

Univerza
v Ljubljani
Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*

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



Visokošolski program Gradbeništvo,
Smer operativno gradbeništvo

Kandidat:

Marijan Koren

Vodenje porabe materialov v proizvodnji montažnih elementov

Diplomska naloga št.: 310

Mentor:
doc. dr. Sebastjan Bratina

Ljubljana, 24. 6. 2008

ERRATA

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

Izjava o avtorstvu

Podpisan MARIJAN KOREN izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom:
»VODENJE PORABE MATERIALOV V PROIZVODNJI MONTAŽNIH ELEMENTOV«.

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

Ljubljana, 16. junij 2008

Bibliografsko – dokumentacijska stran in izvleček

UDK: 69.057:691(043.2)

Avtor Marijan Koren

Mentor: doc. dr. Sebastjan Bratina

Naslov: Vodenje porabe materialov v proizvodnji montažnih elementov

Obseg in oprema: 67 str., 1 pregl., 36 sl., 28 en.

Ključne besede: montažni elementi, programsko orodje, vodenje porabe materialov

Izvleček

V diplomski nalogi predstavljamo proizvodnjo montažnih armiranobetonskih elementov ter program za izračun porabe materialov. Program smo izdelali s pomočjo uporabniške aplikacije Microsoft Excel, ki je najbolj razširjeno orodje za delo z elektronskimi preglednicami. Osnovno vodilo pri izdelavi elektronske preglednice za vnos podatkov in avtomatizacijo vodenja porabe materialov v proizvodnji je bilo preprostost uporabe, prijaznost do uporabnika ter olajšanje obstoječih metod pri vsakodnevnem računu količin porabljenega materiala v obratu montažnih elementov ABK v Ajdovščini.

BIBliographic – documentalistic information

UDC: **69.057:691(043.2)**

Author: **Marijan Koren**

Supervisor: **Assist. Prof. dr. Sebastjan Bratina**

Title: **Material consumption management in the production of precast elements**

Notes: **67 p., 1 tab., 36 fig., 28 eq.**

Key words: **precast elements, computer software, material consumption management**

Abstract

The present graduation thesis presents the production of precast reinforced concrete elements and a computer program that enables the management of material consumption. The program is written in Microsoft Excel, which is the most widely used software working with tables. Our purpose was to make a simple, user-friendly tool, which shall automate material consumption management and thus facilitate existing procedures in everyday calculations of consumed material in the factory of precast concrete elements ABK in Ajdovščina.

ZAHVALA

Za izdatno pomoč pri nastajanju diplomske naloge se iskreno zahvaljujem mentorju doc. dr. Sebastjanu Bratini. Hvala tudi doc. dr. Danijelu Skočaju za pomoč pri programiranju.

Zahvala gre tudi mami, družini in sorodnikom ter prijateljem za pomoč in podporo v času izdelave naloge, pa tudi v celotnem času študija.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
2	PROIZVODNJA BETONSKIH MONTAŽNIH ELEMENTOV	2
2.1	Strešne PI plošče in gredice	4
2.2	Prednapete votle plošče	5
2.3	Fasadne plošče	9
2.4	Dvokapni nosilci	17
2.5	Stebri	20
2.6	Nosilci	21
2.7	Drugo	22
3	PROGRAMSKO ORODJE ZA VODENJE KOLIČIN PORABLJENEGA MATERIALA	23
3.1	Uporabniška aplikacija	23
3.2	Vhodni podatki in rezultati računa za posamezne montažne elemente	25
3.2.1	Strešne PI plošče in gredice	25
3.2.2	Prednapete votle plošče	26
3.2.3	Fasadni panelni elementi	29
3.2.4	Dvokapni nosilci	32
3.2.5	Stebri	33
3.2.6	Preklade, korita, nosilci	33
3.2.7	Prednapeti nosilci	34
3.2.8	Razni elementi	35
3.3	Mesečno vodenje količin porabljenega materiala	36
3.3.1	Volumen betona	36
3.3.2	Masa mrežne armature	37
3.3.3	Masa jekla za prednapenjanje	37
3.3.4	Volumen toplotne izolacije	37
3.3.5	Površine elementov	38
3.4	Uporabljene funkcije v uporabniški aplikacij Excel	40
4	RAČUNSKI PRIMER	43
4.1	Račun porabljenega materiala po obstoječi analogni metodi	43
4.1.1	Volumen betona	43

