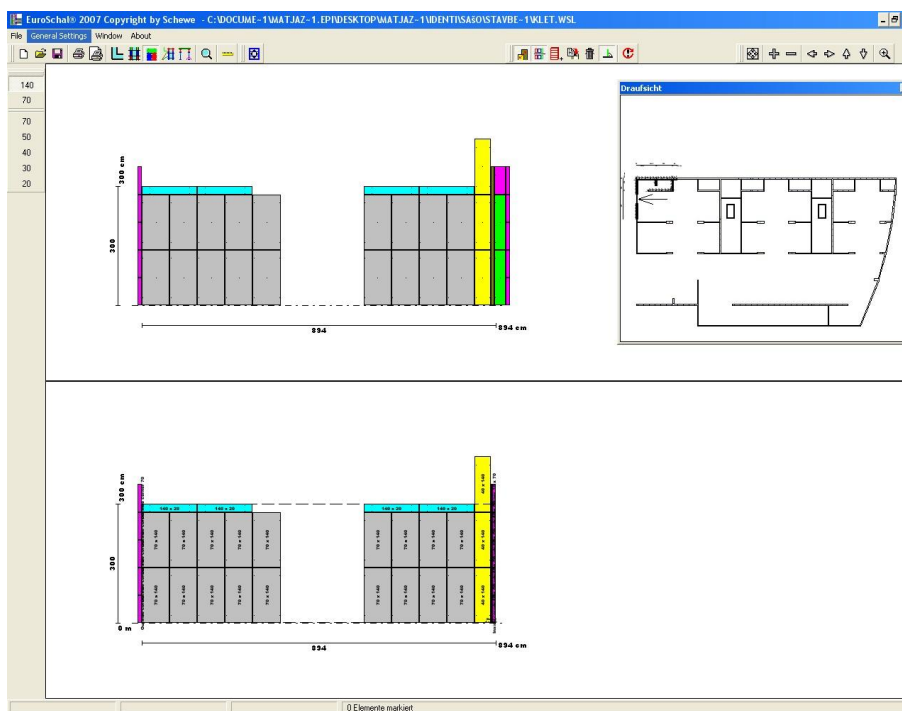
Povprečno se količine, zaopazene v eni fazi, gibljejo od 180m² do 250m², se pa lahko te količine zaradi kakšne posebne zahteve tudi spreminjajo. Tako konstrukcijo razdelimo na poljubno število faz glede na zahteve gradbišča. Ko imamo tloris razdeljen, damo ukaz za opaženje konstrukcije. Programu v pogovornem oknu določimo še nekaj parametrov, ki jih mora program upoštevati, kot na primer ali naj bodo elementi postavljeni leže (temelji), ali stoje (stene znotraj modularnih izmer) ali kombinacije obeh (prikaz na sliki 19)



Slika 19: Načrt objekta, razdeljen v faze betoniranja, in pogovorno okno, v katerem določamo način opaženja.

Program predlaga optimalno rešitev za opaženje vseh faz. Izriše vsako fazo opaženja posebej, dobimo pa tudi specifikacijo elementov in pripadajočega veznega materiala, ki ju potrebujemo za opaženje posameznih faz. Poleg tega pridobimo podatke o količini materiala, ki jo potrebujemo za opaženje celotne konstrukcije. Iz teh podatkov se lahko vidi, če smo faze "pravilno" razporedili oz. če smo dosegli zadostno stopnjo izkoriščenosti opaža (med 80 in 85 % površine). Če je odstotek izkoriščenosti manjši in za to ni kakšnega konstrukcijskega razloga, je smiselno popraviti potek faz. Slika 20 prikazuje ročno popravljane opažne načrte.

Ko imamo faze v grobem približno enakomerno in smiselno porazdeljene, se lotimo detajlov. Ponekod je potrebno ročno popraviti računalniško predlagano zaopazitev, zato nam računalniški program omogoča tudi ročno popravljanje, in sicer lahko popravljamo ali samo eno stran ali pa sproti obojestransko, odvisno od zahtev.



Slika 20: Ročno popravljanje opažnega načrta

Ko smo rešili vse detajle, program ponovno izračuna število elementov in veznega materiala. Na sliki 21 je preglednica z izpisom potrebnega materiala za opaž in njegova kvadratura.

| Code | Description | Total quantity | Deficiency | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|---|----------------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | | Pour 1 | Pour 2 | Pour 3 | Pour 4 | Pour 5 | Pour 6 | Pour 7 | Pour 8 | Pour 9 | Pour 10 | Pour 11 | Pour 12 | Pour 13 | Pour 14 | Pour 15 |
| 62001 | Piece Eco 70 x 140 | 136 | 128 | 116 | 136 | 136 | 132 | 116 | 136 | 112 | 136 | 136 | 136 | 116 | 136 | 120 | 32 |
| 62003 | Piece Eco 50 x 140 | 48 | 18 | 9 | 18 | 9 | 21 | 42 | 24 | 15 | 36 | 12 | 48 | 0 | 18 | 18 | 24 |
| 62005 | Piece Eco 40 x 140 | 23 | 15 | 11 | 23 | 21 | 18 | 20 | 18 | 21 | 18 | 6 | 12 | 6 | 0 | 18 | 0 |
| 62007 | Piece Eco 30 x 140 | 34 | 19 | 16 | 24 | 20 | 20 | 34 | 26 | 26 | 30 | 20 | 26 | 4 | 0 | 0 | 6 |
| 62009 | Piece Eco 20 x 140 | 71 | 40 | 40 | 55 | 41 | 60 | 63 | 41 | 35 | 58 | 69 | 71 | 46 | 46 | 38 | 22 |
| 62017 | Piece Eco 30 x 70 | 23 | 16 | 11 | 20 | 14 | 16 | 23 | 17 | 17 | 22 | 18 | 17 | 4 | 0 | 12 | 8 |
| 62055 | Compensation Piece 5 x 70 | 65 | 60 | 50 | 35 | 65 | 40 | 45 | 50 | 25 | 55 | 30 | 45 | 5 | 0 | 20 | 45 |
| 62056 | Fast Taking Down Element | 5 | 5 | 0 | 5 | 0 | 5 | 5 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| 62020 | Angle 70 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 |
| 62030 | Pivot | 1279 | 1107 | 894 | 1243 | 1065 | 1231 | 1279 | 1206 | 1057 | 1279 | 1036 | 1268 | 828 | 978 | 943 | 383 |
| 62031 | 2 Holes Pivot | 180 | 141 | 145 | 155 | 180 | 136 | 179 | 142 | 95 | 148 | 60 | 173 | 30 | 20 | 96 | 62 |
| 62035 | Angle Reinforcement Piece | 36 | 10 | 5 | 5 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 17 | 36 | 17 | 0 | 0 | 0 | 20 |
| 62201 | Nut Plate D1w D15 B60 | 841 | 663 | 573 | 757 | 695 | 718 | 788 | 745 | 626 | 815 | 716 | 841 | 520 | 612 | 626 | 222 |
| 62210 | Nut Plate D1w D15 H50 | 38 | 17 | 17 | 35 | 25 | 38 | 26 | 29 | 34 | 25 | 0 | 9 | 0 | 0 | 8 | 10 |
| 62205 | D1wddg Screw D15 L=1000 | 22 | 0 | 20 | 0 | 20 | 0 | 20 | 0 | 20 | 0 | 22 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 62203 | D1wddg Screw D15 L=750 | 420 | 340 | 275 | 396 | 335 | 358 | 407 | 367 | 310 | 420 | 336 | 412 | 260 | 306 | 317 | 116 |
| 62033 | 4 Flanges Crosspiece | 623 | 636 | 560 | 728 | 664 | 684 | 757 | 720 | 595 | 761 | 714 | 823 | 520 | 612 | 613 | 236 |
| 62032 | Wedge | 1458 | 1248 | 1039 | 1398 | 1245 | 1367 | 1458 | 1348 | 1142 | 1427 | 1096 | 1441 | 898 | 998 | 1039 | 445 |
| 62021 | Angle Joint | 72 | 68 | 45 | 64 | 70 | 72 | 59 | 66 | 63 | 53 | 26 | 39 | 27 | 18 | 43 | 36 |
| 71040 | Washer For Angle 70 | 360 | 320 | 240 | 320 | 360 | 360 | 280 | 360 | 320 | 280 | 120 | 200 | 120 | 80 | 200 | 160 |
| 62200 | Wedge Extractor | 6 | 4 | 4 | 6 | 4 | 4 | 6 | 4 | 6 | 4 | 6 | 4 | 6 | 4 | 4 | 2 |
| 63000 | Cover For Angle 70 | 24 | 12 | 15 | 16 | 20 | 18 | 11 | 24 | 17 | 17 | 4 | 6 | 3 | 2 | 7 | 4 |
| Lost parts | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D25 | Distancer With Rosette 9.8 in | 2000 | 216 | 96 | 169 | 0 | 43 | 173 | 0 | 0 | 236 | 260 | 167 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| D200 | Distancer With Rosette 7.9 in | 1000 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| D150 | Distancer With Rosette 5.9 in | 1000 | 36 | 0 | 49 | 0 | 50 | 72 | 36 | 23 | 72 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 116 |
| 63000 | Plug Diameter 20 | -10411 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Others | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Z310 | Shore up 310 cm (supplied by customer) | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| Z300 | Shore up 300 cm (supplied by customer) | 12 | 9 | 8 | 10 | 12 | 11 | 11 | 12 | 7 | 12 | 11 | 12 | 8 | 8 | 9 | 0 |
| T40 | Alignment beam 40 cm (supplied by customer) | 149 | 0 | 10 | 10 | 10 | 30 | 20 | 10 | 20 | 10 | 6 | 10 | 6 | 0 | 6 | 0 |
| R50.0 | PVC pipe 50 cm (supplied by customer) | 135 | 0 | 20 | 0 | 20 | 20 | 0 | 20 | 20 | 0 | 22 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R35.0 | PVC pipe 35 cm (supplied by customer) | 145 | 0 | 22 | 0 | 44 | 0 | 0 | 22 | 22 | 0 | 35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R22.0 | PVC pipe 22 cm (supplied by customer) | 2975 | 67 | 157 | 178 | 291 | 265 | 162 | 309 | 265 | 112 | 41 | 245 | 260 | 306 | 317 | 0 |
| H30.3100 | Board 3 x 10 x 310 cm | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| H100.4200 | Board 10 x 10 x 420 cm | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| H80.3100 | Board 8 x 10 x 310 cm | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 |
| H80.3500 | Board 8 x 10 x 350 cm | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| H40.3500 | Board 4 x 10 x 350 cm | 12 | 1 | 2 | 0 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| H20.3500 | Board 2 x 10 x 350 cm | 23 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 0 |
| H40.4200 | Board 4 x 10 x 420 cm | 4 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| H20.4200 | Board 2 x 10 x 420 cm | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| H10.4200 | Board 1 x 10 x 420 cm | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 |

Slika 21: Izpis potrebnega materiala za opaž porazdeljen po fazah in skupne količine.

3.3.1.3 Možen prikaz opažnega načrta

Ko je opažni načrt končan, je mogoče:

- načrt natisniti na papir,
- načrt shraniti v EuroSchal obliki in ga poslati po elektronski pošti, ali pa
- izvoziti v AutoCad obliko in tam nadaljevati delo, saj so gradbišča vse bolj opremljena s CAD programi.

3.3.2. Risanje v AUTOCADu

EuroSchal dela z vnaprej določeno toleranco, kar pomeni, da so izhodni načrti dobri približki, ne dosegajo pa ravni točnih delavniških načrtov. To še posebej velja, če imamo kompleksnejše elemente (neprave kote, prave ali segmentne okrogline,...). Ko želimo imeti načrte bolj natančne, ali pa, ko želimo posebej pripraviti dokumentacijo za detajle, se poslužimo AutoCad-a. S to programsko opremo izrišemo vse elemente in ves vezni material. Slike elementov so natančno narisane in ker je AutoCad vektorska

slika, ki ima dimenzijo, le-te lahko po konstrukciji poljubno premikamo in poljubno nizamo v opažni načrt.

Tako delo je bistveno zamudnejše, saj moramo vso sliko narediti ročno ter pri tem paziti na vse detajle, ki se v EuroSchalu izrišejo samodejno. Zato AvtoCad uporabljamo bolj za risanje detajlov.

AvtoCad trenutno uporabljamo tudi za risanje plošč, saj še ni razvit modul za plošče za Epic Eco opaže.

3.4 Aplikacije uporabe opažnega sistema Epic Eco

Opažni sistemi Epic Eco omogočajo celotno opažanje z enim opažnim sistemom na gradbišču, in sicer od temeljev do strehe.

Delovni proces se začne v pripravi dela, kjer se na podlagi PGD oz. PZI projektov naredi opažni načrt. Izračunajo oz. določijo se pritiski in podajo se tehnične rešitve. Vse to se vpiše in vpiše v opažni načrt. Opažni načrt mora vsebovati tudi specifikacijo materiala, ki je potreben za izdelavo zelenega objekta.

3.4.1 Pravilen potek sestavljanja Epic Eco opaža

Kot pri vseh opažnih sistemih, začnemo tudi tu s sestavljanjem v vogalu. Najpogosteje se začne sestavljanje notranjega oboda sten, v primerih, kjer smo na zunanjo stran omejeni z drugim zidom ali majhno gradbeno jamo, pa sestavljanje začnemo z zunanjim obodom in kasneje zapiramo z notranje strani. Začnemo z vogalnimi elementi, ki jih poljubno sestavimo do želene višine (slika 22). Na vogalni element nato dodajamo opažne elemente različnih dimenzij. Kar največ površine poskušamo zaopažiti z največjimi elementi, po potrebi pa dodamo tudi manjše. Spojno sredstvo ali vezni material je zgolj klin in zagozda, ki ju moramo pravilno obrniti, saj sta zagozda in luknja v klinu narejeni konusno (slika 22 in 23). V vogalih pa moramo uporabiti tudi objemko, ki kompenzira debelino ohišja enega elementa (slika 23). Držati se moramo opažnega načrta, da nam za kakšen odsek elementov ne zmanjka ali ostane preveč. Tako naredimo vse notranje oz. zunanje obode. Po navadi se tedaj elemente namaže z opažnim oljem, seveda le če ni bila armatura že vnaprej zvezana, v tem primeru namreč mažemo vsak element posebej in to pred vgradnjo. Ko je armatura pripravljena,

odprtine za okna in vrata vstavljene v opaž, puščene odprtine za preboje, električne in kanalizacijske vode, potem lahko začnemo z zapiranjem opaža. Začnemo s pretikanjem dywidag vijakov in vstavljanjem plastičnih ali betonskih distančnikov. Elemente moramo vzporedno nanašati na nasprotno stran in tako zapirati našo opažno konstrukcijo (slika 24 in 25). Na koncu nam ostanejo še vogali, ki jih moramo prav tako zapreti z elementi. Na dywidag vijake vstavimo 4-krake oz. 3-krake križne primeže, ki imajo funkcijo izravnave in funkcijo večje naležne površine opaža na dywidag-vijak (slika 24). Na vse dywidag vijake pritrdimo dywidag matice.



Začetek montaže vedno z vogalnikom, ki je pravilno obrnjen, in sicer razširjen del luknje mora biti na vrhu.



Pravilno vstavitvev podaljška za kotni element za naslednji vogalnik, če je to potrebno. Zopet pravilno obrnjene luknje.



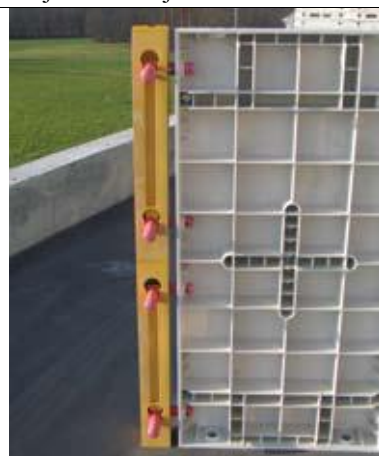
Postavitvev naslednjega vogalnika in to ponavljati do zelene višine.



V vogalnik vstavimo klin, za katerega je pomembno, da je obrnjen z označeno luknjico proti vam, oziroma proti strani, kjer se sestavlja opaž, ker je tam luknja širša.



Ko so vsi klini vstavljeni, pričnemo z dodajanjem elementov.



Elemente dodajamo po načrtu, vogalnik z elementom pa mora biti tesno skupaj.

Slika 22: Potek opaževanja za stene z Epic Eco (www.epic.si).



Pri vogalih potrebujemo objemke, in sicer zaradi dolžine klina.



Pri vstavljanju zagozde je pomembno, da je uhelj vedno obrnjen proti opažu. V nasprotnem primeru ne moremo uporabiti ključa za zagozde pri demontaži.



Ko pri vogalniku končamo višino je pomembno, da vrh zaščitimo s pokrovom za vogalnik, predvsem zaradi vhoda betona.



Prikaz končanega notranjega vogala z notranje strani.



Prikaz končanega notranjega vogala z zunanje strani.



Nadaljujemo s sestavo elementov, pri katerih je pomemben pravilno obrnjen klin in oznaka klina, kot je na sliki.

Slika 23: Potek opaževanja za stene z Epic Eco (www.epic.si).



Vstavimo zagozdo kot je na sliki, uhelj proti stranici opaža.



Zagozdo pritrdimo z gumi kladivom.



Nastavimo križe tako, da povežejo elemente.



Vsi križi 4 so na enem elementu vedno v diagonali kot je prikazano na sliki.



Vstavimo dywidag vijake in matice.



Križe 3 uporabljamo, če elemente obračamo horizontalno, oziroma pri vogalih.

Slika 24: Potek opaževanja za stene z Epic Eco (www.epic.si).



V vogalih uporabljamo tudi male matice zaradi križanja le-teh .



Kompenzacijski element 5x70cm uporabimo kot 5 cm polnilo za katerega je potreben podaljšani klin. Ta element ima vsestransko uporabnost (izravnava, polnilo, ojačevalec pri zaključku stropnega opaža).



Element za razopazanje 5x70 cm uporabimo za lažje razopazanje notranjih sten opaža pri jaških, lahko ga pa uporabljamo za točkovni krožni opaž ali kot polnilo pri stropnem opažu za lažje razopazevanje.



Distančniki narejeni na standardne dimenzije (15,20,25,30 cm) imajo pomembno vlogo pri opažanju, saj so dimenzijsko točni in pripomorejo k bolj izravnanim stenam.



Vse neuporabljene luknje na opažu, zapremo s čepi.



Opaže predhodno namažemo z opažnim oljem s sprednje in zadnje strani, zaradi lažjega čiščenja betona po uporabi.

Slika 25: Potek opaževanja za stene z Epic Eco (www.epic.si).

3.4.1.1 Epic Eco za temelje:

Ker se pogosto dogaja, da gradbišče v svoji začetni fazi še ni opremljeno z dvigali, je Epic Eco je zelo primeren sistemski opaž za temelje. Elementi so lahki, zato je omogočeno ročno delo. Za delavce je delo zelo preprosto, saj morajo samo zložiti elemente v pravem vrstnem redu. Da delo hitro poteka, se gradbišča pogosto poslužujejo opažnih načrtov. Opažimo lahko tako točkovne kot tudi pasovne temelje vseh višin in oblik. Primer pasovnega temelja je prikazan na sliki 26. Pri pasovnih temeljih delo začnemo v vogalu najpogosteje z notranje strani in naredimo notranji obod, nato začnemo zapirati z zunanje strani. Betonske (dywidag) vijake sproti vgrajujemo v opaž.

Opaženje lahko izvedemo v eni ali več fazah, odvisno kakšne vire imamo na razpolago.



Slika 26: Betoniranje temeljev opaženih z Epic Eco sistemom. (www.epic.si)

3.4.1.2 *Epic Eco za stene*

Sestavljanje opaža za stene se začne, ko delavci po načrtu umestijo stene v prostor in samo postavitve vrisujejo na temelje oz. podložno ploščo. Naslednji korak je, da se na črte v vogalih in po linijah sten navrtajo sidra, le-ta omogočijo postavitve opaža v pravilno pozicijo, saj lahko po montaži sider opaž samo pahnemo do sider, in pravilnosti postavitve ni potrebno preverjati za vsak posamezni element. S tem delo bistveno poenostavimo ter pospešimo samo postavljanje opaža,

V naslednjem koraku se začne postavljanje opaža., in sicer v vogalu. Najprej se sestavi notranji obod in nato se zapira z zunanje strani. Sproti postavljamo tudi dimenzijske distančnike na betonske vijake, ki ohranjajo geometrijsko intaktnost zidov, in armaturne distančnike, ki preprečujejo, da armatura ne bi imela zadostnega zaščitnega sloja betona. Samo betoniranje poteka iz hitro montažnega odra, kajti sam sistem še nima razvitega delovnega odra, ki bi bil integriran na sam opaž.

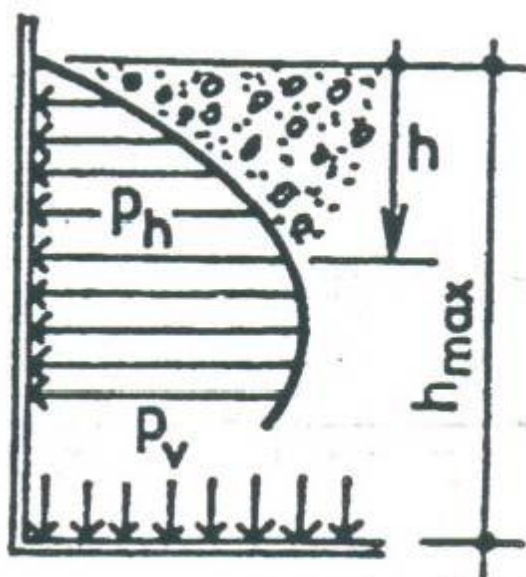
Pri opaževanju sten moramo biti pozorni na pritiske, ki nastanejo na opažu sten.

3.4.1.2.1 Pritisk sveže betonske mešanice na stenski opaž:

Izračun pritiska sveže betonske mešanice na stenski opaž je kompleksna naloga, odvisna od velikega števila parametrov. Problem se bistveno poenostavi, če za osnovne parametre upoštevamo le:

- konsistenco oz. reološke lastnosti svežega betona,
- karakteristike opaža,
- višino elementa, ki se betonira,
- hitrost polnjenja opaža s svežim betonom,
- temperaturo, pri kateri betoniramo.

(študijsko gradivo Masivne konstrukcije 2, 2010)



Slika 27: Razporeditev navpičnega in vodoravnega pritiska na opaž
(študijsko gradivo Masivne konstrukcije 2, 2010)

Vertikalni pritisk določimo z izrazom :

$$p_v = \gamma_{b,SV} * h_{max}$$

p_v ... navpični pritisk svežega betona na opaž v [kN/m²],

$\gamma_{b,SV}$... prostorninska masa svežega betona v [kN/m³],

h_{max} ... največja višina vgrajenega svežega betona v [m]

Horizontalni pritisk:

$$p_h = P_h(\gamma_{b,SV}, \varphi, h, v)$$

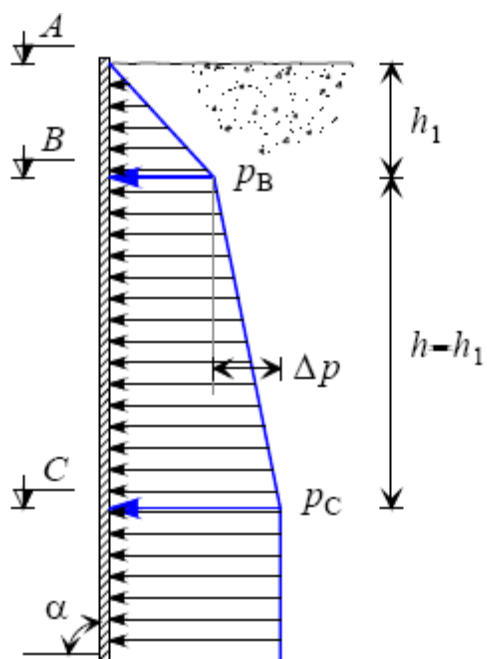
p_h ... vodoravni pritisk svežega betona na opaž,

φ ... kot notranjega trenja svežega betona,

h ... višina vgrajenega svežega betona,

v ... hitrost betoniranja

Horizontalni pritisk na opaž se spreminja z višino, kot to prikazuje slika 24.



A ... zgornja površina svežega betona,

B ... površina, do katere se izvajajo procesi kompaktiranja betona,

C ... zgornja površina vezanega betona plastično stanje ... stanje vezanega materiala (2-6 ur)

h_1 ... predstavlja globino betona, ki se vgrajuje in v okviru katere potekajo procesi kompaktiranja (vibriranje) – največ 1 m,

$h - h_1$... vgrajeni beton izven delovanja vibratorja,

α ... kot nagiba opaža glede na horizontalno ravnino

Slika 28: Spreminjanje pritiska sveže betonske mešanice z višino.
 (študijsko gradivo Masivne konstrukcije 2, 2010)

Vpliv debeline elementa, velikosti in oblike prečnega prereza je v računu zanemarjen!

$$p_B = \gamma_{b,sv} * h_1 \quad p_B \dots \text{vodoravni pritisk svežega betona na opaž na koti } B \text{ v [kN/m}^2\text{]}$$

$$p_C = \gamma_{b,sv} + \Delta p = p_B + \gamma_{b,sv} [(h - h_1) d_p] \sin \alpha$$

$$p_C \dots \text{vodoravni pritisk svežega betona na opaž na koti } C \text{ v [kN/m}^2\text{]}$$

d_p ... koeficient pritiska betona na opaž

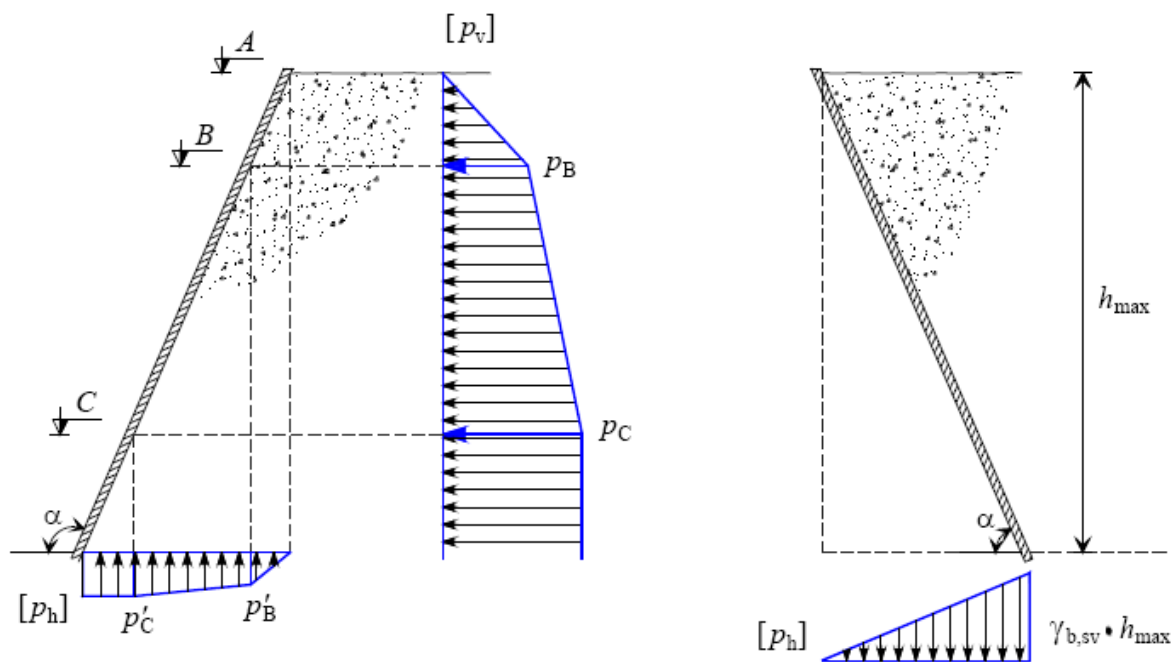
Vrednosti za d_p :

Preglednica 1: Kot trenja med betonom in opažem

| kot trenja med betonom in opažem | $\varphi = 20^\circ$ (uliti beton, ki se ne more več zbijati) | $\varphi = 30^\circ$ (plastični beton) | $\varphi = 50^\circ$ (naknadno vibrirani beton) |
|---|--|---|--|
| $\beta = 25^\circ$ (grobno obdelana deska) | 0.42 | 0.3 | 0.13 |
| $\beta = 18^\circ$ (opaž iz furniranega lesa) | 0.43 | 0.3 | 0.13 |
| $\beta = 16^\circ$ (gladek opaž, opaž premazan s slojem sintetične smole) | 0.44 | 0.3 | 0.13 |

(Muravljov, 2010)

Vertikalni pritisk:



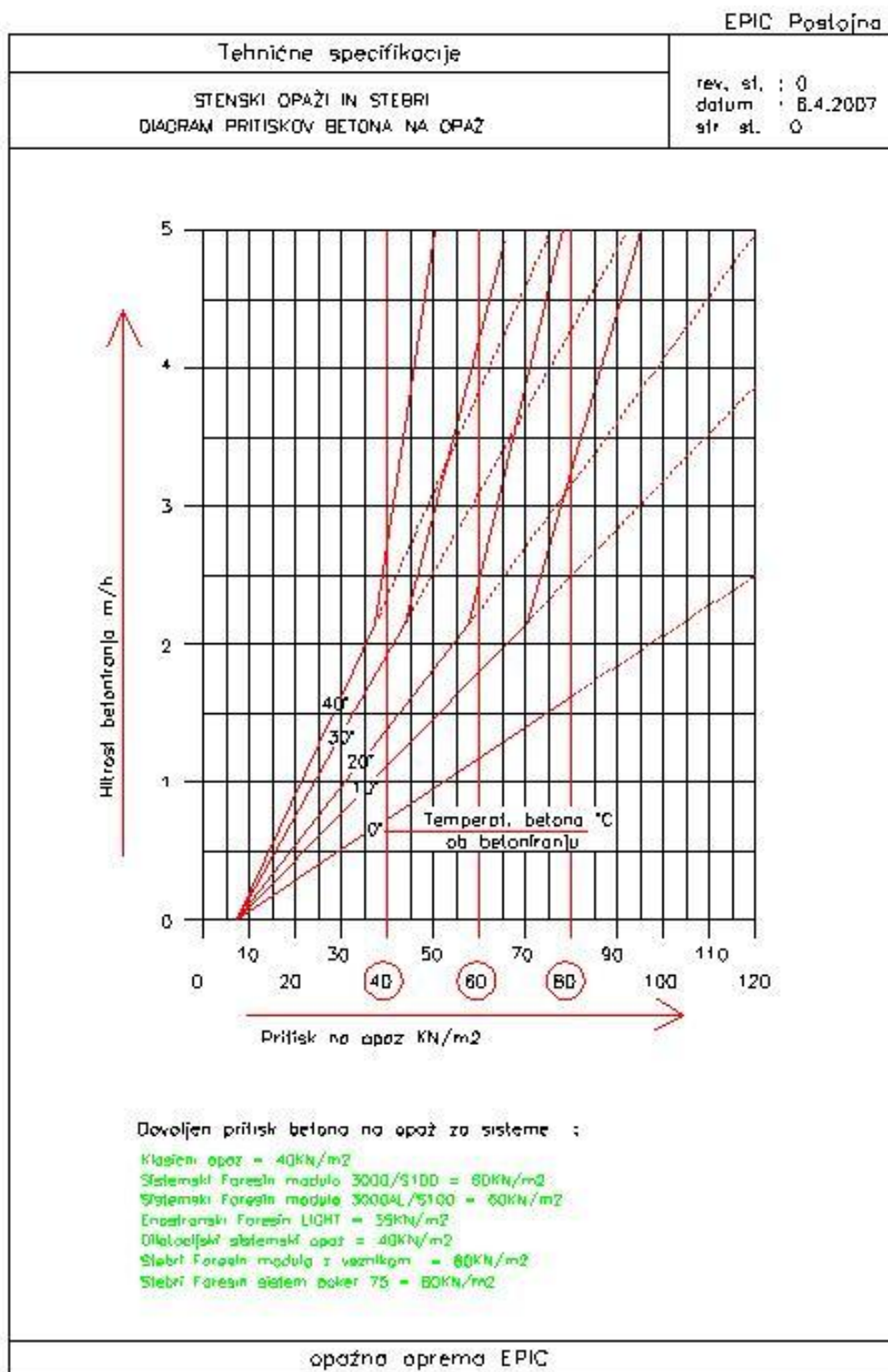
Sliki 29 in 30: Sliki prikazujeta vpliv vertikalnega pritiska glede na naklon opaža (študijsko gradivo Masivne konstrukcije 2, 2010)

$$p'_B = p_B \cdot \tan(\alpha - 90^\circ)$$

$$p'_C = p_C \cdot \tan(\alpha - 90^\circ)$$

p'_B, p'_C ... navpični pritisk svežega betona na opaž na kota B in C v $[\text{kN/m}^2]$.

Opisani postopek je teoretično utemeljen in daje natančne rezultate. Ker je potrebno na gradbišču na hitro in empirično oceniti parametre, ki vplivajo na pritiske na opaž, se uporabljajo tabele oz. diagrami. V tabelah so zajeti vsi predhodno navedeni parametri in temperatura, pri kateri se betonira. Pri višjih temperaturah se cementno vezivo začne prej vezati in posledično bo beton prej začel prevzemati napetosti, tako da odpade na opaž manjši delež napetosti. Posledično je torej mogoče hitrejše betoniranje v toplem, kot v hladnem vremenu. Na splošno je v diagramih pritisk, ki ga opaž prenese, konstanta, določena s strani proizvajalca. Konstanta je tudi temperatura in končna višina opaža, hitrost betoniranja pa se določi iz navedenih parametrov.



Grafikon 1: Grafikon, ki ga podjetje Epic uporablja za določanje hitrosti betoniranja.
(Program ukrepov varstva pri delu z velikostenski opazi Epic Faresin, 2002)

3.4.1.3 Epic Eco za jaške

Vse zakonitosti, ki veljajo za stene, veljajo tudi za jaške. Pri jaških je potrebno biti previden, saj tvorijo stene jaškov majhne zaprte poligone. Nevarnost je, da se zaradi krčenja betona med hidratacijo cementne mešanice, na notranji strani opaž "ujame" in ga brez poškodb le s težka dobimo ven. Pri takih odsekih je nujno uporabljati element za razopaženje, saj njegova konusna oblika zagotavlja nemoteno razopaženje kljub predvidenemu krčenju.

3.4.1.4 Epic Eco za stebre

Sistem Epic Eco se vse skozi dopolnjuje in izboljšuje. Velik napredek je bil narejen na področju stebrov z novimi vogalnimi elementi. Ti so iz prvotne višine 70 cm dobili končno višino 280 cm, kar je bistveno pospešilo sestavljanje, predvsem pa se je zmanjšalo število sestavnih elementov za en steber. Glavna prednost je, da je nov vogalnik izboljšal trdnostne karakteristike opaža za stebre, tako da ta opaž z novimi vogalniki ne potrebuje nobene dodatne ojačitve. Vse to je dosežek kombinacije novih materialov, ki so hkrati omogočili zmanjšanje teža tega stebra za 20,6 kg.

Velika prednost novih vogalnikov je tudi ta, da so klini za razliko od predhodnih vogalnih elementov dostopni z zunanje strani. To predvsem pomeni, da kadar imamo več stebrov enakih dimenzij (kar je zelo pogosto), da nam ni potrebno razdreti vseh elementov, ampak se pobere vezni material samo na diagonalah. Dve polovici tako prenesemo na naslednje mesto opaženja, klin in zagozda se vstavi nazaj, in opaž je pripravljen za nadaljnje betoniranje.

3.5 Opažni sistem Epic Eco Sky Speed

Epic Eco Sky Speed je izpeljanka iz osnovnega sistema Epic Eco. Sistem je namenjen opaženju plošč najrazličnejših dimenzij. Osnovni elementi in vezno sredstvo ostajata enako, nov je le nosilec, ki se imenuje Speed (prikaz na sliki 31). Narejen je iz kompozitne plastike, okrepljene s steklenimi vlakni, ki mu dajejo veliko trdnost in obenem duktilnost. Nosilec Sky Speed nam omogoča opaženje plošč do debeline 50 cm.



Slika 31: Speed nosilec narejen iz kompozitne plastike, okrepljen s steklenimi vlakni (www.epic.si).

Sistem je prinesel novo razmišljanje in nov pristop v segment gradbeništva, kjer je do sedaj, predvsem zaradi cene, kraljevala opažna plošča z I nosilci v sistemu 1-2-4 in nekaj zelo dragih sistemskih opažev.

Sistem Epic Eco Sky Speed dosega:

- Veliko nosilnost - vgrajena steklena vlakna omogočajo podpiranje stropne plošče do debeline 50 cm brez problemov.
- Majhno težo - Epic Eco Speed je težak 6,5 kg in je zelo lahek v primerjavi s katerikoli drugimi nosilci za pripravo stropnih površin.
- Omogoča opažanje vseh dimenzij prostorov - z njim lahko opažimo vse dimenzije stropnih plošč na gradbiščih, saj se sestavlja po dolžini, lahko se uporablja vzporedno, zaporedno, izmenično.
- Omogoča lahko skladiščenje, saj za razliko od lesenih nosilcev različnih dolžin do 4,90 m, Speed s svojo enotno dolžino 1,4 m ne predstavlja problema pri skladiščenju. Ravno tako gradbeno podjetje kupi univerzalno dolžino (1,4 m) in torej ni potrebno več kupovati različnih dolžin lesenih nosilcev, ki potem velikokrat ležijo neizkoriščeni v skladišču.
- Enostavnost montaže - Epic Eco Sky Speed lahko sestavlja le en delavec, saj je lahek.

- Zmanjša stroške opaženja za najmanj 30 %. Pri uporabi nosilca Epic Eco Speed odpade potreba po uporabi vilic, saj se Speed direktno obesi na podpornik. S tem odpade strošek nakupa I nosilcev in nakupa vilic, s katerimi fiksiramo nosilce in vpadne glave.
- Enostavnost zaradi majhnega števila elementov - Epic Eco Sky Speed poenostavlja in izboljšuje postavitve opaža za stropno ploščo, saj sestavljajo stropni opaž Epic Eco Sky Speed samo trije elementi: podpornik, Eco Speed nosilec in Epic Eco kasetni element.
- Vsak nosilec Epic Eco Speed ima lahko na spodnji strani libelo, s katero lažje izravnamo stropno površino.
- Zelo nizka cena izposoje za celotni opažni sistem vključno s stropnimi ploščami. (Pri najemu klasičnega sistema z opažno ploščo in I-nosilcem, se lahko izposodi le nosilce, plošče pa je potrebno kupiti.)
- Zelo konkurenčna cena - Epic Eco Sky Speed sistem je pocenil stroške opažanja stropnih plošč za najmanj 30%, saj je cena kompletnega stropnega opažanja toliko nižja v primerjavi s katerikoli drugim stropnim opažnim sistemom.
(Jekleni stropni opaži niso konkurenčni zaradi teže, zato je potrebno jeklo zamenjati za aluminij, ki pa bistveno podraži sistem.)
- Nadomešča vse doslej uporabljene podporne sisteme, kot so I leseni nosilci, aluminijски nosilci, železni nosilci, trami itd.
- Lahko se uporablja pri izredno visokih temperaturah do 50° C. Brez problemov lahko prijemate Epic Eco (razbeljenega železa ne morete prijeti brez opeklin)
- Lahko se uporablja v vodi, tako slani kot sladki. Je edini opažni sistem, ki mu voda ne škoduje.
- Univerzalnost uporabe - lahko se uporablja v sklopu stropnega opažnega sistema Epic Eco Sky Speed ali tudi v kombinaciji z vsemi drugimi opažnimi sistemi (aluminijски kasetni sistemi, opažne plošče, vezane plošče, železni opažni sistemi itd.) kot podporni element stropnega opaža.
- Lahko se uporablja pri izredno nizkih temperaturah do -23°C, ko se človeška roka ne sme dotakniti kovinskih opažev, Epic Eco pa lahko brez problemov prijemate.
(Katalog Epic Eco, 2008, str. 42-55).

3.5.1 Pravilen potek sestavljanja Epic Eco Sky Speed

Sestavljanje Epic Eco Sky Speed sistema za stropni opaž se začne s pripravo podpornikov. Vse podpornike nastavimo na želeno višino, s tem da moramo upoštevati 10 cm debeline, ki jo zavzame opaž in 6 cm oz. 12 cm, ki jo zavzame nosilec Speed (glej sliko 32 in sliko 33). Ko imamo podpornike pripravljene, začnemo postavljati podpornike skupaj z nosilcem Speed. Da podporniki stojijo sami, uporabimo tronožce (glej sliko 32). Opaževanje začnemo v vogalu, ponavadi vzdolž najdaljše ravne linije. Še predno začnemo postavljati nosilce, je potrebno na te vgraditi čepe Speed. Na zgornji strani nosilca so narejene luknjice, v katerega lahko vstavimo poljubno število čepov. Samo število se spreminja, in sicer od 8 kos/na nosilec do 2kosa/nosilec. Na začetku konstrukcije je potrebno vgraditi več čepov, saj le-ti vzdržujejo večjo togost konstrukcije. Kasneje, ko je v kompoziciji spetih že več elementov in oz. če so le-ti tudi ujeti med obodne stene, pa lahko to število ustrezno zmanjšamo. Na nosilec sedaj lahko začnemo zlagati elemente, ki se zaklinijo med dva čepa. Potrebno je uporabiti čim večje število velikih elementov, na vogalih ali zaključkih pa uporabimo tudi manjše elemente. Kjer ne moremo pokriti opažne konstrukcije s kasetami, kombiniramo z leseno desko oz. opažno ploščo. Prav tako se tega poslužujemo za zapiranje špranj med zidom in opažno konstrukcijo.



Nastavitev tronožcev.



Nastavitev podpornikov na ustrezno višino.



Pritrditev podpornikov na tronožce.



Vstavimo nastavek na Speedu v podpornik, kar je velika prednost. Ne potrebujemo nobenih glav in vilic. Glava podpornika ne sme biti širša od 12 cm, fi luknje v podporniku pa ne manjši kot 4 cm.