4.1.2	Masa mrežne armature	45
4.1.3	Masa jekla za prednapenjanje	46
4.1.4	Volumen toplotne izolacije	47
4.1.5	Površine elementov	47
4.2	Račun količin s pomočjo izdelane elektronske preglednice	50
4.3	Primerjava	54
5	ZAKLJUČKI	55
	VIRI	56

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Hiarhični prikaz vodenja enote.....	3
---	----------

KAZALO SLIK

Slika 1: Postopek betoniranja pi plošče z uporabo samozgoščevalnih betonov.....	4
Slika 2: Pravkar zabetonirane gredice	4
Slika 3: Merjenje pomika prednapetih votlih plošč	5
Slika 4: Stroj za betoniranje na stezi prednapetih votlih plošč.....	6
Slika 5: Pokrivanje plošč s paronepropustnimi membranami (filc, polivinil).....	7
Slika 6: Dviganje prednapetih votlih plošč s steze.....	8
Slika 7: Pogled in prerez fasadne plošče.....	10
Slika 8: Toplotni most pri 20-centimetrskem fasadnem elementu	11
Slika 9: Fasadni element debeline 25 cm	11
Slika 10: Armatura nosilnega sloja fasadnega elementa	12
Slika 11: Toplotni most pri odprtinah v fasadnih elementih debeline 20 cm	13
Slika 12: Zaščitna plast armature v fasadnih elementih debeline 20 cm	13
Slika 13: Povezovalna sredstva v fasadnih elementih debeline 26 cm	14
Slika 14: Pas mineralne volne okoli robov pri fasadnih elementih debeline 26 cm.....	15
Slika 15: Razporeditev toplotne izolacije debeline 4 in 8 cm pri fasadnih elementih 26 cm.	15
Slika 16: Toplotna izolacija fasadnega elementa 26 cm in povezovalna sredstva.	16
Slika 17: Distančniki za armaturo zgornje betonske plasti pri fasadnem elementu 26 cm.	16
Slika 18: Povezava armature spodnjega in zgornjega sloja betona pri fasadnih elementih debeline 26 cm.....	17

Slika 19: Začasno skladiščenje dvokapnih nosilcev, obrat nima navoljo avtodvigala za vsakodnevno razkladanje teh elementov na deponiji.....	18
Slika 20: Vezanje armature dvokapnega nosilca.....	19
Slika 21: Kompaktiranje betona stebra z iglastim vibratorjem.	21
Slika 22: Lesen opaž za izdelavo montažnega nosilca s t prečnim prerezom.	22
Slika 23: Razdelitev obračunskega lista na 28 delovnih listov	24
Slika 24: Delovni list za mesečno porabo	24
Slika 25: Razpredelnica za vnos vhodni podatki o strešnih ploščah in gredicah	25
Slika 26: Razpredelnica za vnos vhodni podatki o strešnih ploščah in gredicah na eni stezi oziroma delovni liniji	27
Slika 27: Izbira višin prednapete votle plošče.....	28
Slika 28: Izbira dimenzije kabla prednapetih votlih plošč	29
Slika 29: Razpredelnica za vnos podatkov za fasadne panele.....	30
Slika 30: Izbira vrste toplotne izolacije fasadnih elementov	31
Slika 31: Razpredelnica za vnos podatkov za dvokapne nosilce.....	32
Slika 32: Razpredelnica za vnos podatkov za stebre.....	33
Slika 33: Razpredelnica za vnos podatkov za preklade, korita in nosilec.....	34
Slika 34: Razpredelnica za vnos podatkov za prednapete nosilce	34
Slika 35: Razpredelnica za vnos podatkov o preostalih montažnih elementih.....	35
Slika 36: Delovni list za vodenje mesečne porabe količin	39

1 UVOD

Živimo v obdobju informacijske družbe, za katero je značilno, da ceni hiter pretok informacij med dobavitelji, izvajalci in med naročnikom. V gradbeništvu se strmi k čim hitrejši izvedbi, pomembna je zelo velika fleksibilnost gradbenih podjetij in sicer že od faze načrtovanja, projektiranja pa do dokončne izvedbe del. Roki za izvedbo zastavljenih ciljev so čedalje krajši, zato je tudi v fazi izdelave prefabriciranih elementov v montažni gradnji zelo pomembno usklajeno ter predvsem učinkovito delo v proizvodnji le teh. V ta namen uporabljamo sodobna računalniška orodja s katerimi si olajšamo določene faze del in s tem pridobimo na času.