Položimo Speed na dva podpornika.



Uhlji na Speedu so prirejeni, tako da lahko Speed stoji sam, brez podpornika.

Slika 32: Potek opaževanja za strop z Epic Eco Sky Speed (www.epic.si)



V Speed vstavimo stoperje, ki so namenjeni pritrjevanju Eco elementov med seboj.



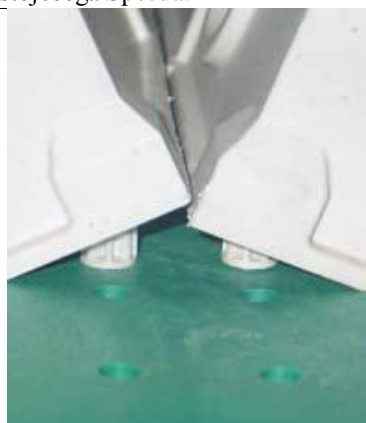
Zložimo Speed v Speed in imamo nastavljeno dolžino za naslednji podpornik.



Zgled samostoječega Speeda.



Razdalja med Speedi je vedno 70 cm.



Eco elemente med seboj pričvrstimo kot prikazuje slika. Prednost Speedov je v tem, da jih lahko uporabljamo tudi z opažno ploščo ali z drugimi sistemskimi opaži.



Libela za izravnavanje opaža.

Slika 33: Potek opaženja za strop z Epic Eco Sky Speed (www.epic.si)



Epic Eco Sky Speed



Z Epic Eco Sky Speedom lahko izdelujemo poljubne nosilce v ploščah.



Lahko zaključimo stropni opaž ali pa naredimo ograjo.



Speede lahko postavljamo v vse smer, lahko jih vežemo med seboj ali pa stojijo posamezno.



Ko je opaž zniveliran in so luknje na opažu zamašene, lahko pričnejo z montažo električne napeljave seveda pričvrstitev le-te ne sme biti z žebliki debelejšimi od 2,7mm, nato postavitev armature, naprej pa enako kot pri ostalih sistemih za opažanje.

Slika 34: Potek opaževanja za strop z Epic Eco Sky Speed (www.epic.si)

3.6 Vzdrževanje Epic Eco opaža

Pri vzdrževanju je potrebno upoštevati naslednja navodila proizvajalca:

- opaž je potrebno po vsaki uporabi redno očistiti;
- premazovanje prednje in hrbtne strani z opažnim oljem;
- čiščenje opaža je mogoče z visoko tlačnim čistilcem;
- takoj po vgrajevanju betona v opaž, z vodo očistiti hrbtno stran;
- potrebno je zapreti neuporabljene luknje za dywidag na opažu vijake s čepi;
- pri montaži in demontaži se uporablja samo gumi kladivo in ključ Eco;
- obvezna uporaba rokavic, čelade, delovne obleke ter delovne obutve;
- pri demontaži je obvezno shranjevanje veznega materiala v za to dostavljene posode;
- med fazami opaževanja shranjujemo opaž na lesene morale s hrbtno stranjo navzdol;
- pri vračilu upoštevamo zlaganje opaža na palete;
- prepovedano je kakršnokoli spreminjanje oblike opaža (rezanje, vrtanje...);
- dovoljeno je prenašanje 8 elementov skupaj, v kolikor je na opažih 1 dvižna kljuka, in 16 elementov, če dvigujemo z dvema kljukama v paru.

(Katalog Epic Eco, 2008, str. 76).

4 NORMATIVI

"NORMA" beseda je latinskega izvora in pomeni pravilo, vzor (SSKJ, 2000).

Današnji pomen te besede je bistveno širši. Številni raziskovalci v različnih razvojnih procesih so z različnimi metodami pridobivanja podatkov in analize le-teh, poizkušali odgovoriti na vprašanja kot so: kakšno zaporedje operacij, kakšen premik telesa in rok, v katerem položaju telesa, pri katerem razporedu materiala, orodja in strojev, lahko opravi skupina delovnih operacij za izdelavo izbranega proizvoda ob najmanjši potrošnji energije ljudi, strojev in materiala in ob najkrajšem delovnem času.

Ko so za eno skupino delovnih operacij ugotovili najugodnejši odnos proizvodnih dejavnikov, se ta postopek zabeleži kot pravilo, "norma". Nadaljnje raziskovanje utemeljuje, da vsaka skupina delavcev lahko doseže enake delovne rezultate, v kolikor se spoštuje normiran postopek dela, koriščenje orodja in strojev, seveda ob normalnih delovnih pogojih.

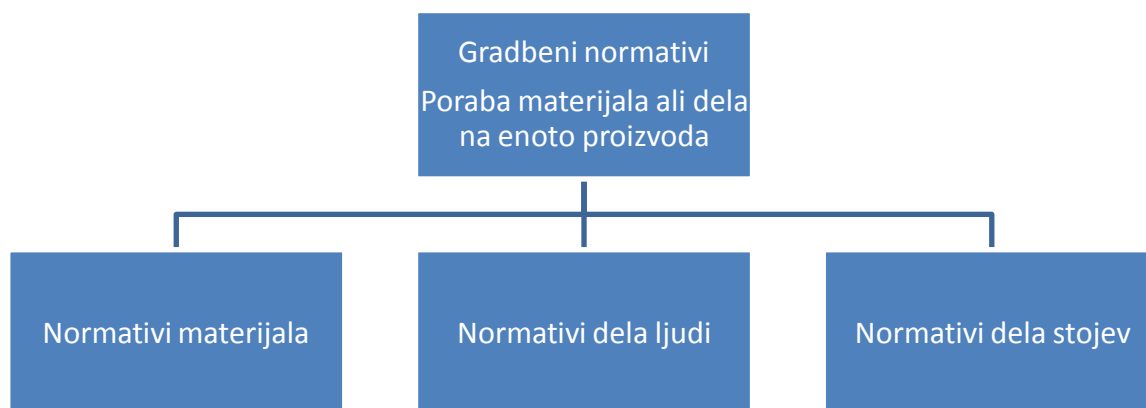
4.1 Pojem normativa / pojem norma

Normativ pove količino porabljenega materiala, ali količino delovnih ur delavca na enoto proizvoda.

Pod izrazom gradbene norme razumemo skupek odredb, ki definirajo potek dela. Predpisuje orodje in/ali stroje, normalne delovne pogoje na gradbišču, pri katerih je normativ mogoče doseči (www.gradri.uniri.hr)

4.2 Vrste gradbenih normativov:

Normativi se delijo glede na proizvodne vire: normativi dela ljudi, normativi dela strojev in normativi porabe materiala (slika 35).



Slika 35: Delitev na tri glavne skupine normativov (www.gradri.uniri.hr) .

4.2.1 Normativ dela ljudi

Človekovo delo je eden glavnih virov proizvodnega procesa. Človek je kreator in izvrševalec proizvodnega procesa in brez človeškega dela ne moremo narediti novega proizvoda. Obenem je človeško delo tudi najšibkejši člen proizvodnega procesa v odvisnosti od pogojev dela. Les ali kamen kot materiala, ki ju v proizvodnem procesu uporabljamo, imata enake lastnosti podnevi in v mraku, pri vetru, v hrupu, pri temperaturi od -20°C kot tudi pri $+100^{\circ}\text{C}$. V skladišču ju lahko hranimo skoraj neomejen čas. Če material minimalno zaščitimo, ne izgubi svojih npr. trdnostnih karakteristik.

V nasprotju z opisanimi materiali oz. viri lahko ugotovimo, da moramo ljudi kot ključen vir obravnavati povsem drugače. Človekovo delo je bistveno oteženo ali celo prekinjeno, če so delovni pogoji neprimerni. (na primer neustrezna svetloba, prenizka / previsoka temperatura, hrup, prah, primanjkovanje kisika ali prekomerna prisotnost drugih plinov v zraku, ki so škodljivi za zdravje). Učinkovitost človekovega dela je odvisna tudi od motivacije za doseganje cilja. Le ta pa je sega na področja psiholoških in socioloških vplivov na sam delovni proces in njegovo uspešnost.



Slika 36: Delitev faktorjev, ki vplivajo na človeka v proizvodnji. (Rodošek, 1998)

Delitev faktorjev, ki vplivajo na sam proizvodni proces, lahko v grobem razdelimo na tri večje skupine in sicer na biološko-psihološke in organizacijsko-sociološke, ki so po večini regulabilni oz. imamo vpliv nad njimi, in zunanji vplivi, ki so večinoma neregulabilni oz. nimamo ali pa je naš vpliv omejen (nimamo vpliva nad vremenom, itd.) (glej sliko 37).

- Na doseganje normativov vplivajo **zunanji delovni pogoji** na gradbišču:



Slika 37: Prikazuje zunanje vplive na človeka v proizvodnji. (Rodošek, 1998)

Zunanji vplivi na človeka v delovnem procesu so vremenski pogoji, nivo praha oz. drugih lebdečih delcev v zraku, ropot in ostali hrup, vlažnost in gibanje zraka, osvetlitev in kontaminatorji (glej sliko 37).

- VREMENSKI POGOJI

Klimatski pogoji oz. vreme so med najbistvenejšimi zunanjimi vplivi na delo in počutje gradbenega delavca.

PADAVINE

Padavine, ki nad določeno mejo praviloma pomenijo prekinitev dela na prostem oz. po posebnih gradbenih uzancah: te navajajo več kot 10 mm padavin v teku delavnika, več kot 300 mm snežne odeje in podobno, pomenijo avtomatsko podaljšanje roka gradnje za število dni s količino padavin nad mejno vrednostjo. (Rodošek, 1998)

TEMPERATURA

Prenizka temperatura povzroči prekomerno izgubo energije, okornost gibov in zato je delovna storilnost ljudi v takem vremenu manjša. Poleg slabše storilnosti pa so delavci tudi bolj podvrženi delovnim poškodbam, saj je telo le s težka optimalno segreto in pripravljeno za delovne napore.

Previsoka temperatura povzroča prekomerno potenje človeškega telesa in prezgodnjo utrujenost. Še posebno je neugodna direktna izpostavljenost sončnim žarkom.

Najprimernejši intervali temperature so, med 18° in 20°C za lahko delo, med 16° in 18°C za srednje težko delo, med 13° in 16°C za težko delo. Vendar to so povprečne vrednosti, ki veljajo za industrijske obrate, kjer se temperaturo lahko regulira.

Organizacijsko se skušamo prilagajati neugodnim klimatskim pogojem s primernim terminskim razporedom dela (pri čemer je treba pri prenizkih temperaturah delo tudi prekiniti), z uporabo ustrezne obleke in obutve, pa tudi s prestavljanjem čim večjega dela proizvodnje z odprtega prostora pod nadstreške, lope ali delavnice, z gretjem in zračenjem prostorov in podobno. (Rodošek, 1998)

- VLAŽNOST IN GIBANJE ZRAKA

RELATIVNA VLAGA

Za delo primerna vlaga je med 30% in 70%, kajti večja odstopanja delujejo moteče na delavca. Izrazito suh zrak moti dihalne poti, prevelika relativna vlaga pa preprečuje potenje in deluje zadušljivo. Relativna vlaga tudi spreminja človekovo subjektivno občutenje toplote, kar imenujemo efektivna temperatura, tako da npr. delavec enako občuti 13 °C ob relativni vlagi 70%, kot 18 °C ob relativni vlagi 30%.

(Rodošek, 1998)

GIBANJE ZRAKA

Gibanje zraka pri delu naj bi bilo tako, da se zagotovi najmanj 30m³ zraka na vsakega delavca v 8 urah dela, kar je pomembno zlasti za zaprte prostore. V njih lahko pride do prekomernega povečanja vsebnosti CO₂, ki pri vrednostih do 1,5% povzroča hitrejšo dihanje, pri vrednostih nad 8,0% pa pride do pojavov hude slabosti in nezavesti

delavcev. Tudi pretirana hitrost gibanja zraka (veter ali prepih) ni primerna za delo, zato naj bo manjša od 6-8 m/s. Močan veter lahko pomeni (pred vsem pri opažerskih in montažnih delih) tudi prekinitev dela na prostem, če bi to pomenilo ogrožanje varnosti delavcev ali delov opreme oziroma konstrukcije. (Rodošek, 1998)

- OSVETLITEV

Osvetlitev naj bo prilagojena vrsti dela, saj nezadostna osvetljenost vodi do zmanjšanja učinka, prezgodnje utrujenosti in povečanja števila napak oziroma izmeta. Osvetlitev naj bo enakomerna, brez bleščanja ali izrazitih kontrastov (senc), spekter umetne svetlobe pa naj bo čim bolj podoben sončnemu.

Primerno osvetlitev na prostem (zlasti za popoldansko in nočno izmeno) lahko zagotovimo s primerno razporeditvijo zunanjih svetil, za delo v obratih pa poleg splošne stropne osvetlitve še z dodatnimi lokalnimi svetili iznad delovnega mesta.

- HRUP IN ROPOT

- brez fizioloških posledic: v območju med 30 in 65 dB(A)
- prekomeren telesni in psihični napor med 65 in 90 dB(A)
- pojavi nevrovegetativnih motenj v območju med 90 in 120 dB(A)
- Nad 120 dB(A) nevzdržen hrup, ki vodi do okvar sluha

Meja še dopustnega trajnega hrupa je 90 dB(A), posamezni sunki hrupa ne smejo presegati 120 dB(A).

Vpliv dolgotrajnega hrupa na človeka je sorazmerno slabo raziskan, zato je pričakovati zmanjšanje navedenih mej hrupa, zlasti pri višjih frekvencah zvoka, ki so še posebej moteče.

Najustreznejši primarni ukrepi proti hrupu so načrtna izbira tehnologije, ustrezní izbor strojev in njihova dodatna protihrupna zaščita. Šele sekundarno se hrupu prilagajamo z obvezno uporabo osebnih zaščitnih sredstev za delavca. (Rodošek, 1998)

VIBRACIJE:

S hrupom so posredno povezane tudi vibracije strojev in naprav, ki prav tako motijo zbranost, pri večji intenzivnosti in daljšem učinkovanju pa škodujejo tudi zdravju. Tu

mislimo zlasti pri delovanju gradbenih vibratorjev, pnevmatskih kladiv, drobilcev, vibracijskih sit in podobnih naprav, ki tresejo s frekvenco med 1 in 40 Hz. Dopustne meje so odvisne od amplitude in od pospeškov teh vibracij, ki obe naraščata s frekvenco. (Rodošek, 1998)

- PRAH IN LEBDEČI DELCI

Prah in lebdeči trdi delci dražijo oči, nos, pljuča, nekatere vrste prahu so pa so tudi škodljive zdravju, ker lahko povzročijo silikozo ter druge bolezni respiratornega sistema, nekateri pa vodijo tudi do nastanka kancerogenih bolezni. Zlasti so nevarni v zraku lebdeči delci, manjši od 10μ , ki jih respiratorne poti ne morejo zadržati, zato jih je nujno že predhodno izločiti iz zraka.

Ukrepi za zmanjševanje vplivov prahu na delavca:

Za zmanjšanje vplivov imamo aktivno in pasivno zaščito. Pri aktivni zaščiti poskušamo izbrati tehnologije, ki ne povzročajo onesnaženja oz. je tega čim manj. Zmanjševanje na virih prahu zmanjšamo z ukrepi kot so: filtri, vlaženje, odsesavanje, itd..

Pri pasivni zaščiti pa govorimo o zaščiti delavca za varno delo v okolju s povišano koncentracijo prašnih delcev. V to zaščito spadajo maske, očala, itd..

- KONTAMINATORJI

Zdravju škodljive snovi v tekoči, trdni, plinasti obliki.

Trdne snovi: agresivne kemične sestavine nekaterih gradbenih materialov ali za škodljivo učinkovanje stranskih produktov teh snovi med časom vgrajevanja, npr. živo apno, razni praškasti aditivi v cementu in drugim gradbenim materialom in podobno.

Tekoče snovi: bitumni, razredčila, topila, laki, ...

Plinaste snovi: hlapne snovi, ki jih oddajajo kontaminatorji v tekoči obliki (dodatna nevarnost eksplozije hlapov) in pa pred vsem izpušni plini motorjev z notranjim izgorevanjem in plinskih grelcev, ki so v zaprtih in premalo prezračevanih prostorih tudi smrtno nevarni.

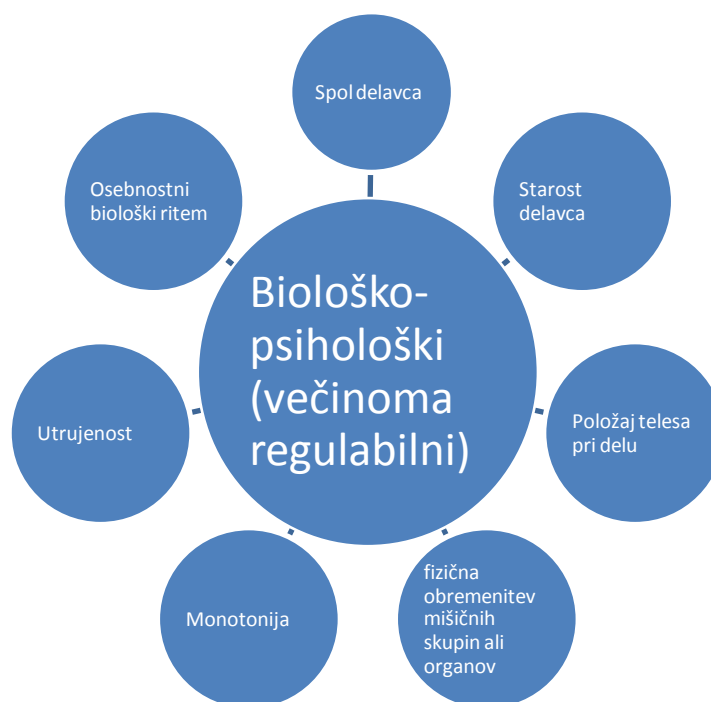
Ukrepi za zmanjševanje vplivov kontaminatorjev:

Za zmanjšanje vplivov imamo na razpolago aktivno in pasivno zaščito. Pri aktivni zaščiti poskušamo izbrati tehnologije, ki ne povzročajo onesnaženja oz. je tega čim

manj (orodja z motorjem z notranjim izgorevanjem zamenjamo z električnim). Zmanjševanje na virih onesnaženja zmanjšamo z ukrepi kot so: filtri, vlaženje, odsesavanje, itd..

Pri pasivni zaščiti pa govorimo o zaščiti delavca za varno delo v okolju s povišano koncentracijo polucije. V to zaščito spadajo maske, očala, zaščitne rokavice, prezračevanje, upoštevanje navodil za varno delo pri delu z nevarnimi snovmi, itd..

➤ Na doseganje normativov vplivajo tudi **biološko - psihološki delovni pogoji** na gradbišču prikazani na spodnji sliki:



Slika 38: Biološko-psihološki vplivi na človeka v proizvodnji, ki so večinoma regulabilni. (Rodošek, 1998)

To so faktorji, ki so odvisni od osebne konstitucije človeka samega. S primerno izbiro dela za posameznega delavca lahko organizator proizvodnje dokaj uspešno regulira vpliv večino biološko-psiholoških faktorjev.

- SPOL DELAVCA

Na splošno so moški primernejši za fizično zahtevnejša dela in za dela, ki so raznolika, oziroma psihično zahtevnejša. Ženske so navadno bolj vztrajne, manj jih moti monotonija ponavljajočih se opravil, so pa na splošno pri delu tudi skrbnejše. (Rodošek, 1998)

- STAROST DELAVCA

Mlajši delavci so primernejši za intenzivnejše delo ali delo s spreminjajočim se tempom oziroma različno intenzivnostjo. Na splošno praksa kaže, da so relativno manj previdni in zato bolj nagnjeni k delovnim nezgodam. Starejši delavci pa so primernejši za nekoliko bolj lagodnejša opravila z enakomernejšim potekom. So po večini previdnejši in zato manj podvrženi nezgodam, po drugi strani pa so bolj dovzetni za razna obolenja. (Rodošek, 1998)

- POLOŽAJ TELES PRI DELU

Idealen položaj: sedenje (osnovna za *primerjavo porabe energije*), vendar v gradbeništvu le redko mogoč položaj.

Dodatna poraba energije pri drugih držah:

| | |
|----------------------|------|
| delo stoje: | +6% |
| sklonjena drža: | +12% |
| delo kleče ali čepe: | +16% |
| delo leže: | +22% |
| delo nad glavo: | +36% |

S primernimi organizacijskimi ukrepi (npr. primerni odri, razni podstavki, naslonila za hrbet) lahko do določene mere vplivamo na ugodnejšo držo delavca. (Rodošek, 1998)

- FIZIČNA OBREMENITEV MIŠIČNIH SKUPIN ALI ORGANOV

Zlasti se je potrebno izogibati enostranskim obremenitvam in sunkovitim spremembam obremenitev, prav tako je pomembno, da se po možnosti zaposli za fizično različno zahtevno delo temu ustrezna mišična skupina (po hierarhiji: celo telo, cela roka, podlaht, dlan, prst).

Organizator proizvodnje naj bi opozarjal tehnologa in dajal praktične pobude za razbremenitev delavca vseh napornejših opravil. Ne le, da je ergonomsko dokazano, da je človek silno neekonomičen in energetsko potraten stroj, še dosti bolj pomembno je, da se delavca zaposli predvsem z intelektualnimi in psihičnimi opravili, ki jih pač stroji niso sposobni. Na tem področju velja splošno organizacijsko delo, da naj vsa fizično zahtevnejša dela načeloma opravlja stroj ne pa človek. (Rodošek, 1998)

- MONOTONIJA

Monotonija je prenasičenost delavca s ponavljajočimi ali dolgotrajnimi postopki majhne fizične in psihične zahtevnosti. Navadno je monotonija posledica pretirano specializirane delitve dela. Monotonija vodi kratkoročno do zmanjšanja pozornosti in s tem do povečanega izmeta ali tudi do nezgod, dolgoročno pa povzroča pri delavcih alineacijo od dela (odtujenost, apatičnost, nezainteresiranost, odpor). Ublažimo jo lahko s poživljajočimi avdiovizualnimi in dinamičnimi organizacijskimi ukrepi: glasbo, živahnimi barvami, predahi, zamenjavami delovnih mest in podobno. (Rodošek, 1998)

- UTRUJENOST

Utrujenost je reverzibilen psihofizični pojav, ki nastopa v obliki zmanjševanja intenzitete dela, manjše motiviranosti in počasnejše odzivnosti delavca na dražljaje ter upočasnenosti refleksov in gibov. Nekateri avtorji ločujejo fizično od psihične utrujenosti, ker se včasih zmanjšujeta na različne načine (proti fizični utrujenosti pomaga mirovanje, proti psihični pa velikokrat gibanje). Utrujenost pomeni začasno (trenutno) prekoračitev delavčeve povprečne zmogljivosti, zanjo je značilno dejstvo, da se delavčev organizem po primernem počitku docela vrne v stanje pred nastopom utrujenosti.

Pretirana utrujenost vodi v izčrpanost, ki pa je že deloma ireverzibilen pojav in se je v normalnih razmerah nikakor ne sme tolerirati. Izčrpanost pomeni, da si organizem tudi po daljšem počitku ne opomore popolnoma, kar lahko vodi do delavnih nezgod, pa tudi do obolelosti delavca, ki ni nujno takojšna, ampak lahko nastopi tudi mnogo kasneje in jo je zato zelo težko dokazati.

Utrujenost je odvisna tako od biološko-psiholoških lastnosti delavca, kot tudi od organizacijsko-socioloških pogojev dela, zato so tudi ukrepi proti njej različni.

(Rodošek, 1998)

- OSEBNOSTNI BIOLOŠKI RITEM

Vsak delavec ima svoj osebni (sebi lasten, specifičen) biološki ritem, ki pomeni večjo ali manjšo stopnjo telesne, miselne in čustvene dejavnosti ter odzivnosti na okolje. Čeprav se osebni biološki ritmi posameznikov lahko med seboj tudi znatno razlikujejo, obravnavamo njegove poglavitne zakonitosti na nekem področju, ki ima približno naslednjo obliko:

Osnovna značilnost biološkega delovnega ritma je, da se največja storilnost pojavi v dopoldanskih urah z vrhom nekje do odmora za kosilo, potem nastane manjša depresija do 16. ure, ko se pojavi ponovno večja storilnost in ta narašča do 20. ure potem začne delovna vnema hitro padati.

Iz tega sledi, da je izmensko delo manj ugodno in se ga je smotrno posluževati le v primerih, ko res ne gre drugače.

(Rodošek, 1998)

- Na doseganje normativov vplivajo tudi **organizacijsko-sociološki pogoji** prikazani na sliki 39:



Slika 39: Organizacijsko-sociološki vplivi na človeka v proizvodnji, ki so večinoma regulabilni. (Rodošek, 1998)

To so dejavniki, ki jih določajo pravilniki znotraj podjetja, zato so med vsemi tremi skupinami najbolj regulabilni. Nanašajo se (v nasprotju z individualno učinkujočimi zunanji in biološko-psihološkimi faktorji) predvsem na vedenje in učinek večje ali manjše delovne skupine. Najpomembnejši organizacijsko-sociološki faktorji so:

- TRAJANJE DELOVNE IZMENE

Človek ni stroj, zato je zanj značilno nihanje pozornosti in učinkovitosti. Pozornost in učinkovitost dela sta manjši na začetku (vpliv zagonse dobe) in proti koncu dela (vpliv utrujenosti). Posledica tega nihanja so razlike v količini izdelkov, kakovosti izdelkov in številu delovnih nezgod.

Delavec se šele po približno petih urah popolnoma vživi v delo, ob enem pa še ni utrujen, zato nastopi v tem času optimalna urna storilnost. Vendar pa je smotno z delom nadaljevati in sicer do približno osmih ur, ne glede na dejstvo, da urna storilnost

v šesti, sedmi in osmi uri nekoliko upade. Po osmih urah se namreč doseže optimalna dnevna storilnost (ki je definirana kot seštevek urnih storilnosti in je zato najbolj odvisna od dolžine delovne izmene). Dodatno podaljšanje delovne izmene preko osmih ur vodi do zmanjšanja dnevne storilnosti, ker dodatni čas dela ne more več kompenzirati rapidnega upadanja urne storilnosti.

Izsledki takih opazovanj vodijo do pogostih odločitev, da se srednje težko delo izvaja v izmenah po 8 ur, zelo težko delo pa v izmenah po 6 ur. To je prikladno tudi iz razloga, ker je tako možno organizirati v 24 urah (največ) tri osem urne in (največ) štiri šest urne izmene. V gradbeništvu prihaja pogosto do tehnoloških zastojev, ko je delavec samo prisoten in lahko smatramo, da v tem času delno počiva, zato utrujenost ni edino pravo merilo dolžine delovne izmene. Zaradi vpliva sezone je pri nas (razen v Primorju) delo v gradbeništvu pogosto prerazporejeno; poleti se dela 9 do 10 ur, pozimi ustrezno manj. Za pretežno mehanizirano (strojno) delo, kjer delavec predvsem streže stroju, ki mu ob enem določa tempo dela, (kjer nastopi pogosto tudi monotonija) oziroma pri intelektualnem delu (kjer nastopa predvsem psihična utrujenost, ki vodi do raztresenosti in s tem do pogostejših napak) so izsledki analogni in kažejo, da je pri takem delu optimalna dolžina izmene cca. 7 ur. (Rodošek, 1998)

- LEGA DELOVNE IZMENE

Obdobje delovne izmene v okviru 24 ur dneva je tesno vezano na povprečni biološki ritem človeka. Rezultati raziskav kažejo poleg zmanjšanja storilnosti v drugi popoldanski zlasti pa v tretji nočni izmeni napram prvi dopoldanski izmeni. Dokazano dejstvo da je začetek dela ob 6h zjutraj prezgoden, zlasti pozimi, ker to pomeni za delavce ki se vozijo iz bolj oddaljenih bivališč vstajanje ob 4.00 in 4.30, pri čemer za zajtrk navadno ni dovolj časa, prav tako pa večerna rekreacija temu delavcu sploh ni dosegljiva. Poskusna premaknitev začetka dopoldanske izmene na 8 uro je prinesla povečanje skupinskega učinka za +7 do +10%, obenem pa se je število nezgod zmanjšalo za -12%. (Rodošek, 1998)

- TEDNSKA RAZPOREDITEV DELA

Običajno sledi šestim delovnim dnevom prosta nedelja, ali pa petim delovnim dnevom prosta sobota in nedelja, pri čemer je izkušnja pokazala, da je druga varianta proizvodno ustrežnejša. (Rodošek, 1998)

- DNEVNA RAZPOREDITEV DELA IN DELOVNI RITEM

Osem urni ali sedem urni delavnik je navadno prekinjen s 30 minutami odmora za malico. V kolikor je delovna izmena daljša od osem ur, je potrebno organizirati 1 urni odmor za kosilo in sprostitev.

Težja fizično ali psihično zahtevna dela, je koristno prekinjati z več manjšimi odmori trajajočimi 5-10 min., kar mora biti vgrajeno v časovni normativ in kar vodi do določenega procenta odmorov ali spontanih predahov, ki lahko znašajo skupaj od 15 do 40% (izjemno celo do 60%) skupne dolžine delavnika.

(Rodošek, 1998)

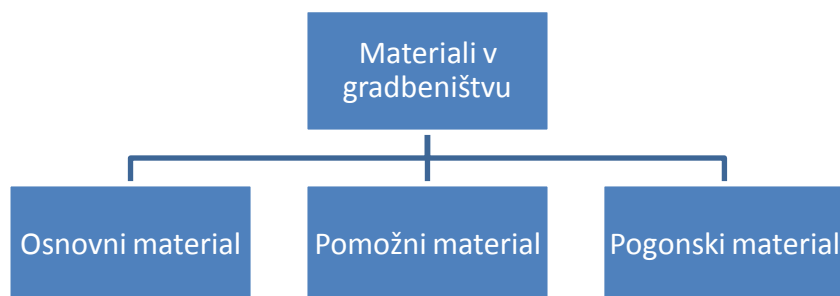
USTREZNA MOTIVACIJA DELOVNIH SKUPIN

Motivacija je nekakšno psihično gonilo, ki se manifestira kot notranja težnja (interes) posameznika ali skupine delavcev, da čim hitreje in čim bolje opravijo svoje delo. Za motivacijo je potrebno torej vsaj delno identificirati lastne osebne cilje s kolektivnim ciljem.

Organizacijsko lahko motivacijo spodbujamo z nekaterimi v naprej pripravljenimi ukrepi. Najbolje je, da obstaja neka stalna stimulacija to je nagrada za opravljeno dodatno delo, ki je lahko materialne ali pa nematerialne (moralne) narave, najbolje pa kombinacija obeh. Stimulacija naj praviloma raste močnejše kot presežek učinka, mora biti pa tudi takojšnja oziroma spontana, sicer se njen učinek porazgubi oziroma izniči. Za vse zaposlene, vključno z vodstvenim osebjem, je zelo pomembna splošna klima v podjetju, katere ugodnost, lahko bistveno vpliva na kreativnost idej in zainteresiranost posameznika za uspeh celega podjetja. (Rodošek, 1998)

4.2.2 Normativ materiala

V gradbeništvu delimo materiale na osnovne materiale, pomožne materiale in pogonske materiale, kar je prikazano na sliki 40.



Slika 40: Prikaz delitve materialov v gradbeništvu (Pšunder, Klanšek Šuman, 2008)

Med osnovne materiale prištevamo vse tiste, ki neposredno vplivajo na izvedbo tehnološkega procesa in ostanejo vgrajeni v gradbeni izdelek ali objekt, npr. cement, les, gramoz, betonsko železo in drugo. Med pomožne materiale prištevamo vse tiste, ki posredno vplivajo na izvedbo tehnološkega procesa in praviloma ne ostanejo vgrajeni v gradbeni izdelek ali objekt, npr. žebli žica, material za odre in podobno. Med pogonske materiale pa prištevamo vse tiste, ki porabljajo za pogon mehanizacije in delovnih naprav, npr. bencin, nafta, elektrika, plin in premog.

To poglavje je za določanje normativov za opaže Epic Eco manj pomembno, zato ga bom obdelal manj podrobneje. Velja zgolj omeniti dva podatka, ki pa spadata v to skupino in sicer: Poraba juvidur cevi oz. distančnikov pri opaženju sten in poraba opažnega olja pri delu z opaži Epic Eco.

Glede na karakteristike opažev Epic Eco je potrebno pri stenskem opaženju do višine $h_{\text{opaža}}=2,80\text{m}$ za vsak m^2 zidu izvesti tri vezave z betonskimi vijaki. Posledično potrebujemo povprečno 1,5 kosa distančnikov na vsak m^2 opaža.

Premazi za opaže so najpogosteje izdelani na osnovi sintetičnih smol ali polimerov za večkratno uporabo ali pa vodne suspenzije, mineralna olja, tehnični vazelini za enkratno uporabo. Nanašajo se na površino opaža s ščetko, valčkom ali pa z brizgalko. Po vsaki

uporabi je potrebno opaže mehansko očistiti, s krtačo ali kovinskim strgalom, da dobimo lep izgled betona pri naslednji fazi betoniranja.

Eco-oplatin je opažna emulzija na osnovi aditivov in voska emulgiranega v vodi. Posebno je primerna za aluminijško legirane in ostale kovinske opaže. Ne razjeda silikonskih spojev med kovinskim okvirjem in polnilno ploščo. Nanaša se ročno v tankem sloju, s krpo, čopičem, valčkom ali z brizgalko. Poraba te emulzije je odvisna od gladkosti opaža in se giblje v mejah od $0,015 \text{ kg/m}^2$ do $0,025 \text{ kg/m}^2$.

(Ćirović, Mitrović 2008)

Poly-oplatin je enokomponentno opažno olje na osnovi mineralnih olj in posebnih emulgatorjev. Z nanašanjem na opaž se tvori relativno stabilen sloj med opažem in betonom. Snov se ne meša z komponentami betona in na površini betona ne pušča nobenih sledi. Uporablja se pri betoniranju za premazovanje opažev iz lesa, lesonita, panel-plošč, jeklenih in poliestrskih opažev. S pazljivim odvajanjem opaža od betonske konstrukcije je moč doseči zelo lep izgled betonske površine, kar je zelo pomembno pri neobdelanih betonskih površinah (garažne hiše, rampe,...). Na opaž se nanaša s čopičem, valjčkom ali z brizgalko. Premazovanje je potrebno za vsako fazo betoniranja posebej. Poraba opažnega olja je odvisna od vrste opaža na katerega se nanaša. Povprečna poraba se giblje okoli $0,20 \text{ kg/m}^2$ opaža.

(Ćirović, Mitrović 2008)

Za opaže Epic Eco je praksa pokazala, da lahko privzamemo navedene vrednosti normativa glede porabo opažnega olja ($0,20 \text{ kg/m}^2$ opaža), saj je površina opaža zelo gladka in tudi s staranjem opaža se površina opaža ne spreminja.

4.2.3 Normativ dela strojev

Mehanizacija v gradbeništvu ali gradbeni stroji so naprave z lastnim pogonom na različne vire energije, npr. bencin, nafta, elektrika plin. Ti viri energije se lahko pretvarjajo v mehansko energijo neposredno preko motorjev ali posredno preko medijev, npr. stisnjen zrak, para. Za razliko od mehanizacije je oprema stacionarna ali mobilna naprava brez pogona. Tako mehanizacija kot oprema sta bistvena dejavnika večanja ekonomičnosti in produktivnosti grajenja na dva načina:

-Prvi način: živo delo nadomestimo s strojnimi delom in delom delovnih naprav;

-Drugi način: živo delo z mehanizacijo in opremo organiziramo tako, da manjšamo čas njune uporabe.

Pri nadomeščanju živega dela z delom strojev in naprav zmanjšujemo stroške ter s tem povečujemo ekonomičnost gradnje. Pri tem smo omejeni s stopnjo mehanske opremljenosti in zasedenostjo kapacitet. V primeru nezasedenosti kapacitet postaneta mehanizacija in oprema velik strošek za zaradi amortizacije in režijskih stroškov. Enako velja za proizvodne objekte, če kapacitete niso zasedene z proizvodnjo.

Pri organizaciji živega dela z mehanizacijo in opremo vplivamo na produktivnost potroškov mehanizacije in opreme ali na izrabo delovnega časa mehanizacije in opreme. Izraba delovnega časa je odvisna od vrste okoliščin, na katere ne moremo vplivati pri upravljanju dela z mehanizacijo in opremo, npr. vrsta in obseg del, vremenske razmere, višina podtalne vode pri izkopih, cestne povezave ipd. Podobno je izraba delovnega časa odvisna od organiziranosti dela npr.:

- način nagrajevanja delavcev za opravljeno delo s stroji in opremo;
- sinhronizacija kapacitet strojne verige, npr. vodilni ali ključni stroji ne sme predstavljati "ozkega grla";
- strokovna usposobljenost delavcev, npr. strojnikov gradbene mehanizacije, upravljalcev opreme in vzdrževalcev;
- vzdrževanost strojev;
- pravilen izbor vrste in velikost strojev;
- delovne razmere;
- možnosti oskrbovanja z energijo;
- nadomestljivost strojev in naprav v primeru okvar.

Vsako gradbeno podjetje za prevzem in rentabilno izvajanje del mora izkazovati neko minimalno stopnjo mehanske opremljenosti. Pretirana mehanska opremljenost zaradi visokih režijskih stroškov, kamor sodi tudi amortizacija, povzroča nekonkurenčnost ponudbenih cen in v skrajnih primerih tudi propadanje podjetja. Zato je primerna mehanska opremljenost različna za vsako podjetje in jo je potrebno skrbno izbirati.

Za opažerska dela je ključnega pomena dvigalo na gradbišču. V praksi tu najpogosteje nastanejo ozka grla, saj uporabljajo dvigalo na eni strani tesarji za postavljanje opaža, armirači za prenos armature, kakor tudi vsa nakladanja in razkladanja gradbenega materiala. Obenem se hkrati pogosto tudi betonira s pomočjo dvigal.

V svoji analizi sem izločil dvigala oz. sem upošteval, da se vse dela ročno. Razlika med ročnimi prenosi in uporabo dvigal nastopi pri postavljanju stenskega opaža, saj se sistem v naslednjih fazah premika v celih sklopih, kar bistveno spremeni normativ časa za postavljanje opaža. Razlog za takšno predpostavko je prvotni koncept Epic Eco sistema, ki je bil primarno razvit za ročno delo. Pri opaženju ostalih elementov, stropih, stebrih ali temeljih pa dvigalo bistvenih razlik ne prinese, razen v primeru stropnega opaža, ko ga selimo v višje nadstropje, kar pa bom zanemaril.

4.3 Namen normativov

Normative časa in materiala potrebujemo:

- za planiranje potrebnega števila delavcev na gradbišču;
- za planiranje potrebne količine opaža na gradbišču;
- za planiranje potrebne količine mehanizacije ali opreme;
- za planiranje oz. formiranje proizvodne in prodajne cene gradbenih del in gradbenih objektov;
- za kontrolo števila izvedenih ur delavcev, strojev in količine materiala;
- za zagotavljanje zahtevane kakovosti del;
- za zaščito delavcev od prekomernega izčrpavanja in zagotavljanje normalnih delovnih pogojev.

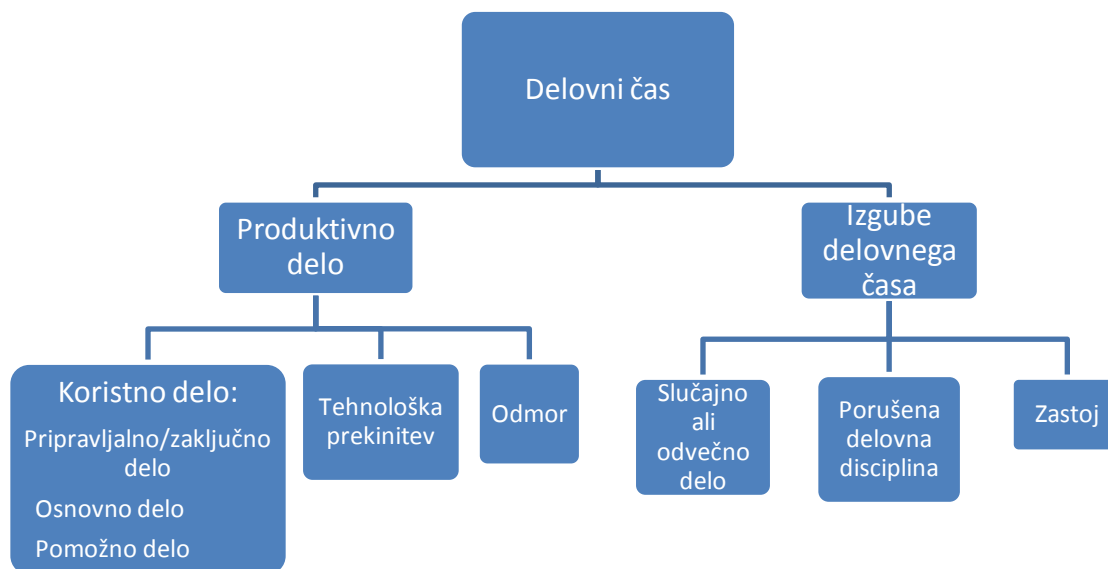
4.4 Struktura časa v normativu dela

S preučevanjem delovnega časa želimo ugotoviti porabo delovnega časa za neko delovno operacijo ali delovni postopek, da bi na ta način določili normativ porabe delovnega časa za to delo ali pa samo ugotovili izgube delovnega časa v delovnem procesu.

4.4.1 Delitev delovnega časa

Delitev delovnega časa zajema čas produktivnega dela in izgube delovnega časa za neproduktivno delo (prikaz na sliki 41). Čas produktivnega dela je čas, potreben za

delovno operacijo, delovni postopek ali izdelavo proizvoda. Deli se na koristno delo, odmor in tehnološke prekinitve.



Slika 41: Splošna delitev delovnega časa (Pšunder, Klanšek Šuman, 2008)

Koristno delo vključuje potreben čas za izvršitev pripravljalno zaključnega, osnovnega in pomožnega dela.