Dandanes se v poslovnih okoljih nenehno srečujemo z raznimi spremembami, zato nenehno izboljševanje poslovanja zahteva sistematične pristope, ki slonijo na skupinskem delu, učinkoviti komunikaciji, ustvarjalnem razmišljanju, uporabi sodobne tehnologije, kar omogoča učinkovito reševanje problemov. V konkurenčnem okolju, kot je gradbeništvo, je z tradicionalnim načinom dela dandanes težko dohajati vse hitrejše spremembe. Tudi v gradbeni dejavnosti, kjer je slovenski trg del velikega evropskega tržišča, je vsaka prednost pred ostalimi gradbenimi podjetji pomembna.

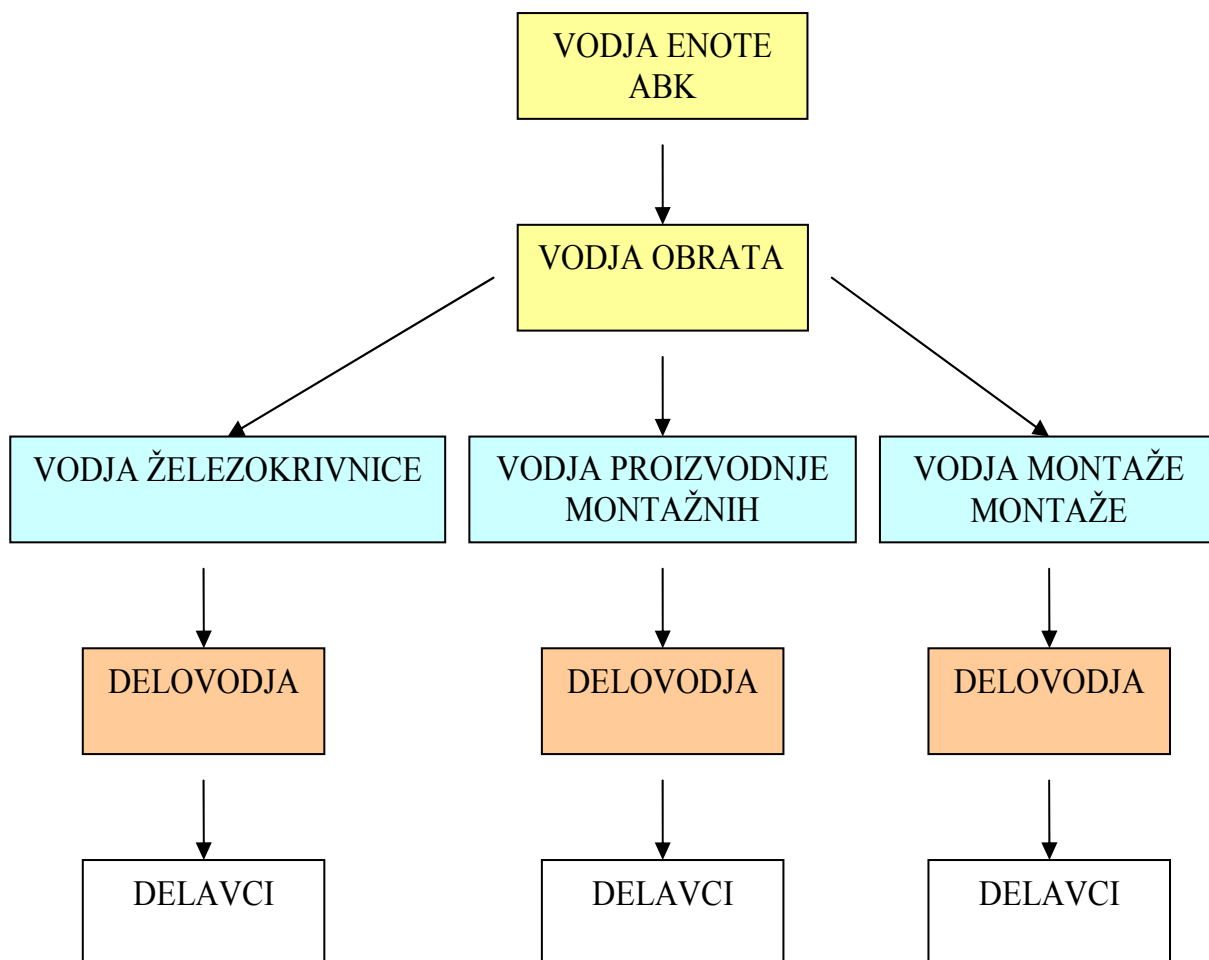
Sam proces proizvodnje montažnih elementov je vzbudil naše zanimanje predvsem zato, ker smo pri praktičnem usposabljanju z opazovanjem in delom v proizvodnji prišli do ocene da zaposleni porabijo preveč časa za obračun količin porabljenega materiala ter se posledično premalo posvečajo tehničnim težavam, ki se pojavijo med samim procesom izdelave elementov.