Pripravljalno zaključno delo se nanaša na preveritev urejenosti strojev, mehanizacije in opreme, na pripravo delovnega mesta in na pripravo materiala v začetku delovne izmene.

Osnovno delo obsega vse delovne operacije, ki so v neposredni zvezi z izvršitvijo delovne naloge v gradbenem procesu.

Pomožno delo je sicer povezano z izvrševanjem osnovnih delovnih operacij, vendar se s pomočjo tega dela ne izvršuje gradbena proizvodnja.

Odmor vključuje čas, potreben za običajne kratkotrajne prekinitve dela zaradi oddiha in fizioloških potreb delavcev. Čas za malico ni vštet v odmor.

Tehnološke prekinitve so posledica pomanjkljivosti organizacije dela. Predvsem zaradi narave dela v gradbeništvu se jim ne moremo izogniti.

V izgube delovnega časa za neproduktivno delo sodi ves neproduktivno porabljen čas med proizvodnjo ali med izvrševanjem delovne naloge. Izgube delovnega časa vključujejo slučajno ali odvečno delo, zastoje pri delu in porušeno delovno disciplino. (Pšunder, Klanšek Šuman, 2008)

4.4.2 Način merjenja porabe delovnega časa

Merjenje delovnega časa se lahko nanaša na živo delo, strojno delo ali na kombinacijo obojega. Za merjenje porabe delovnega časa v gradbeništvu uporabljamo različne metode. V praksi se največkrat uporabljajo naslednje metode merjenja delovnega časa:

- metoda kronometraže,
- metoda fotopregledov,
- metoda posnetkov delovnega dne in
- metoda naključnih posnetkov.

Uporabnost posamezne metode je odvisna od vrste dela, stopnje razčlenjenosti delovnih operacij in od cilja merjenja delovnega časa. Ne glede na to, katera metoda se uporablja, je vedno potrebno določiti in opisati značilne podatke o delu. Vpis podatkov o delu se opravi v naprej pripravljen obrazec, ki mora podati detajlno sliko delovnega procesa. V pripravljen obrazec se tako vpišejo:

- podatki o delovni operaciji, mestu in času merjenja;
- podatki o delavcih, npr. ime priimek, starost, izobrazba, kvalifikacija, intenzivnost dela;
- opis orodij, naprav in strojev;
- opis dela in uporabljenega materiala;
- opis organizacije in tehnike dela, način obračuna in mersko enoto izdelka ali storitve.

(Pšunder, Klanšek Šuman, 2008)

4.5 Kako se določajo normativi?

Normiranje dela je v splošnem postopek izračunavanja oziroma določanja povprečne porabe časa za produktivno delo, porabe materiala in porabe energije za delovno operacijo, enoto izdelka ali enoto storitve. Povprečni porabi časa pogosto pravimo standardizirana poraba ali normirana poraba.

Rezultat normiranja dela je normativ. Elementarni normativi določajo povprečne porabe čas, materiala in energije za delovne operacije. Kompleksni normativi, ki jih v praksi kratko imenujemo normativi, določajo povprečne porabe naštetih elementov v večjem številu delovnih operacij, potrebnih za enoto izdelka ali enoto storitve.

(Pšunder, Klanšek Šuman, 2008)

4.5.1 Normiranje porabe časa

4.5.1.1 Normiranje porabe časa s preučevanjem delavnega časa

Pri poglavju 4.4. Preučevanje delovnega časa smo omenili štiri metode merjenja porabe delovnega časa, med katerimi v gradbeništvu najpogosteje uporabljamo metodo kronometraže in metodo fotopregledov.

Podobno kot za ročno delo ugotavljamo tudi povprečno porabo časa za ročno-strojno in strojno delo. Pri ročno-strojnem in strojnem delu moramo pred opravljanjem meritve porabe časa ugotoviti stalnost tehnološkega procesa, usposobljenost delavcev na strojih, morebitne zunanje vplive ali motnje ter iztrošenost strojev. Nato analiziramo pravilnost izbire in razporeditev strojev. Za merjenje strojnega dela lahko glede na vrsto stroja in vrsto dela uporabljamo naslednje merilne naprave:

- merilne ure, ki se priključijo na stroj ki merijo učinkovito delo in zastoje;
- števec polnjenja, ki merijo bremenitev ali maso tovora;
- števec operacij, ki merijo število cikličnih delovnih operacij;
- tahografe, ki merijo hitrost in pot vožnje transportnih sredstev;
- trifazne števec, ki merijo porabo električne energije;
- elektronske pretočne števec, ki merijo porabo tekočega goriva.

(Pšunder, Klanšek Šuman, 2008)

5 ANALIZA NORMATIVOV NA PODLAGI TERENSKIH RAZISKAV GRADBIŠČ

V prejšnjem poglavju sem natančno opisal, kako in kateri dejavniki vplivajo na normativne čase v proizvodnji oz. gradbišču. Ker je teh spremenljivih faktorjev zares veliko, se lahko kaj hitro slika zamegli. Zelo težko je na podlagi vseh podatkov izluščiti, kateri so upravičeni zastoji na gradbišču in kateri neupravičeni in je potrebno podatke zaradi tega korigirati. Zato se zgodi, da dobimo velika odstopanja med zbranimi podatki iz gradbišč. Najverjetneje bi se normativ z večanjem vzorca testiranja izjasnil. Tudi sam sem se trudil povečati vzorec testnih gradbišč, saj sem se pogosto srečeval s komentarji v stilu: »Vse je bilo v redu, samo beton je zamujal, armatura ni prišla pravočasno iz železokrivnice, deževalo je, bila je "pasja vročina",...«

Druga težava, s katero sem se srečeval, je stopnja izobrazbe oz. usposobljenosti delavne sile. Vsa večja podjetja in tudi nekatera manjša najemajo delovno silo preko specializiranih podjetij, ki pripeljejo delovno silo iz dežel bivše države Jugoslavije, Romunije, Bolgarije, Slovaške, itd. Delavci niso ustrezno usposobljeni in lahko trdimo, da današnje stanje ne ustreza normativom glede na stopnje usposobljenosti, kot jih navajajo GNG GRADBENE NORME GIPOSS. Tudi če po nekem času določen delavec osvoji določena dela, morda ne bo dolgo na gradbišču, saj vlada znotraj posredovalnih podjetij velika fluktuacija delovne sile. Na podlagi lastnih izkušenj sodim, da je najbolj racionalno, da privzamemo, da so vsi delavci enako usposobljeni, ter da jim pripišemo polkvalificirano usposobljenost.

Iz dejstva, da delavci prihajajo iz tujine, praviloma brez družin, kot začasni ekonomski imigranti, sledi, da je delovna izmena bistveno daljša, kot je priporočena dolžina delovne izmene. Ponavadi delavci delajo od 10 do 12 ur dnevno 6 dni v tednu. Praviloma si ti delavci sami želijo delati toliko časa, saj jim prosti dnevi nič ne pomenijo, ker ga ne morejo preživeti v normalnem družinskem okolju. Delavci imajo štiri do pet odhodov domov na leto oz. nekateri tudi več, odvisno tudi od oddaljenosti doma od delovnega mesta. Tukaj ne vidim smisla korekcije normativa zaradi dolžine delovne izmene, saj je 8 urni delavnik velika izjema, bolj vezana na nekatera podjetja javnega sektorja. Normativ ima namen opisati dejansko stanje, zato se na dolžino delovne izmene ne bom oziral.

V tem času je gradbeništvo v Sloveniji v nezavidljivem položaju, gradbena podjetja so v slabem likvidnostnem stanju in pritiski se preko vodilnih prenašajo tudi na vodje gradbišč, delovodje in na koncu na delavce. Delovna morala je po večini slaba, le-to pa tudi vpliva na doseganje delovne storilnosti. Čeprav je ta vidik sociološke narave in se tudi razlikuje od podjetja do podjetja, pa ga v krizi, v kateri se je znašlo slovensko gradbeništvo, moramo upoštevati. Kot obrazložitev stanja moram omeniti primer podjetja Vegrad-a d.d., ki je za podjetje Epic d.o.o. gradilo objekt Motel Epic. To je srednje velik hotelski objekt z 40 sobami v pritličju in 2 nadstropjih. Ker je objekt lociran 5 km od sedeža podjetja, sem se odločil, da jih bom natančneje spremljal in beležil izmerjene čase za opaženje, razopaženje in čiščenje. Objekt se je začel graditi še pred začetkom agonije s plačami delavcev in poplačilom dobaviteljev. Posledično je bilo tudi delo opravljeno v rokih in po solidno doseženih časih. Ko pa je kriza

drastično zarezala v pravice delavcev in je začelo prihajati do zastoja dobave materialov, potem je vsa stvar šla iz nadzora in so bili pridobljeni podatki povsem neuporabni, saj so za enako delo potrebovali tudi od 2 do 3 krat več časa. Nadalje smo lahko opazili, da je ob zmanjšani motivaciji prihajalo do prekomernih poškodb opažne opreme, ki pa lahko hitro dosežejo kritične vrednosti.

5.1 Normiranje

Najprej sem dela razdelil na več sklopov, za katera lahko samostojno opravimo merjenje časa. Ti sklopi del so ločeni glede na vrsto del, ki potekajo na gradbišču.

Ti sklopi so:

- opaženje temeljev,
- opažanje sten,
- opažanje stebrov,
- opažanje stropov.

Čeprav se faze velikokrat prepletajo (opaženje sten in stropa) ali dopolnjujejo (sten in stebrov), pa lahko za vsak sklop posebej ugotovljamo normativ. Po navadi se tudi dela opravljajo ločeno, stene opaža postavlja ena skupina in z nekaj dnevnim zaostankom druga skupina delavcev postavi opaž za ploščo.

Prav tako lahko dela na posameznih sklopih razdelimo na tri dele, ki se vedno pojavljajo v enakem zaporedju.

Tipična dela pri opaženju:

- postavitve opaža,
- demontaža opaža,
- čiščenje opaža.

Ta razdelitev se mi zdi nujna iz vidika določanja časa porabe delavnih ur delavcev za posamezne sklope. Opaženje sten poteka skoraj kontinuirano in bi lahko celo upošteval kar skupne čase. Pri procesu betoniranja plošče pa so statične zahteve lahko

zelo različne. Če lahko enostavne konstrukcije z majhnimi razponi in enostavno statično zasnovo in z nekaj dodatnega podpiranja razopazimo že po 5 dneh, predstavljajo zahteve statike opaža večjih konstrukcij tudi po nekaj mesečno podpiranje. Te zahteve se pojavijo predvsem tam, kjer začne zgradba šele kot celota prevzemati polne obremenitve in meriti skupni čas na m² plošče ne bi bilo smiselno.

Opazovana gradbišča sem začel spremljati po naročilu opaža. Čas smo začeli beležiti od trenutka, ko je bil opažni material razložen na gradbišču. Vsi so imeli na razpolago opažni načrt, ki je bil za vsa gradbišča enako kvalitetno izdelan, in tudi težavnostna stopnja je bila primerljiva za vsa gradbišča. Razlikovali pa sta se obsežnost del in struktura ljudi, ki je delala z opažem.

Čas do betoniranja se je štel za postavljanje opaža, čas od pričetka razstavljanja pa do zlaganja na deponijo za čiščenje se je smatral za čas demontaže in čas čiščenja se je meril toliko časa, dokler ni bil opaž primerno očiščen in pripravljen za odvoz.

5.1.1 Določanje normativov za temelje:

Betoniranje temeljev in s tem tudi postavljanje opaža za temelje ima svoje posebnosti. To so v principu nizke konstrukcije, ki pa imajo praviloma kar precejšnjo širino, posledično se v temelje vgradi relativno velika količina betona. Pri betoniranju se le pri večjih zgradbah doseže kontinuiteta betoniranja, in večkrat se zgodi, da se uporabi več opažev, kot je optimalno določena količina opaža. To pomeni, da so faze betoniranja bistveno večje oz. se, če je le mogoče temelje zalije naenkrat. Posebnost betoniranja temeljev je tudi v tem, da so temelji ena od prvih večjih del na gradbišču, na katerem velikokrat sploh še ni vzpostavljena vsa infrastruktura (dovozne ceste, dvigala, deponije,...) ali pa je le-ta v fazi izgradnje.

Pri opaženju temeljev sem opazil dve težavnosti glede na višino temeljev. Opaži Epic Eco so narejeni v modulu 70 cm. Tu je potrebno omeniti, da je tudi vogalni element višine 70 cm, kar posledično pomeni, da je bistveno manj dela, če višina temeljev te višine ne presega. Zato bi delil težavnost opažerskih del za temelje v dve kategoriji, za kateri sem opazil razlike v času opaženja, to je za temelje do višine 70 cm in za temelje nad višino 70 cm.

Temelji so v tlorisu geometrijsko v večini zaokroženi na 10 cm oz. jih lahko brez posledic zaokrožimo, kar nam daje veliko prednost, saj nam ni potrebno vstavljati lesenih zaplat. Kjer je velika izbira elementov in so le-ti tako po vertikali kot po horizontali kompatibilni, lahko delo poteka hitro ter učinkovito.

Ker je delo le izjemoma nad višino glave, je delovno manj intenzivno in rezultati za m² opaženja temeljev so bistveno boljši, kot za podobno kvadraturu pri opaženju sten.

Tu moram priznati, da je bilo težko dobiti primerno velik reprezentativen vzorec. Praviloma gradbena podjetja in tudi zasebni graditelji za temelje uporabijo svoje že iztrošene elemente ali pa kar lesene deske slabše kakovosti.

5.1.1.1 Temelji do višine 70 cm:

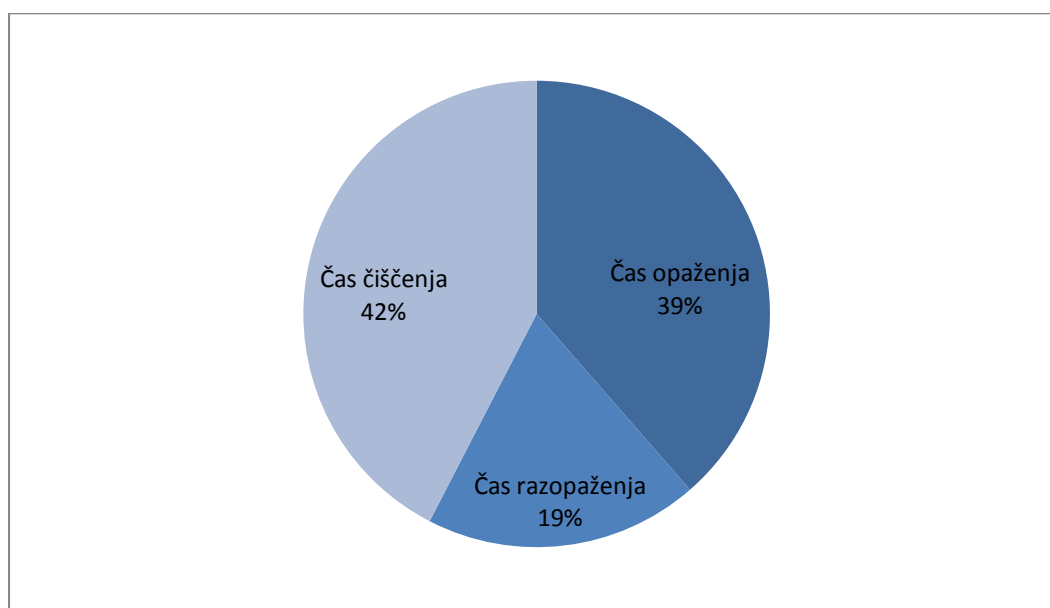
Delo z opažem do višine 70 cm je izjemno lahko, kajti na tej višini še ne prihaja do zelo velikih napetosti sveže betonske mešanice in lahko že z zelo enostavno improvizacijo razpiranja bistveno izboljšamo normativne čase. Opaži Epic Eco so narejeni v modularni mreži 70 cm. Osnovni element je dimenzij 70x140 cm, notranji vogalni element je višine 70 cm. Sestavljanje opaža za temelje se po navadi začne potem, ko so armirači že zaključili svoje delo. Elemente se vgrajuje leže, vse daljše stranice poizkušamo narediti z velikimi elementi, v vogalih oz. tam, kjer to ni mogoče, pa pridejo v poštev tudi manjši elementi, ki se vgrajujejo vertikalno. Opaž lahko v tla pritrdimo s kosom lesa, ki ga z železnimi sorniki zabijemo v podložni beton. Les preprečuje odmike opaža in izravnava njegovo linijo. Ker napetosti pri tej višini niso zelo velike, lesena opora nadomesti prvo vrsto betonskih vijakov. Tako je potrebno betonske vijake vgraditi šele na sredini opaža, kjer pa jih potrebujemo bistveno manj, poleg tega pa je dostop lažji, saj tam ni toliko armature.

Na voljo sem imel vzorec s 5 gradbišč, ki so imela podobno težavnost opaženja, v vseh primerih gre za opaženje temeljev stanovanjskih hiš. Kvadratura se je gibala od 72 m² pa do 233,24 m². Za delo z opažem so potrebovali različno število delavcev, od dveh delavcev na gradbišču 2, do šestih na gradbišču 3, vendar so se tudi v tem primeru delavci prerazporedili v dve skupini. V opazovanih petih skupinah gradbišč se je izoblikovalo mnenje, da je optimalno, da v skupini delajo 3 ljudje. Delo je

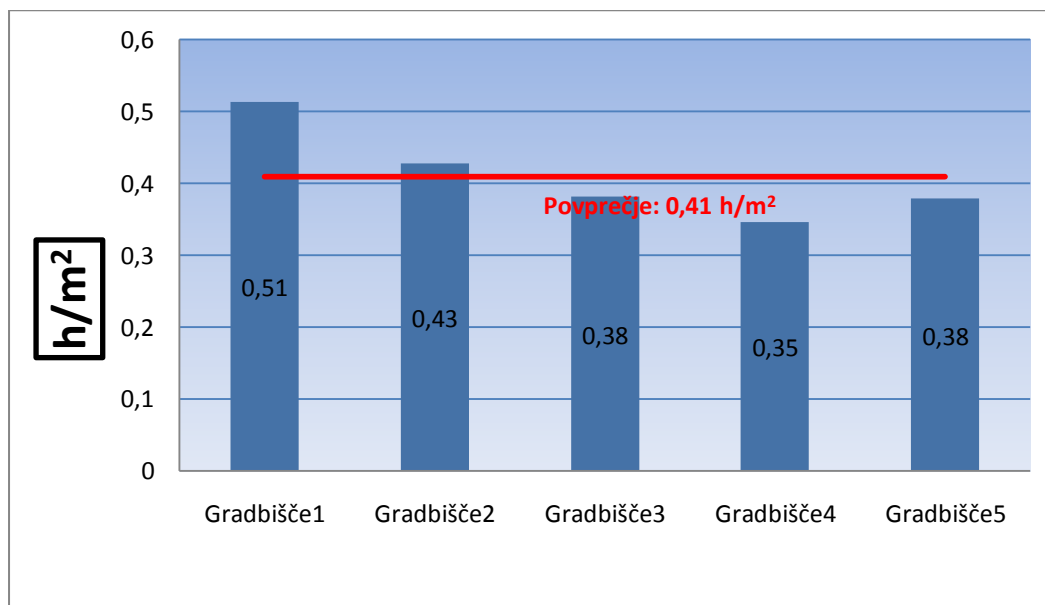
potekalo v mesecih od maja do oktobra, iz česar lahko sklepamo, da so bili za delo optimalni pogoji.

Preglednica 2: Časi, izmerjeni za posamezne faze procesa opaženja, za opazovani vzorec 5 gradbišč (temelji do višine 70 cm).

| | Kvadratura opaža (m ²) | Skupni čas (h) | Čas opaženja (h) | Delež v % | Čas razopažanja (h) | Delež v % | Čas čiščenja (h) | Delež v % | Čas del na enoto mere h/m ² |
|------------|------------------------------------|----------------|------------------|-----------|---------------------|-----------|------------------|-----------|--|
| Gradbišče1 | 72 | 37 | 15 | 40,5% | 8 | 21,6% | 14 | 37,8% | 0,51 |
| Gradbišče2 | 112 | 48 | 18 | 37,5% | 9 | 18,8% | 21 | 43,8% | 0,43 |
| Gradbišče3 | 233 | 89 | 30 | 33,7% | 17 | 19,1% | 42 | 47,2% | 0,38 |
| Gradbišče4 | 98 | 34 | 14 | 41,2% | 8 | 23,5% | 12 | 35,3% | 0,35 |
| Gradbišče5 | 132 | 50 | 20 | 40,0% | 6 | 12,0% | 24 | 48,0% | 0,38 |
| Povprečje: | | | | 38,6% | | 19,0% | | 42,4% | 0,41 |



Grafikon 2: Povprečni deleži časov za posamezna dela v skupnem času, za opažanje temeljev do višine 70 cm (povprečje meritev s 5 gradbišč)



Grafikon 3: Prikaz porabe časa na enoto mere opaža, pri izdelavi opaža za temelje do višine 70 cm (vzorec 5 gradbišč).

Iz opravljenih meritev, analize dobljenih rezultatov in analize uporabljene tehnologije opažanja lahko ugotovimo sledeče.

Sama postavitvev opažev je zelo učinkovita, opaž ima veliko gradnikov-elementov, ki nam pomagajo, da jih lahko povežemo v celoto. Za postavitvev opaža so delavci potrebovali 38,6 % skupnega časa ali $0,16 \text{ h/m}^2$. Tu je bil v veliko pomoč opažni načrt, tako da so delavci samo zložili elemente v pravilnem vrstnem zaporedju. Prav tako so delavci praviloma hitro razumeli princip dela, tako da s samim sestavljanjem ni bilo večjih težav.

Še učinkovitejša je demontaža, saj le-to lahko delamo zelo sistematično, in sicer delavec najprej pobere vse zagozde iz opaža, nato vse kline, razrahlja in odstrani betonske matice in vijake, itd.. Ves droben material je po potrebi očistiti in takoj sproti dati v zaboje pripravljene za shranjevanje. Na koncu odstranimo še elemente iz konstrukcije in jih zložimo na kup, kjer se bo te elemente očistilo. Za to delo so delavci potrebovali 19 % skupnega časa ali $0,08 \text{ h/m}^2$.

Časovno potratno pa je čiščenje elementov. Za čiščenje so delavci porabili kar 42,4 % skupnega časa ali $0,17 \text{ h/m}^2$. Ta podatek je kar nekoliko alarmanten, saj delavci dlje čistijo opaž, kot pa ga sestavljajo. Zaradi višine zmrzilske cone, ki je v Sloveniji med

80 in 100 cm, je višina temeljev do 70 cm zelo pogosta. Pogosto pa se dogaja, da skupaj s podložnim betonom in višino temelja 70 cm dobimo dimenzijo zmrzlinke cone in tako je beton napolnjen v opaž prav do vrha. To je tudi precej priročno za delavca, saj beton enostavno kar "poreže" po opažu. Pri tem pa se opaž omoči z betonom tudi po delih, kjer le-ta ni predviden. Pri betonaži pogosto curki betona nehote umažejo tudi zadnjo stranico. Opaž je z zadnje strani rebrast zaradi upogibnih in torzijskih ojačitev in ko se enkrat beton v teh rebrih zasuši, ga je zaradi omejenega dostopa težko očistiti. Primer dobre prakse je, da se po končani betonaži opaž očisti z vodo, saj se betonska mešanica, ko je še v sveži konsistenci, lepo izpere iz opaža. V primeru, da je bil opaž dobro namazan z opažnim oljem, se v kombinaciji z visokotlačnim čistilcem po končani uporabi očisti bistveno hitreje.

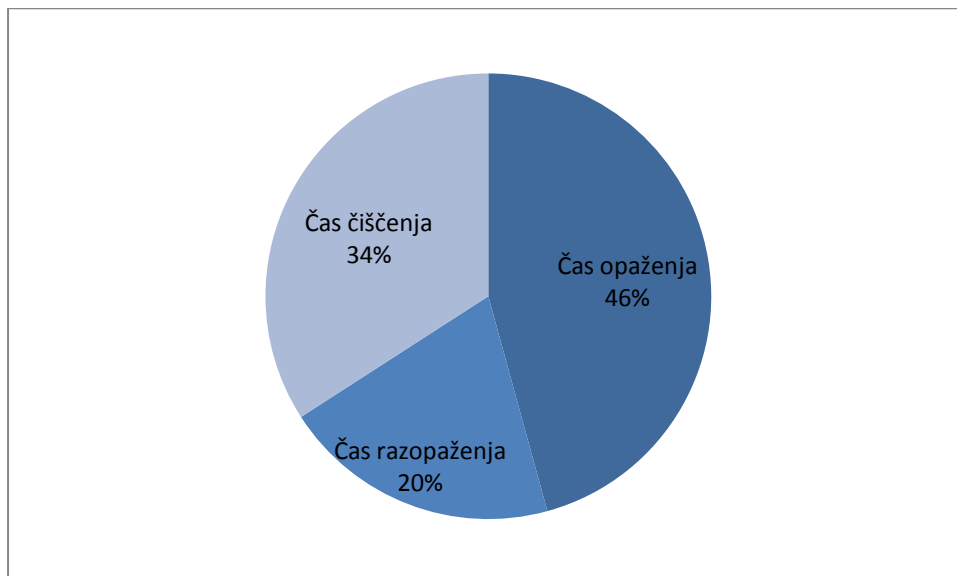
5.1.1.2 Temelji nad višino 70cm:

Pri višini temeljev višjih od 70 cm je potrebno opaž ali sestavljati po višini ali pa elemente obračati vzdolžno. Kateri način sestave opaža bomo izbrali, je odvisno od višine temeljev in od njihove geometrije. V primeru, da imamo zelo zahtevno geometrijo, je velika večina elementov obrnjenih pokonci, torej sestavljamo po višini, če pa imamo dolge ravne krake, potem elemente obračamo leže, saj na ta račun privarčujemo pri količini opaža.

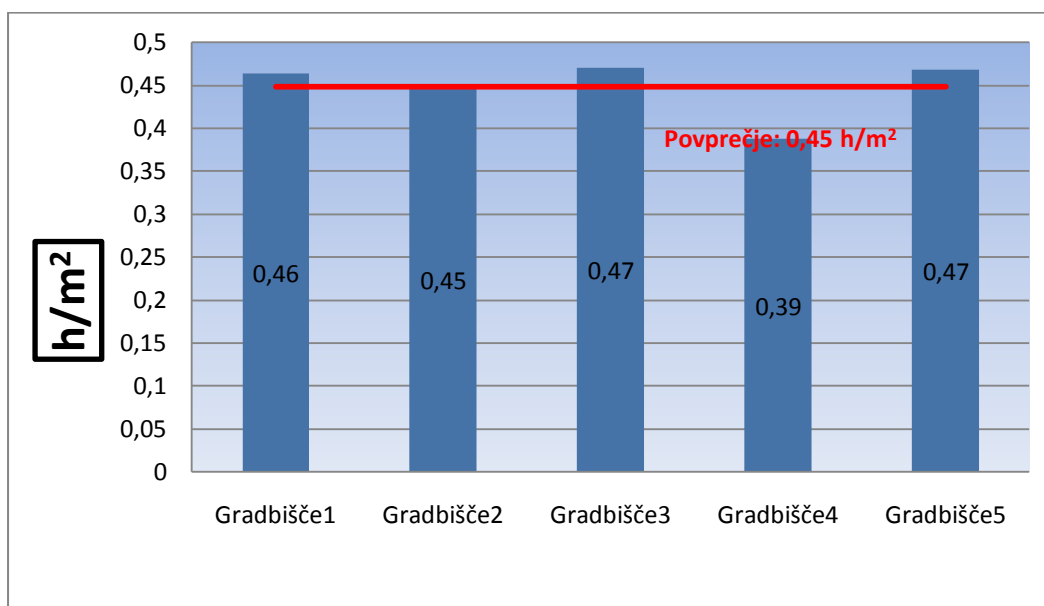
V svojo raziskavo sem vključil 5 gradbišč, s kvadrato med 141 m² in 340 m².

Preglednica 3: Časi, izmerjeni za posamezne faze procesa opaževanja, za opazovani vzorec 5 gradbišč (temelji nad višino 70 cm).

| | Kvadratura opaža (m ²) | Skupni čas (h) | Čas opaženja (h) | Delež v % | Čas razopaženja (h) | Delež v % | Čas čiščenja (h) | Delež v % | Čas del na enoto mere h/m ² |
|------------|------------------------------------|----------------|------------------|-----------|---------------------|-----------|------------------|-----------|--|
| Gradbišče1 | 211 | 98 | 42 | 42,9% | 16 | 16,3% | 40 | 40,8% | 0,46 |
| Gradbišče2 | 245 | 110 | 52 | 47,3% | 20 | 18,2% | 38 | 34,5% | 0,45 |
| Gradbišče3 | 340 | 160 | 72 | 45,0% | 40 | 25,0% | 48 | 30,0% | 0,47 |
| Gradbišče4 | 268 | 104 | 50 | 48,1% | 24 | 23,1% | 30 | 28,8% | 0,39 |
| Gradbišče5 | 141 | 66 | 30 | 45,5% | 12 | 18,2% | 24 | 36,4% | 0,47 |
| Povprečje: | | | | 45,7% | | 20,2% | | 34,1% | 0,45 |



Grafikon 4: Povprečni deleži časov za posamezna dela v skupnem času, za opažanje temeljev nad višino 70 cm (povprečje meritev s 5 gradbišč)



Grafikon 5: Prikaz porabe časa na enoto mere opaža pri izdelavi opaža za temelje nad višino 70 cm (vzorec 5 gradbišč).

Iz rezultatov, predstavljenih na grafikonih 4 in 5, lahko razberemo, da je opaženje nad višino 70 cm je nekoliko bolj zamudno kot do višino 70 cm. Zanimiva pa je porazdelitev časov znotraj skupnega časa.

Pričakovano je, da se v primerjavi s temelji, katerih višina je manjša od 70 cm, poveča čas postavljanja opaža, saj imamo bistveno več spojev, ki jih je treba zložiti in speti

skupaj. Sodim, da so imeli delavci še več dodatnega dela z dodatnim razpiranjem in z vgraditvijo večjega števila betonskih vijakov. Čas, ki je bil potreben za sestavljanje opaža v opažno konstrukcijo, je bilo kar 45,7% ali kar $0,21 \text{ h/m}^2$ od skupnega časa $0,45 \text{ h/m}^2$.

Tudi čas razopaženja se je nekoliko povečal, kar je razumljivo, saj če je opažna konstrukcija kompleksnejša, pomeni, da je v opaž vgrajenih več različnih sestavnih delov in pri razopaženju je potrebno te sestavne dele razdreti in sortirati po zabojih. Za to delo so delavci potrebovali 20,2% skupnega časa oz. $0,09 \text{ h/m}^2$.

Zanimivo pa je, da so kljub večji zahtevnosti opaženja bistveno prej očistili opaž, saj so za to potrebovali zgolj 34,1% skupnega časa oz. $0,15 \text{ h/m}^2$. To gre predpisati dejstvu, da je po pravilu postavljen opaž višje kot je višina betoniranja, beton ne preliva roba opaža in tako je možnost, da se opaž umaže, bistveno manjša. Naležno površino je bistveno lažje očistiti, kot pa čelo opaža, še težje pa je čistiti zadnjo stran opaža. Posledično je modro v prihodnje delati opažno konstrukcijo nekoliko višje in s tem preprečimo, da se nam beton preliva preko roba. Na ta način bi potrebovali nekoliko več opaža, vendar bi privarčevali na času, ki je potreben za čiščenje.

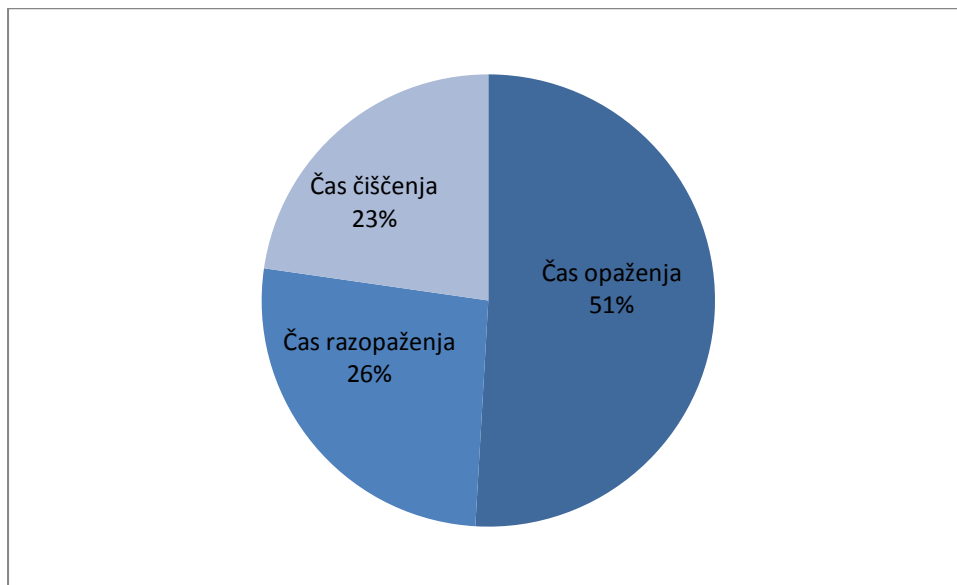
5.1.2 Določanje normativov za stene:

Pri analizi dela s stenskim opažem Epic Eco se predpostavlja, da se delo opravlja ročno, tako da ta izračunan normativ velja za ročno delo. Vzorec zajema 16 gradbišč s kvadraturu opaža od 34 m^2 , ki je bil uporabljen za oporni zid, do 504 m^2 , ki je bil uporabljen za klet dvostanovanjske hiše. Višina postavljanja opaža je bila od 210 cm pa do 280 cm, slednja pa je bila tudi najpogostejša. Vzorec gradbišč je nastajal od aprila pa do oktobra meseca, pri tem pa večjih razhajanj zaradi samega letnega časa ni opaziti. Po pogovoru z delavci je bilo ugotovljeno, da je bila na dveh gradbiščih v mesecu juniju zelo velika vročina in da so zaradi tega za 3 ure prekinili z delom. Prav tako pri analizi niso upoštevani neefektivni deževni dnevi. Pri dveh gradbiščih omenjajo, da so imeli probleme z vdiranjem talne vode v gradbeno jamo. Tukaj se je tako upošteval samo čas učinkovitega dela, izgubljeni čas zaradi oteženega dostopa pa se ni upošteval. Za delo se je na gradbiščih potrebovalo od 2 pa do 6 ljudi, s tem, da je

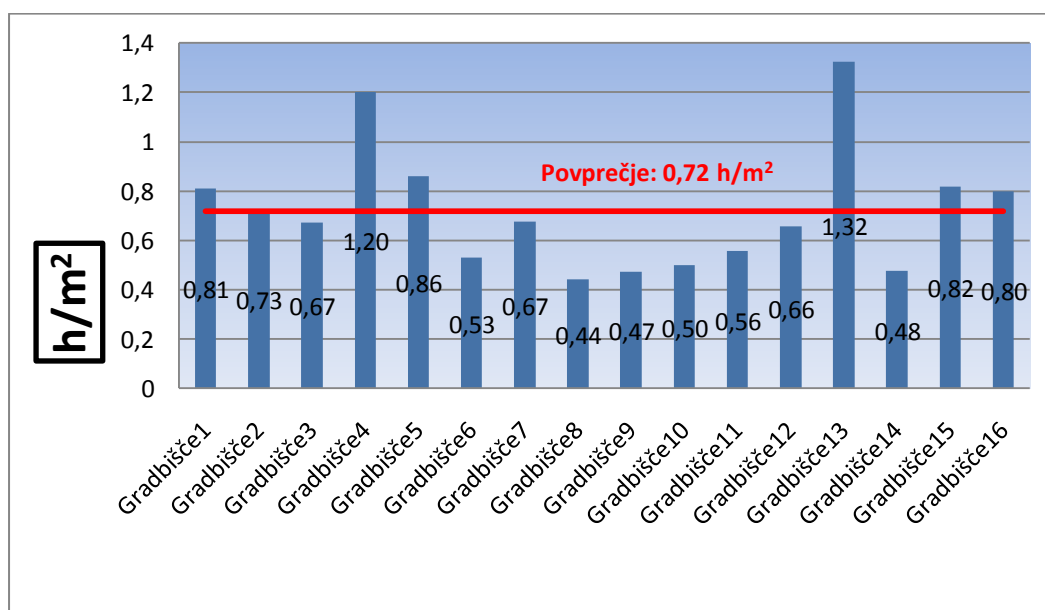
za delo z stenski opazi Epic Eco optimalna skupina 4 ljudi. Delovne izmena pa je trajala od 10 do 12 ur.

Preglednica 4: Časi, izmerjeni za posamezne faze procesa opaženja, za opazovani vzorec 16 gradbišč (opaženje sten do višine 280 cm).

| | Kvadratura opaža (m ²) | Skupni čas (h) | Čas opaženja (h) | Delež v % | Čas razopažanja (h) | Delež v % | Čas čiščenja (h) | Delež v % | Čas del na enoto mere h/m ² |
|-------------|------------------------------------|----------------|------------------|-----------|---------------------|-----------|------------------|-----------|--|
| Gradbišče1 | 148 | 120 | 60 | 50,0% | 40 | 33,3% | 20 | 16,7% | 0,81 |
| Gradbišče2 | 180 | 131 | 60 | 45,8% | 35 | 26,7% | 36 | 27,5% | 0,73 |
| Gradbišče3 | 368 | 248 | 100 | 40,3% | 70 | 28,2% | 78 | 31,5% | 0,67 |
| Gradbišče4 | 240 | 288 | 160 | 55,6% | 78 | 27,1% | 50 | 17,4% | 1,20 |
| Gradbišče5 | 142 | 122 | 72 | 59,0% | 30 | 24,6% | 20 | 16,4% | 0,86 |
| Gradbišče6 | 121 | 64 | 24 | 37,5% | 20 | 31,3% | 20 | 31,3% | 0,53 |
| Gradbišče7 | 504 | 340 | 150 | 44,1% | 80 | 23,5% | 110 | 32,4% | 0,67 |
| Gradbišče8 | 34 | 15 | 8 | 53,3% | 3 | 20,0% | 4 | 26,7% | 0,44 |
| Gradbišče9 | 190 | 90 | 42 | 46,7% | 26 | 28,9% | 22 | 24,4% | 0,47 |
| Gradbišče10 | 216 | 108 | 50 | 46,3% | 30 | 27,8% | 28 | 25,9% | 0,50 |
| Gradbišče11 | 378 | 210 | 120 | 57,1% | 50 | 23,8% | 40 | 19,0% | 0,56 |
| Gradbišče12 | 320 | 210 | 120 | 57,1% | 70 | 33,3% | 20 | 9,5% | 0,66 |
| Gradbišče13 | 204 | 270 | 160 | 59,3% | 70 | 25,9% | 40 | 14,8% | 1,32 |
| Gradbišče14 | 134 | 64 | 32 | 50,0% | 16 | 25,0% | 16 | 25,0% | 0,48 |
| Gradbišče15 | 244 | 200 | 100 | 50,0% | 40 | 20,0% | 60 | 30,0% | 0,82 |
| Gradbišče16 | 180 | 144 | 90 | 62,5% | 32 | 22,2% | 22 | 15,3% | 0,80 |
| Povprečje: | | | | 50,9% | | 26,4% | | 22,7% | 0,72 |



Grafikon 6: Povprečni deleži časov za posamezna dela v skupnem času, za opažanje sten do višino 280 cm (povprečje meritev s 16 gradbišč)



Grafikon 7: Prikaz porabe časa na enoto mere opaža, pri izdelavi opaža za stene do višine 280 cm (vzorec 16 gradbišč).

Na podlagi rezultatov, predstavljenih v preglednici 4, ugotavljam, da je vzorec bistveno reprezentativnejši, saj je bilo po tej storitvi več povpraševanja. Pri opaženju sten se je pokazalo, da je razpon v porabljenem času na enoto med gradbišči bistveno večji kot pri opaženju temeljev. Ta razlika je nastala zaradi same geometrije objekta, različnih nivojev usposobljenosti delovne sile, dostopa do gradbišča, itd... Za samo

postavitve opaža je bilo pričakovano porabljeno največ čas, in sicer 50,9 % ali 0,37 h/m². To povečanje časa je v primerjavi z opaženjem temeljev nastalo prav gotovo na račun dela na višini in na račun večjega števila vezav betonskih vijakov in matic.

Sistem ima tudi relativno veliko sestavnih delov, kar včasih upočasni delo.

Opaž je relativno enostavno demontirati, zato je tudi časovno učinkovit. Tudi tukaj razopažanje poteka po fazah, saj najprej pobereмо ves vezni material in šele na koncu elemente. Ker delamo po fazah, smo časovno zelo ekonomični, saj sproti že sortiramo vezni material. Sprotno shranjevanje v zato pripravljene zaboje je nujno tudi zato, ker se lahko določene majhne kose kaj hitro izgubi. Pri razopažanju je potrebno omeniti, da se na zaprtih "ujetih" odsekih zidu in pri jaških nujno uporablja element za razopažanje. Beton nam elemente, zaradi njegovega krčenja stisne, zato jih brez poškodb le s težka dobimo ven. Na to smo delavce opozorili in tudi narisali v opažni načrt, zato s tem ni bilo večjih težav. Delavci so v povprečju za razopažanje potrebovali 26,4 % skupnega časa oz. 0,19 h/m².