Cilj diplomskega dela je bil, da s pomočjo analize analogne metode obračunavanja porabe materiala v proizvodnji, izdelamo učinkovito elektronsko orodje za avtomatiziran izračun potrebnih količin, materiala. Diplomska naloga ima poleg uvoda še štiri poglavja. V drugem poglavju opišemo proizvodnjo betonskih montažnih elementov. V tretjem poglavju je podrobno predstavljena elektronska preglednica za vnos podatkov in avtomatizacijo vodenja porabe materialov v proizvodnji. V četrtem poglavju je prikazana primerjava med računom porabljenega materiala po obstoječi analogni metodi ter računom s pomočjo izdelave elektronske preglednice v uporabniški aplikaciji Microsoft Excel. Na koncu podamo zaključke.

2 PROIZVODNJA BETONSKIH MONTAŽNIH ELEMENTOV

.Proizvodnja montažnih konstrukcij ima v Primorju dolgoletno tradicijo, začetki pa segajo v leto 1967. S povezovanjem podjetij v skupino Primorje so se proizvodne zmogljivosti občutno povečale in danes je skupina Primorje največji proizvajalec montažnih konstrukcij in vodilni ponudnik na področju montažne gradnje v Sloveniji. Proizvodnja prefabriciranih armiranobetonskih izdelkov poteka v obratih v Ajdovščini, Lažah in Izoli in to na kar 30000 m² proizvodnih površin in 75000 m² pripadajočih skladiščnih površin. Tovarne so med seboj tehnološko usklajene in lahko sočasno proizvajajo montažne elemente za gradnjo istega objekta ter tako skrajšajo čas gradnje. Betonski montažni elementi iz skupine Primorje so vgrajeni v več kot 8000 objektov, zgrajenih doma in v tujini. Ponudba montažnih elementov investitorjem zagotavlja celovite storitve. V projektivnem biroju skupine Primorje je skupina strokovnjakov specializirana posebej za projektiranje in tehnično podporo pri gradnji montažnih objektov, več izurjenih ekip za montažo na terenu pa zagotavlja kakovostno in hitro gradnjo montažnih objektov. V preglednici 1 je prikazana struktura vodenja enote za izdelavo betonskih montažnih elementov. V nadaljevanju bomo podrobneje predstavili značilne betonske montažne elemente ki jih izdelujemo v obratih Primorje in sicer: strešno pi ploščo, prednapeto votlo ploščo, fasadno ploščo, dvokapni nosilec, steber, nosilce in drugo.

Preglednica 1: Hierarhični prikaz vodenja enote



2.1 Strešne PI plošče in gredice

Pi plošče se izdelujejo v kovinskih opažih. Ti omogočajo izvedbo različnih dolžin pi plošč. Izdelujejo se tri različne višine plošč, in sicer 30,45in60cm. Rebra pi plošč so armirana z vzdolžno rebrasto armaturo in s stremeni, tlačna plošča pa je armirana le z mrežno armaturo. Na sliki 1 je prikazano betoniranje pi plošč.



Slika 1: Postopek betoniranja pi plošče z uporabo samozgoščevalnih betonov

Pri gredicah se uporabljajo opaži, ki so podobni opažem za izdelavo pi plošč. Razlika je v tem, da se v enem opažu izdelava več gredic, ploščo pa samo eno. Vgrajevanje betona v opaž poteka s pomočjo šestih opažnih vibratorjev. Na sliki 2 so prikazane gredice tik po končanem betoniranju.



Slika 2: Pravkar zabetonirane gredice

2.2 Prednapete votle plošče

Prednapete votle plošče so zaradi ugodnih lastnosti in široke uporabnosti zelo priljubljene. V toku njihovega razvoja od začetka sedemdesetih let prejšnjega stoletja so s svojo fleksibilnostjo, velikimi razponi in visoko nosilnostjo postale vodilni element montažne gradnje v svetu. Na sliki je prikazano merjenje pomika plošč.



Slika 3: Merjenje pomika prednapetih votlih plošč

Za proizvodnjo plošč je skupina Primorje od finskega proizvajalca Elematic nabavila novo tehnologijo, ki obsega pet proizvodnih stez dolžine 108 m s pripadajočo opremo za prednapenjanje in betoniranje. Na predhodno napetih kablji za prednapenjanje se na kovinskih podnicah z ekstrudorjem vgradi betona, ki se ga po doseženi zadostni trdnosti s specialno žago razreže na zelene (projektirane) dolžine in oblike.

Standardna širina plošč je 120 cm, z vzdolžnim žaganjem pa se lahko izdelajo tudi ožje. Razrez je možen pod poljubnim kotom, prav tako se izdelajo potrebne izreze, poglobitve in odprtine že v proizvodni hali. Z vgradnjo zgornjih prednapetih vrvi je plošče možno uporabiti tudi kot konzolni element.

S petimi razpoložljivimi višinami in z gladko spodnjo površino, so prednapete votle plošče široko uporabne v vseh vrstah zgradb, tako v stanovanjskih kot poslovnih, kakor tudi skeletnih armiranobetonskih in jeklenih industrijskih halah ter garažnih hišah in sicer za izvedbo stropnih konstrukcij ter za izdelavo fasad. Po odstranitvi plošč iz steze, je potrebno le to dobro očistiti in namazati z opažnim oljem.

Kable za prednapenjanje je potrebno razporediti skladno s projektno specifikacijo. Tudi velikost napenjalne sile določa projektna specifikacija. Za doseganje ustrezne sprijemnosti med betonom in kablom, morajo biti kabli pred vgradnjo čisti, razmaščeni in brez korozije.

Po napenjanju mora delovodja sestaviti zapisnik o prednapenjanju, ki mora biti na razpolago v proizvodnji.

Pri izdelavi prednapetih votlih plošč se uporablja beton z nizkim vodocementnim faktorjem trdnostnega razreda C40/50, C45/55 in C50/60.



Slika 4: Stroj za betoniranje na stezi prednapetih votlih plošč

Beton vgrajujemo s pomočjo ekstrudorja, z načinom strižnega kompaktiranja betona. Za pravilno vgradnjo je potrebna stalna kontrola delovanja ekstrudorja, ki jo izvaja strojnik na ekstrudorju.

Takoj po končanem betoniranju plošč na stezi se začne z merjenjem odreznih dolžin in izvedbo morebitnih odprtin. Potrebno je paziti, da se ne poškoduje kablov in na sidranje kablov na koncih steze.

Za pravilnost izmere odreznih dolžin in izvedbo lukenj je odgovoren delovodja. Vsako izmerjeno in obdelano ploščo se tudi označi s pripadajočo pozicijsko številko ter drugimi podatki.

Po obdelavi elementov, se celotno stezo prekrije s paronepropustnimi membranami (glej sliko 5). Stezo za prednapete votle plošče se nato segreva. Pri tem je potrebno paziti, da prirastek temperature v prvih dveh urah ni večji kot $25^{\circ}\text{C}/\text{h}$. Največja dosežena temperatura ne sme preseči 65°C . Parjenje betona pred rezanjem kablov mora trajati vsaj 5 ur.