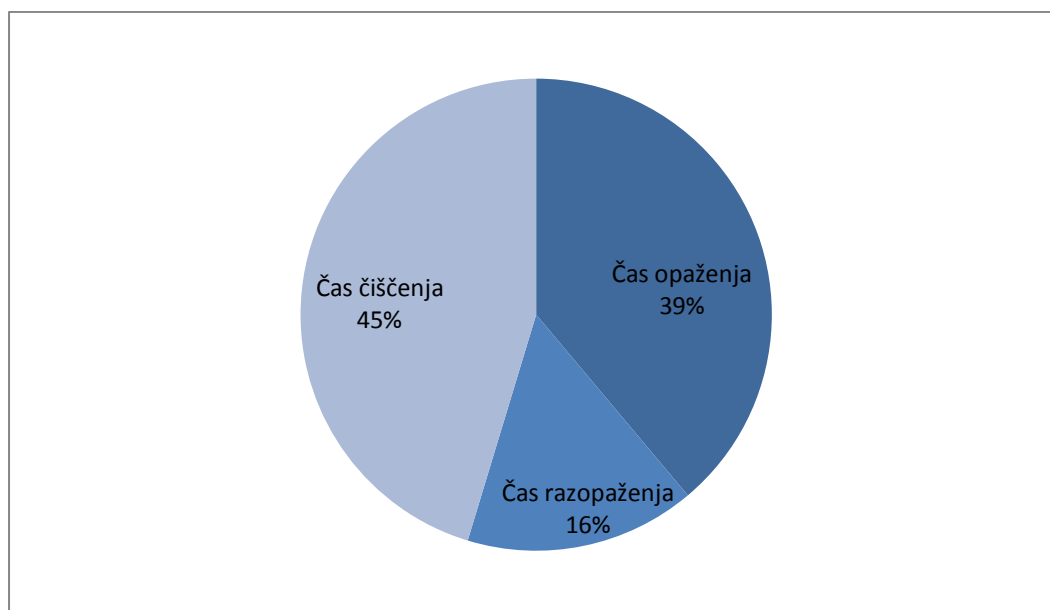
Za čiščenje je bilo potrebno 22,7% skupnega časa ali 0,16 h/m². Tudi pri stenah je podobno kot pri temeljih, torej opaž se dobro namaže z opažnim oljem, poleg tega pa je smiselno izbrati vsaj 10 cm višji opaž, kot je višina betoniranja, da ne pride do prelivanja in mazanja zadnje strani opaža.

5.1.3 Določanje normativov za stebre:

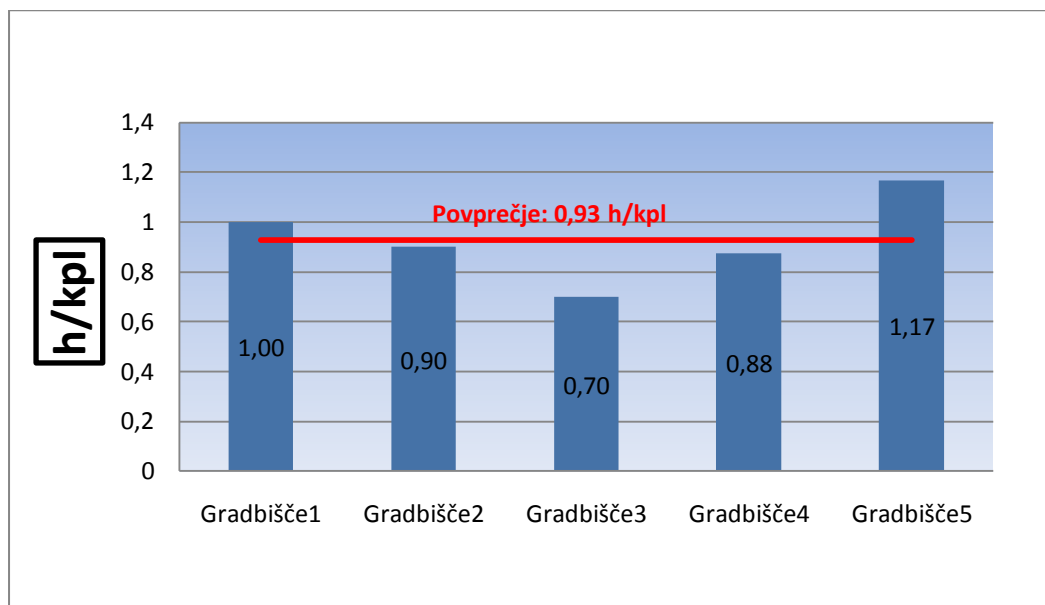
Pri stebrih sem se odločil, da bom izbral drugačno enoto, kot jo navaja večina virov. Zdi se mi, da opažanje stebrov z enoto h/m² ne opiše natančno dejanskega dela. Pri opazovanju dela na gradbišču sem ugotovil, da so delavci za steber 20 x 20 cm in višine 280 cm potrebovali enako časa, kot za steber 40 x 40 in višine 280 cm, v skupni kvadraturi pa ima drugi steber dva-krat tolikšno kvadraturu kot prvi. Zato sem se odločil, da namesto enote h/m² vzamem kot enoto porabljeno število ur za sestavljanje, razstavljanje in čiščenje enega kompleta stebra. Ker višina vpliva na čas postavitve, sem se osredotočil predvsem na stebre do višine 2,80 m. V opazovanem vzorcu so gradbišča, ki so gradila od 1 pa do 10 stebrov. Dela so potekala od maja do septembra, tako da se privzame, da so vsa gradbišča imela podobno zadovoljive vremenske pogoje.

Preglednica 5: Časi, izmerjeni za posamezne faze procesa opaževanja, za opazovani vzorec 5 gradbišč (opaževanje stebrov do višine 280 cm).

| | Število stebrov (kpl) | Skupni čas (h) | Čas opaženja (h) | Delež v % | Čas razopažanja (h) | Delež v % | Čas čiščenja (h) | Delež v % | Čas del na enoto mere h/kpl |
|------------|-----------------------|----------------|------------------|-----------|---------------------|-----------|------------------|-----------|-----------------------------|
| Gradbišče1 | 1 | 1 | 0,5 | 50,0% | 0,25 | 25,0% | 0,25 | 25,0% | 1,00 |
| Gradbišče2 | 5 | 4,5 | 2 | 44,4% | 0,5 | 11,1% | 2 | 44,4% | 0,90 |
| Gradbišče3 | 10 | 7 | 3 | 42,9% | 1 | 14,3% | 3 | 42,9% | 0,70 |
| Gradbišče4 | 8 | 7 | 2 | 28,6% | 1 | 14,3% | 4 | 57,1% | 0,88 |
| Gradbišče5 | 3 | 3,5 | 1 | 28,6% | 0,5 | 14,3% | 2 | 57,1% | 1,17 |
| Povprečje: | | | | 38,9% | | 15,8% | | 45,3% | 0,93 |



Grafikon 8: Povprečni deleži časov za posamezna dela v skupnem času, za opažanje stebrov do višine 280 cm (povprečje meritev s 5 gradbišč)



Grafikon 9: Prikaz porabe časa na enoto mere opaža, pri izdelavi opaža za stebre do višine 280 cm (vzorec 5 gradbišč).

Delavci so zelo hitro osvojili delo z opažem in ga tudi hitro sestavili. Zelo velika prednost kompozitnega opaža je, da ga lahko delavci brez večjih naporov ročno premaknejo na mesto betoniranja tudi, ko je opaž za steber povsem sestavljen. Ko je opaž postavljen, se v tla ob opaž pritrdi sornike. Na ta način preprečimo, da bi se opaž premaknil iz želene lege. Podpore s pregibno glavo pritrdimo na eni strani na opaž in na drugi strani v tla. Ta podpora omogoča, da je steber v točni vertikalni legi. Na ta način je delo za postavitev opaža končano in delavci so za to potrebovali 38,9 % skupnega časa oz. 0,36 h.

Razstavljanje opaža poteka tako, da razrahljamo podpore in izpulimo oz. porežemo sornike, vse nadaljnje delo pa poteka kot pri ostalih sklopih. Pri razopaženju stebrov je posebnost ta, da v primeru, ko imamo več faz enakih stebrov, ni potrebno razstaviti celega stebra. Za premik opaža na drugo lokacijo zadostuje že, da odpremo dva diagonalno ležeča vogalna elementa. Potem na predvidenem mestu betoniranja drugega stebra vogalnike spet sestavimo in s tem cel cikel bistveno pospešimo. Za razstavljanje so delavci potrebovali 15,8% skupnega časa ali 0,15h.

Čiščenje je ponovno največji izziv, saj podobno kot pri temeljih, pogosto prihaja do prelivanja betonske mešanice. To prihaja še posebej do izraza pri manjših stebrih in stebrih, ki so polnjeni do vrha, saj cevi zaradi armature ne moremo spusti v sam opaž.

Smiselno je pred samo betonažo namazati opaž tudi s zunanje strani, kajti na ta način privarčujemo veliko časa.

5.1.4 Določanje normativov za strop:

Na Slovenskem tržišču je sistem Epic Eco prav gotovo najbolje zastopan v segmentu stropnega opaža z izpeljanko sistema Epic Eco Sky Speed. Sistem je zelo konkurenčen zaradi lepega izgleda površine betona, zaradi enostavnosti in hitrosti dela. Zaradi večkratne ponovne uporabe elementov (lahko tudi 2000 ponovitev brez vzdrževalnih stroškov), je sprejemljiva tudi cena. V zdajšnjem času je vse bolj prisotna potreba po tako imenovanih "vidnih betonih". Vidni beton je površina betona, ki zadošča predpisanemu izgledu brez naknadne zidarske obdelave. Zaradi natančno izdelanih spojev opaža je mogoče, da z opaži Epic Eco Sky Speed dosežemo to zahtevo, tako da naknadne površine zidarsko ne obdelujemo, ampak se strop samo še pleskarsko obdelata. Delo z opažem je enostavno in delavci kmalu osvojijo znanja. Podpore so v rastru 140 x 140 za plošče do debeline 15 cm in 70 x 140 za debeline plošč od 15 cm pa do 50 cm, to pa je zaenkrat tudi maksimalna debelina, ki jo lahko dosežemo z nosilcem Speed. V podjetju Epic imajo dve karakteristični vrsti podpornikov, in sicer 2,0 - 3,5 m in 2,9 – 5,0 m. S temi podporniki lahko delamo do višine podpiranja 5,20 cm, za plošče z višjo etažno višino pa se uporablja t.i. visoko podpiranje, to je podpiranje z gradbenimi stolpi. Visoko podpiranje je zelo specifičen postopek in ga ne bom obravnaval v tej analizi. Ker je poraba časa glede na višino podpiranja bistveno različna, sem se odločil, da obravnavam dve skupini. Prva skupina je opažanje plošč s prvo karakteristično vrsto podpornikov, to je opažanje plošč do višine 3,5 m. V to skupino spada večina stanovanjske gradnje z normalno etažno višino. Druga skupina je opažanje plošč z drugo karakteristično vrsto podpornikov, s temi podporniki lahko namreč delamo plošče do etažne višine 5,2 m. V to skupino spadajo t.i. visoka pritličja, industrijski objekti, delavnice, garaže, itd.

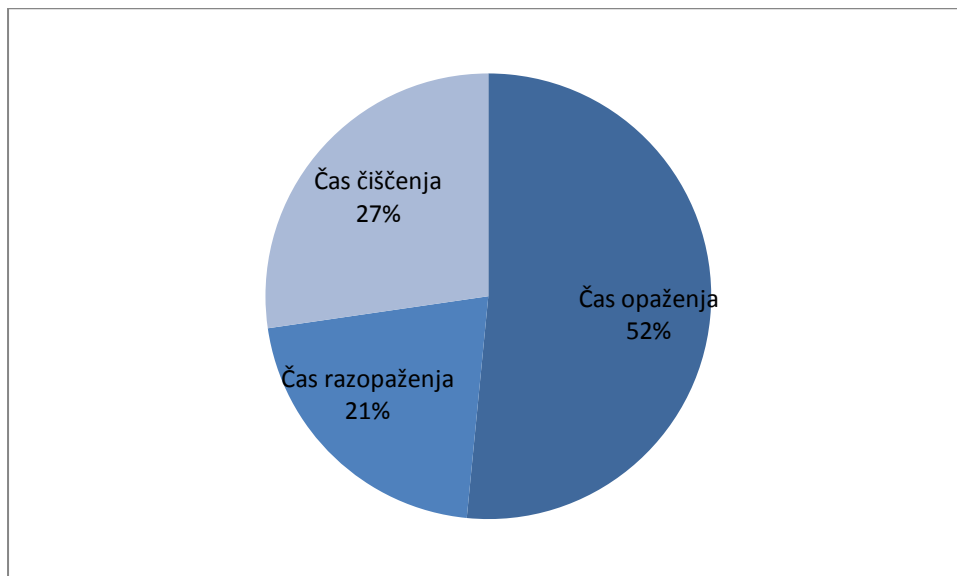
5.1.4.1 Določanje normativov za strop do višine 3,5m

Postavitev stropnega opaža Epic Eco Sky Speed je relativno preprosta, tako da delavci z osvojitvijo tehnike postavljanja opaža niso imeli večjih težav. Opaž je še posebej primeren za delo do višine 3,5m. Konstrukcije so se delavci lotili v vogalu, vzdolž

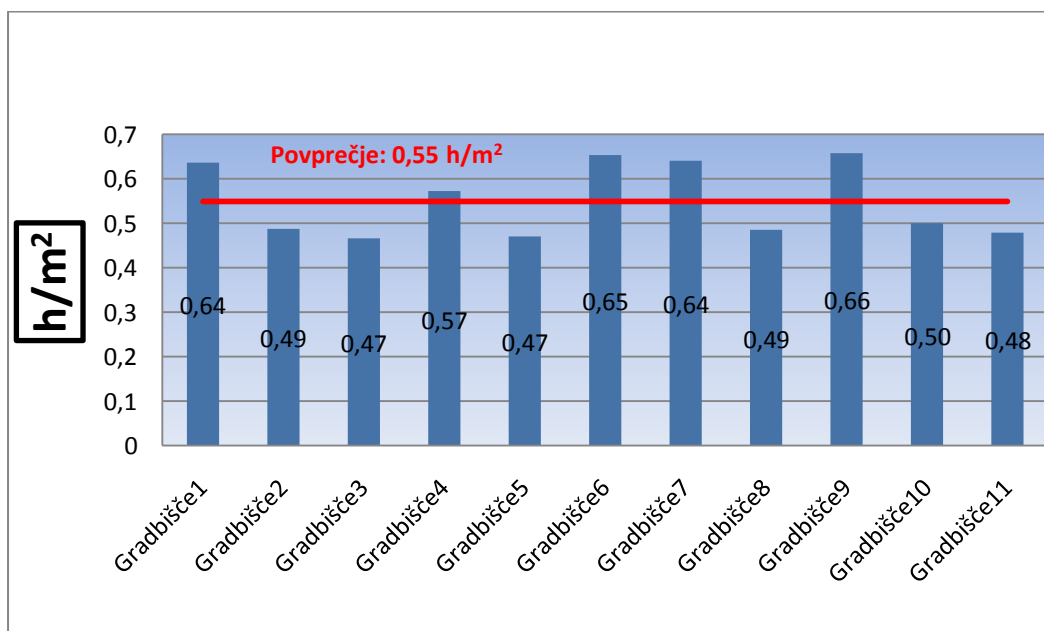
najbolj ravne stene v prostoru in se od tam razširil po celem prostoru. Po opažnem načrtu so zložili elemente v prostor, tako da je do zidu prišla odprtina do 5 cm, ki pa jo je potrebno zapreti z lesom. Za to delo so v eni skupini potrebni trije do štirje delavci, v odvisnosti od obsežnosti del, pa je lahko na gradbišču poljubno število skupin. V analizi je zajeto 11 gradbišč, primerljivih po zahtevnosti del, po večini gre za stanovanjsko gradnjo v eni ali več ponovitvah. Opaž je še bolj učinkovit, če imamo večje prostore, saj zaključevanje ob zidu z lesom vzame kar nekaj časa in tesarske iznajdljivosti. Tukaj so zajeta tako gradbišča, ki imajo velike plošče, kot tudi manjše plošče za stanovanjske gradnje. Čas gradnje je bil od aprila pa do novembra, tako da lahko privzamemo optimalne pogoje, izvzeti so bili deževni dnevi. Delavci niso bili predhodno opozorjeni, da se jih kakorkoli opazuje oz. določa normativ za delo. Tudi tukaj je bil delovni urnik delavcev od 10 do 12 ur, 6 dni na teden. Pri betoniranju plošč se pogosto zgodi, da je potrebno betonažo v eni delitacijski enoti opraviti v enem kosu, tako da se nemalokrat zgodi, da se betonaže pri večjih ploščah zavlečejo pozno v noč in je s tem delovni urnik krepko prekoračen.

Preglednica 6: Časi, izmerjeni za posamezne faze procesa opaževanja, za opazovani vzorec 11 gradbišč (opaženje stropa do višine 3,5 m).

| | Kvadratura opaža (m ²) | Skupni čas (h) | Čas opaženja (h) | Delež v % | Čas razopažanja (h) | Delež v % | Čas čiščenja (h) | Delež v % | Čas del na enoto mere h/m ² |
|-------------|------------------------------------|----------------|------------------|-----------|---------------------|-----------|------------------|-----------|--|
| Gradbišče1 | 220 | 140 | 72 | 51,4% | 48 | 34,3% | 20 | 14,3% | 0,64 |
| Gradbišče2 | 1108 | 540 | 300 | 55,6% | 80 | 14,8% | 160 | 29,6% | 0,49 |
| Gradbišče3 | 86 | 40 | 22 | 55,0% | 10 | 25,0% | 8 | 20,0% | 0,47 |
| Gradbišče4 | 70 | 40 | 20 | 50,0% | 8 | 20,0% | 12 | 30,0% | 0,57 |
| Gradbišče5 | 242 | 114 | 60 | 52,6% | 24 | 21,1% | 30 | 26,3% | 0,47 |
| Gradbišče6 | 130 | 85 | 40 | 47,1% | 25 | 29,4% | 20 | 23,5% | 0,65 |
| Gradbišče7 | 136 | 87 | 55 | 63,2% | 10 | 11,5% | 22 | 25,3% | 0,64 |
| Gradbišče8 | 2800 | 1360 | 620 | 45,6% | 320 | 23,5% | 420 | 30,9% | 0,49 |
| Gradbišče9 | 213 | 140 | 80 | 57,1% | 20 | 14,3% | 40 | 28,6% | 0,66 |
| Gradbišče10 | 112 | 56 | 24 | 42,9% | 12 | 21,4% | 20 | 35,7% | 0,50 |
| Gradbišče11 | 5400 | 2580 | 1200 | 46,5% | 450 | 17,4% | 930 | 36,0% | 0,48 |
| Povprečje: | | | | 51,5% | | 21,2% | | 27,3% | 0,55 |



Grafikon 10: Povprečni deleži časov za posamezna dela v skupnem času, za opažanje stropa do višine 350 cm (povprečje meritev s 11 gradbišč)



Grafikon 11: Prikaz porabe časa na enoto mere opaža pri izdelavi opaža za strop do višine 350 cm (vzorec 11 gradbišč).

Postavljanje je zelo učinkovito in sama konstrukcija je hitro postavljena. Za delo je primerna ekipa treh še boljše pa ekipa štirih ljudi. Malo zamudneje je zapiranje z lesom do stene tam, kjer se ne da sistemsko zaključiti. Prav zato je opaž toliko bolj učinkovit

pri odprtih prostorih pravih oblik. Sama postavitve, v katero se šteje postavitev opaža, zaključevanje z lesom in namaz opaža z opažnim oljem, je delavcem vzela 51,5% skupnega časa ali 0,28 h/m².

Demontažo in čas čiščenja je tukaj težko prav natančno ločiti, saj so nekatera gradbišča čistila kar na kraju demontaže, nekatera na deponiji, prihajalo je do različnih stopenj čiščenja med samimi fazami, itd. V splošnem se je za demontažo potrebovalo slabo četrtino časa, dobra četrtina pa je bila namenjena za čiščenje .

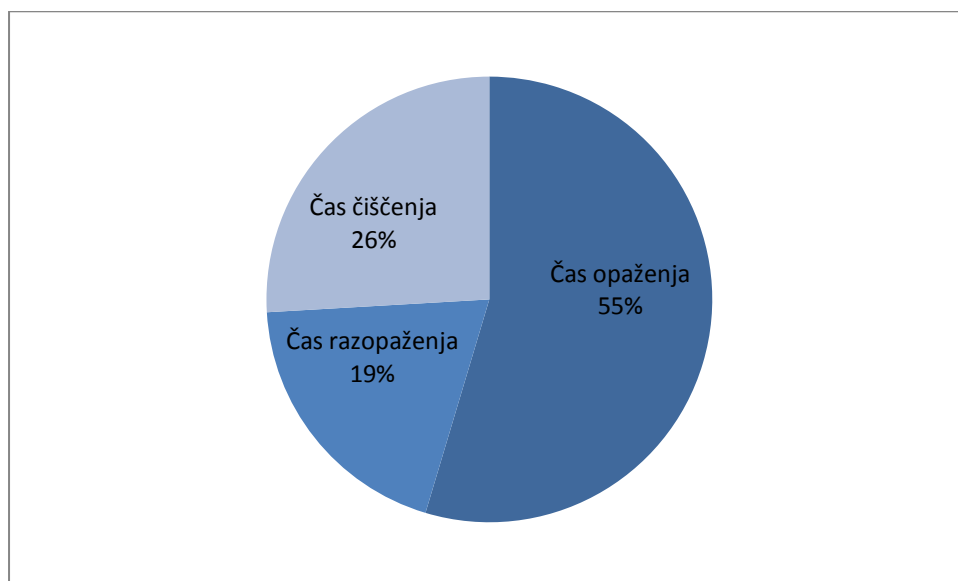
Na enem gradbišču smo izvedli dodatno opazovanje dela. Šlo je namreč za veliko količino opaža (cca. 4500m²), ki je bila namenjena vračilu v skladišče. Ker je izvajalca opaženja zanimal normativ za čiščenje in kolikšni so pri tem stroški, smo ugotavljali količino opaža, ki jo delavec očisti v eni delovni izmeni. Čiščenje je potekalo ročno. Delavec je imel na razpolago zgolj ročno orodje (strgalo, žičnato krtačo, kladivo,...). Ugotovili smo, da je delavec v deset urni izmeni očistil od 80 pa do 100 elementov. Pri tem so bili elementi kvalitetno očiščeni.