Slika 5: Pokrivanje plošč s paronepropustnimi membranami (filc, polivinil)

Tlačne trdnosti vgrajenega betona preverjamo na kockah dimenzij 150x150x150 mm. Prednapete kable lahko popustimo, ko beton doseže vsaj 70% projektne tlačne trdnosti betona po 28 dneh. Pred rezanjem kablov je potrebno preveriti nastanek morebitnih vzdolžnih razpok zaradi krčenja, ki pa se po rezanju zaprejo. Dovoljene so le majhne razpoke velikostnega reda 0.2 mm, do globine $h/3$ in dolžine h , kjer je h višina plošče.

Pri rezanju kablov pride na koncih plošč zaradi ne zadostne sprijemnosti med betonom in kabli do zdrsa, kar je lahko še najbolj problematično pri krajnih kabljih. Potrebna je stalna vizualna kontrola vseh plošč na progi. Pri dveh do treh ploščah pa se zdrs tudi meri. Za določen kabel je merodajna srednja vrednost zdrsov z obeh strani plošče.

Po razrezu plošč le te dvigujemo s steze (slika6). Pri tem mora biti prijemališče minimalno 20 cm od konca plošče. Odlagamo jih na transportna sredstva, s katerimi jih vozimo na deponijo. Pri odlaganju plošč moramo paziti, da pri ploščah brez zgornjih kablov previs ni večji od 1 m. Plošče z izrezi in luknjami pa moramo podložiti po celotni širini.



Slika 6: Dviganje prednapetih votlih plošč s steze

2.3 Fasadne plošče

Fasadni element je s svojim izgledom kakor tudi s svojo izolativnostjo pomemben del montažnega objekta. Fasadne plošče se razlikujejo po velikosti, debelini in načinu montaže. Poznamo dva načina in sicer v vodoravni ter navpični smeri. Debelina fasadnega elementa je odvisna od zahtevane izolativnosti. Element z debelino 20 cm ima toplotne mostove (slika 8), element z debelino 26 cm pa je brez toplotnih mostov (slika 9).

Fasadni elementi z debelino 20 cm so sestavljeni iz zunanje plasti betona, toplotne izolacije, (stiropor ali kamena volna) in notranje plasti betona. Obe plasti betona sta med seboj povezani s 4sidri na m² površine. Po obodu sta betonski plasti medsebojno povezani z 10 cm plastjo betona.

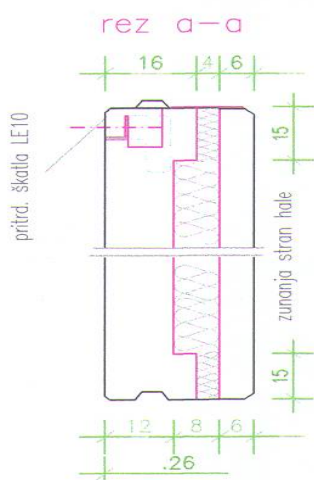
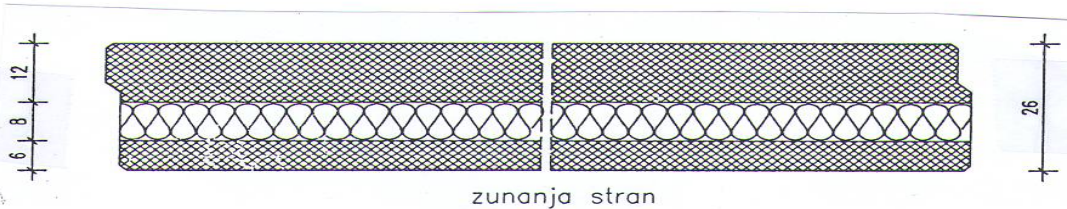
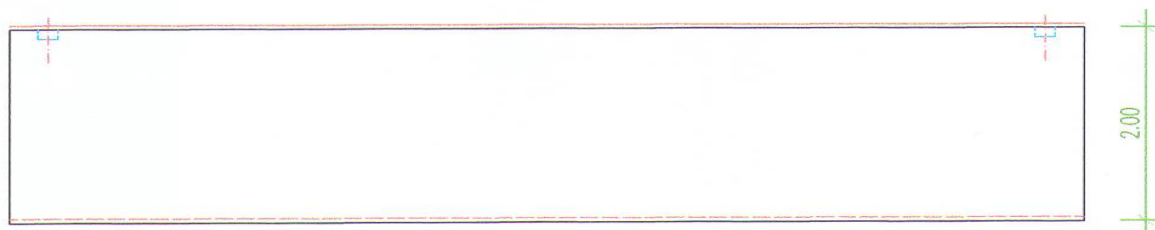
Toplotna prehodnost takšnih elementov je $U=0,63 \text{ W/m}^2\text{K}$.