5.1.4.2 Določanje normativov za strop od višine 3,5m do višine 5,20m

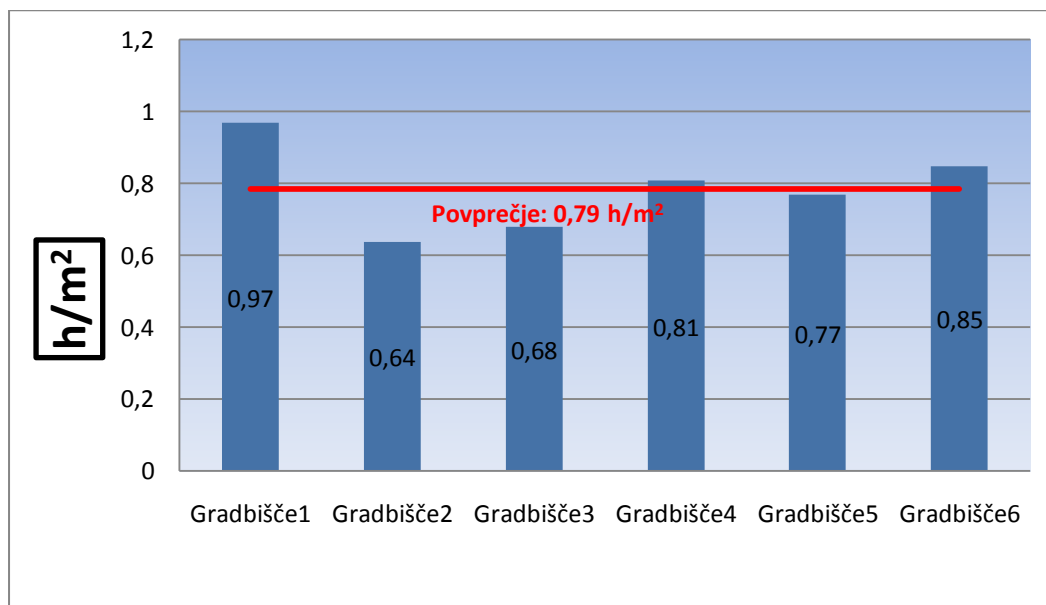
Delo na višini delavcem znatno oteži sam delovni proces. Tudi znotraj te kategorije je velika razlika, ali delajo delavci na 3,6-ih ali pa na 5-ih metrih. Delo na višini je bistveno bolj izčrpavajoče in zahteva tudi drugačno pripravo na sam delovni postopek. Pri večji obsežnosti del se veliko časa lahko privarčuje s pravilnim pristopom, kamor sodi izdelava pomičnih odrov, delitev dela med delavci, priprava elementov, podpornikov in nosilcev že na tleh. Hoja po lestvah je energijsko zelo potratna in se ji moramo kar se da izogibati. Samo sestavljanje opaža se zaradi višine bistveno ne spremeni, dogaja se le, da delavci podpornike obračajo na glavo, tako da lahko višino regulirajo s tal. Nekoliko zahtevnejši je sam začetek postavitve, saj je konstrukcija na začetku zaradi višine labilna, kasneje, ko pa je v konstrukcijo sestavljenih nekaj elementov, pa postaja vse bolj toga in delo poteka zelo podobno kot v postavitvi na nižjih višinah. V moji analizi je zajetih 6 gradbišč, v kateri so težavnostno primerljiva dela, razlika je v obsežnosti del, strukturi ljudi, nekoliko pa tudi v višini.

Preglednica 7: Časi, izmerjeni za posamezne faze procesa opaženja, za opazovani vzorec 6 gradbišč (opaženje stropa višine od 3,5m do 5,20m).

| | Kvadratura opaža (m ²) | Skupni čas (h) | Čas opaženja (h) | Delež v % | Čas razopažanja (h) | Delež v % | Čas čiščenja (h) | Delež v % | Čas del na enoto mere h/m ² |
|------------|------------------------------------|----------------|------------------|-----------|---------------------|-----------|------------------|-----------|--|
| Gradbišče1 | 160 | 155 | 100 | 64,5% | 20 | 12,9% | 35 | 22,6% | 0,97 |
| Gradbišče2 | 146 | 93 | 48 | 51,6% | 20 | 21,5% | 25 | 26,9% | 0,64 |
| Gradbišče3 | 149 | 101 | 60 | 59,4% | 16 | 15,8% | 25 | 24,8% | 0,68 |
| Gradbišče4 | 109 | 88 | 48 | 54,5% | 20 | 22,7% | 20 | 22,7% | 0,81 |
| Gradbišče5 | 112 | 86 | 45 | 52,3% | 16 | 18,6% | 25 | 29,1% | 0,77 |
| Gradbišče6 | 1139 | 966 | 438 | 45,3% | 243 | 25,2% | 285 | 29,5% | 0,85 |
| Povprečje: | | | | 54,6% | | 19,5% | | 25,9% | 0,79 |



Grafikon 12: Povprečni deleži časov za posamezna dela v skupnem času, za opažanje stropa višine od 350 cm do 520 cm (povprečje meritev s 6 gradbišč)



Grafikon 13: Prikaz porabe časa na enoto mere opaža, pri izdelavi opaža za strop višine od 350 cm do 520 cm (vzorec 6 gradbišč).

Izkaže se, da je delovno bistveno bolj naporno postavljanje opaža na višini, saj je delavec fizično bolj obremenjen. Vertikalni transport ljudi kot tudi opaža sili, da delo napreduje počasneje. Pričakovane rezultate je pokazala tudi moja analiza, saj gre skoraj vse povečanje časa na račun sestavljanja opaža in razstavljanje, medtem ko je čiščenje opaža nekako konstantna skoraj za vsa dela. Nekoliko preseneča kar velik odklon med najnižjo in najvišjo izmerjeno vrednostjo, vendar gre pri tem nekaj razlike prav gotovo na račun višine podpiranja, saj je imelo gradbišče 1 višino podpiranja 5,0 m in gradbišče 2 višino podpiranja 4 m. Še bolj pomemben dejavnik razlike pa je različna opremljenost med gradbišči. Podjetje Epic priskrbi opažno opremo, pomične odre pa si priskrbi vsak sam. Rezultati se lahko bistveno razlikujejo, če nekdo postavlja opaž z lestve, ali pa, če imajo na voljo pomične odre in dobro organizirano ekipo. Delo se opravi veliko hitreje, če sta dva delavca na pomičnem odru, pri tem eden postavlja elemente, drugi pa vstavlja kline in zagozde. Na tleh sta dva ali trije delavci, ki delavcema na odru prinašata potrebno opremo. V bodoče bi bilo smiselno razviti montažni voziček, ki bi bil prirejen za potrebe sestavljanja in razstavljanja opažev Epic Eco Sky Speed in ga kot celostno ponudbo ponuditi tržišču.

6 ZAKLJUČKI

Sistem Epic Eco je sorazmerno nov sistem. Zasnovan je na podlagi inovativnega materiala, to je kompozitni plastiki. Najprej se je ta material pojavil kot visoko kakovostno polnilo za kovinske sistemske opaže. Z opažem Epic Eco pa je bil narejen cel sistem iz tega materiala.

Konstruktivsko lahko z istimi elementi opažujemo temelje, stene, stebre in strop, zamenjamo samo vezni material. Sistem beleži dobre mehanske lastnosti in zaradi majhne teže omogoča lažje delo. Sistem omogoča veliko število ciklov brez vzdrževalnih stroškov.

Pri razvoju sistema se je sledilo vodilu, kako omogočiti gradbenim podjetjem zmanjšanje stroškov opažne opreme.

V diplomski nalogi sem spremljal in beležil čase za različna opažerska dela na različnih gradbiščih. Poizkušal sem zajeti čim večji vzorec, da bi s tem izločil sistemske napake posameznih gradbišč.

6.1 Zaključek analize produktivnosti opaženja za temelje

Analiza je pokazala, da se znotraj opaženja temeljev pojavijo dve težavnostni stopnji opaženja. Prva skupina je opaženje temeljev do višine 70 cm in druga skupina je nad višino 70 cm. Povprečna vrednost časov prve skupine je $0,41 \text{ h/m}^2$ opaža. 39 % skupnega časa odpade na sestavljanje opaža, 19% odpade na razstavljanje in 42 % na čiščenje opaža. Pri višini temeljev nad 70 cm je skupni čas opaženja $0,45 \text{ h/m}^2$ opaža, pri tem odpade 46 % skupnega časa na sestavljanje, 20 % na razstavljanje in 23 % na čiščenje.

V splošnem lahko zaključimo, da je opaž za temelje s konstrukcijskega vidika zelo primeren, saj lahko z velikim številom elementov pokrijemo geometrijsko bolj razčlenjene temelje. S težo elementov je mogoče delati ročno, kar je še posebej priročno, saj delavci lahko delajo cel dan in zaradi tega ne bodo pretirano izčrpani.

Delavci na slovenskem trgu so navajeni na les in na njegovo fleksibilnost, navajeni so, da zabijejo žebelj, kjer je pač potrebno. Zato je pri opažih Epic Eco potrebno nekoliko več časa posvetiti predvsem temu, da se ljudem razloži pravilni potek sestavljanja.

Potrebno je izdelati opazni načrt, da ne prihaja do nepotrebnih poškodb na opažu in predvsem, da se optimalno izkoristijo resursi.

Prav gotovo je velika pomanjkljivost opaža čiščenje, saj je delo dolgotrajno in naporno. Normativni časi za čiščenje opaža pa se zmanjšajo, če uporabljamo visokotlačni čistilec. Delavci se čiščenja praviloma izogibajo. Učinkoviteje je, da razporedimo starejše delavce za čiščenje in mlajše delavce za samo postavitev opaža. Delavci naj si pri čiščenju večje količine opaža naredijo mizo, da delo ne poteka v prisilni drži.

6.2 Zaključek analize produktivnosti opaženja za stene do višine 280cm

Analiza rezultatov za opaženje sten je pokazala, da so delavci v povprečju potrebovali 0,72 h/m² opaža. Za sestavljanje opaža so potrebovali nekoliko več kot polovico skupnega časa ali 51 %, za razstavljanje 26 % in čiščenje 23 %.

V splošnem lahko ugotovimo, da je opaž za stene učinkovit predvsem iz naslova kakovosti izgleda površine betona, saj je končna obdelava elementov zelo natančna in tudi fuge, ki nastanejo pri spajanju dveh elementov, so zelo majhne, bistveno manjše, kot če uporabljamo jekleni opazni sistem. Opaž vzame nekoliko več časa za samo postavitev, saj je število vezav z betonskimi vijaki približno 3x bolj pogosto, kot pri primerljivih kovinskih sistemskih opažih. Sistem je lahek in zato primeren za tista gradbišča, kjer ni na razpolago dvigal. Cena delovne sile je v Sloveniji pomembna postavka in tako je že za malo večje objekte cenovno sprejemljiva postavitev dvigal. Ravno nasprotno pa je v državah tretjega sveta (Bližnji Vzhod, Pakistan, Kuvajt, Irak, Saudska Arabija, Indija, Države afriškega kontinenta,...), kjer enostavnost in teža opaža, ki omogoča ročno delo, pretehta, in je tako tudi za stene takšen opaž cenovno sprejemljiv. V teh državah se je šele začela velika gospodarska rast in je vsa infrastruktura v izgradnji. Prav tu v Epicu vidijo ciljno potrošniško skupino za svoje proizvode. Epic Eco je tudi dobra odločitev iz vidika stroškov, saj proizvajalec ob pravilni uporabi zagotavlja do dva tisoč ponovitev opaženja, preden se opaž iztroši. Pri opazovanju mojih gradbišč se je ta trditev do nekje potrdila, saj iz 16 gradbišč ni prišel niti eden glavni element, ki bi bil zlomljen, prišlo je le nekaj zlomljenih vogalnih elementov, zlomljenih izravnalnih križev in nekaj zlomljenih oz. nevrnjenih

klinov in zagozd. Ta vrednost poškodovanega blaga je v povprečju denarno pomenila okoli 2 % vrednosti najema.

6.3 Zaključek analize produktivnosti opaževanja za stebre

Pri analizi stebrov sem se odločil, da zamenjam enoto. Večina virov tudi tukaj uporablja za enoto h/m^2 , vendar po mojem mnenju bolj opišemo dejansko stanje, če za enoto vzamemo število porabljenih ur na komplet stebra (h/kpl). To je pokazala tudi analiza. Povprečna vrednost je 0,93 h/kpl , od tega je bilo 39 % časa porabljenega za sestavljanje stebrov, 16 % za razstavljanje in 45 % za čiščenje.

Opaž Epic Eco je primeren za stebre, saj je lahek, enostaven in tudi zelo hiter za samo sestavljanje. Največja prednost je, da delavci opaž zlahka namestijo na zeleno mesto brez pomoči dvigal in raznih vzvodov. Prav zaradi tega lahko cel opaž za steber sestavimo na tleh in ga dva delavca brez večjih naporov postavita v pokončno lego. V primeru, da je potrebno na določenem gradbišču narediti več stebrov enakih dimenzij, lahko čas sestavljanja še pospešimo, saj ni potrebno vedno znova sestavljati in razstavljati vsega opaža. Čiščenje predstavlja tudi tu največjo oviro, saj je opaž precej zamudno očistiti, v primeru, da ne ravnamo v skladu z navodili.

6.4 Zaključek analize produktivnosti opaževanja stropnega opaža

Tudi pri stropu je bilo skozi analizo ugotovljeno, da sta dve težavnostni stopnji opaževanja. Težavnost je odvisna od višine podpiranja, saj delavci za vertikalni transport potrošijo veliko energije. Prva skupina je do višine podpiranja 350 cm in druga skupina je od višine podpiranja 350 cm do 520 cm. Povprečna vrednost časov prve skupine je 0,55 h/m^2 opaža. 52 % skupnega časa odpade na sestavljanje opaža, 21 % na razstavljanje in 27 % na čiščenje opaža. Pri višini podpiranja nad 350 cm je skupni čas opaževanja 0,79 h/m^2 opaža, pri tem odpade 55 % skupnega časa na sestavljanje, 20 % na razstavljanje in 25 % na čiščenje.

Pri opažu za strop je v prvi vrsti treba omeniti zelo lep končni izgled površine betona, ki brez večjih naknadnih posegov zadosti kriteriju po vidnih betonih. To dejstvo se je v vseh gradbiščih izkazalo za resnično, saj je bilo potrebno zgolj postrgati potečeno

cementno mleko, naležna površina pa je bila gladka in brez večjih nepravilnosti. Samo sestavljanje poteka hitro in brez večjih zapletov, ker je sam sistem enostaven in ga kot takega delavci hitro osvojijo. Elementi so lahki in zato zelo primerni za stropni opaž, ki se dela na višini. Prav gotovo bi bilo smiselno v bodoče razviti namenski montažni voziček na kolesih. Spremljanje dela na gradbišču je pokazalo, da moral imeti voziček kapaciteto za dva človeka in bi bil po višini nastavljiv. Ta voziček bi prišel prav tako pri montaži, kot tudi pri demontaži. Delavci za vertikalni transport potrošijo veliko energije in se ob nepravilni organizaciji veliko energije potroši za neproduktivno delo. Izkazalo se je, da so gradbišča različno opremljena, zato bi ob poenotenju opremljenosti gradbišč veliko časa privarčevali na ta račun. Ravno tako bi normativ manj odstopal od povprečnih vrednosti, ki jih je mogoče še izboljšati. Zaradi dela na višini je potrebno omeniti raznorazne poškodbe opaža. Na opazovanih gradbiščih ni prihajalo do večjih poškodb in se je odškodnina za poškodovano blago gibala znotraj 2-5 % vrednosti najema. V zvezi s poškodbami je potrebno ozavestiti delavce, da se ne sme metati elementov z višin in da je potrebno opaž uporabljati v skladu z navodili. Velika prednost stropnega opaža je tudi veliko število ponovitev brez vzdrževalnih stroškov, v podjetju omenjajo namreč tudi do 2000 ponovitev. Tega skozi raziskavo ne morem niti potrditi niti ovreči, saj se je opaž skozi opazovano analizo bistveno manjkrat uporabil, lahko pa ugotovim, da ni bilo zaznati večjih sprememb na opažu med posameznimi cikli.

Večjih problemov pri delu delavci niso izrazili, omenjali so le, da je zaključevanje z lesom bolj zahtevno oz. zamudno zaradi same debeline elementa, ki znaša 10 cm. Ker se običajno zaključuje z deskami debeline 24 mm, je potrebno razliko do 10ih cm naplatiti z drugim kosom lesa. Tudi tukaj bi bilo smiselno iskati sistemsko rešitev za zaključevanje. Pri stropnem opažu se tako za najbolj perečo stvar omenja čiščenje. V primerjavi s stenskim opažem je čiščenje pri stropnem opažu nekoliko lažje, saj beton dejansko zalije samo naležno površino. Cementno mleko na določenih mestih zalije prostor med elementi, če le-ti niso dovolj stisnjeni med seboj. Problem, ki se pojavi pri stropnemu opažu pa je ta, da so betoni, ki so na opažu, praviloma že stari in jih je posledično težje očistiti. Tukaj ugotavljam, da je obvezno uporabljati opažno olje in čim bolj zatesniti opaž med seboj. Konstruktivsko bi veljalo razmišljati v smeri, da bi bili elementi s čelne strani ravni, saj bi le-to omogočalo bistveno lažje in hitrejše čiščenje.

Opaž Epic Eco Sky Speed ima veliko dobrih lastnosti, ki omogočajo uporabniku zmanjšanje stroškov na gradbišču. Temu pa sledi, da vsako leto zaseda večji tržni delež tako v Sloveniji, kot tudi po svetu. Opaž za strop se je med vsemi možnimi aplikacijami uporabe najbolj uveljavil in to med malimi gradbinci, kot tudi med velikimi gradbenimi podjetji.

V bodoče je strategija podjetja razvoj mešanice materiala, ki bi omogočal ob istih dimenzijah elementov podpiranje 140 x 140 cm tudi za debelino plošče do 30 cm. To bi bistveno izboljšalo normativni čas postavljanja in kar je še bolj pomembno, sistem bi se znatneje pocenil, saj bi na ta način potrebovali cca. 40% manj podpornikov in nosilcev. Ena izmed smernic razvoja je tudi opremiti nosilec s sončnimi celicami. Energija bi bila povezana z diodnimi žarnicami na dnu nosilca, ki bi osvetljeval gradbišče. Obnovljiv vir energije se idealno vklaplja v filozofijo opažev Epic Eco.

VIRI

Ćirović G., Mitrović S. 2008. Tehnologija građenja, drugo izdanje. Beograd, Visoka građevinsko-geodetska škola: 288 str.

GNG Gradbene norme GIPOSS, četrta izdaja, 1984. Ljubljana, Obrtna zbornica Slovenije, Sekcija gradbincev: 188 str.

Progar, E. 2003a. Plastični opažni sistem EPIC ECO. Gradbenik 7, 7-8: 44-45.

Progar, E. 2003b. Edvard Progar, Epic d.o.o. enostavne rešitve so najtežje. Gradbenik 7, 4: 54-55.

Katalog Epic Eco, 2008. Postojna, Epic d.o.o. : 100 str.

Muravljov M. 2010, Osnovi teorije i tehnologije betona. Građevinska knjiga: str. 452.

Pšunder M., Klanšek U., Šuman N. 2008. Organizacija grajenja. Maribor, Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo.: 151 str.

Program ukrepov varstva pri delu z velikostenskimi opaži Epic Faresin, 2002. Postojna, Epic d.o.o. : 36 str.

Rodošek E. 1998. Osnove organizacije v gradbeništvu. Ljubljana. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.: 192 str.

Formwork. 2011.

<http://www.en.wikipedia.org/wiki/Formwork> (20. 2. 2011).

Leseni opaž. 2011.

<http://www.beodom.com> (21. 2. 2011).

Sistemski jekleni opaž. 2011.

<http://www.faresinbuilding.it> (25. 3. 2011).

Kompozitni sistemski opaž. 2011.

<http://www.epic.si> (21. 11. 2010).

Izgubljeni opažni sistem quadlock. 2011.

<http://www.quadlock.com> (23. 11. 2011).

Normativi dela na gradbišču. 2011.

<http://www.gradri.uniri.hr> (13. 2. 2011).

Študijsko gradivo Masivne konstrukcije 2, 2010.

http://www.fgg.unilj.si/kmlk/Sebastjan/masivne%20konstrukcije%20II/3.vaja_pritisk_sve%205%20BEega_betona_10_11.pdf (13. 2. 2011).