V zadnjem času se uvaja proizvodnja betonskih fasadnih elementov brez toplotnih mostov, ki se uporabljajo pri gradnji energetske varčnih objektov.

Pri takšnih fasadnih elementih debeline 26 cm je toplotno izolacija (mineralna volna) vgrajena po celotni širini oziroma dolžini elementa, kot sendvič med zunanjo in notranjo betonsko plastjo. Debelina toplotne izolacije je 8 cm, na stikih pa 4 cm (slika 7). Betonski plasti sta med seboj povezani s sistemom nosilnih in povezovalnih sider, ki omogočajo proste deformacije zunanje betonske plasti. Pri tako izdelanih fasadnih elementih so manjše možnosti nastanka razpok in ukrivljenja zaradi temperaturnih sprememb in osončenja fasad. Zunanja površina je v pranjem kulirju in ostalih dekorativnih obdelav, lahko pa je zgolj gladek beton.

Toplotna prehodnost takšnih fasadnih plošč z debelino 26 cm je $U=0,33 \text{ W/m}^2\text{K}$ kar je manj od največje vrednosti $U=0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$.

FASADNI ELEMENT $d=26\text{cm}$



Slika 7: Pogled in prerez fasadne plošče

Fasadne plošče so armirane z rebrasto armaturo kvalitete S500 in mrežno armaturo. Uporabljen beton je trdnostnega razreda C40/50, razred izpostavljenosti je XC4. Maksimalno zrno agregata je 16mm, maksimalni posed pa 12 cm.



Slika 8: Toplotni most pri 20-centimetrskem fasadnem elementu

Element debeline 26 cm pa je izdelan po načinu "sendvič plošče".



Slika 9: Fasadni element debeline 25 cm

Postopka izdelave fasadnih elementov z debelino 20 oziroma 26 cm se med seboj razlikujeta, zato ju bomo opisali posebej. Za oba postopka potrebujemo vibracijsko mizo, na kateri se element izdelata. Ena od vzdolžnih stranic mize je fiksna, z drugo stranico nastavljamo širino elementa, dolžino elementa pa določimo s prečnim zapiralom. Vsi elementi so izdelani z utorom na eni in peresom na drugi strani. Višina stranic in zapiral je 20 oziroma 26 cm. Elementi so sestavljeni iz zunanje zaščitne betonske plasti, debela 6 cm. Plast izolacije je debeline 6 ali 8 cm, notranja nosilna betonska plast pa ima debelino 8 ali 12 cm. V nosilno betonsko plast se vgradijo tipska pritrdilna sredstva za dvig in montažo. V železokrivnici se armatura izdelata za vsak posamezen element. Na sliki 10 je prikazana armatura nosilnega sloja fasadnega elementa.



Slika 10: Armatura nosilnega sloja fasadnega elementa

Sam postopek izdelave fasadnih plošč je sledeč. Najprej vlijemo beton debeline 4 cm in ga z vibracijsko mizo izravnamo. Nanj postavimo armaturne mreže. Armaturo, ki bo povezala zunanjo in notranjo plast elementa, postavimo na zunanje robove elementa. Na armaturno mrežo dodamo sloj dveh centimetrov betona, ga izravnamo, nato se začne vstavljati toplotna izolacija debeline 6 cm. Ko Izolacijske plošče postavimo eno ob drugo, z 10-centimetrskim odmikom od robov elementa. Odmik je obvezen zaradi same nosilnosti in kompaktnosti elementa. Odmiki so obvezni tudi okrog odprtih za okna in vrata.



Slika 11: Toplotni most pri odprtinah v fasadnih elementih debeline 20 cm

Ko postavimo izolacijo, vgradimo še armaturo, zgornje nosilne betonske plasti. Armaturno mrežo postavimo ob robovih na povezovalno armaturo, v območju izolacije pa na distančnike.



Slika 12: Zaščitna plast armature v fasadnih elementih debeline 20 cm

V to plast betona dodatno vstavljamo še pritrdilna in dvižna sredstva. Nato sledi betoniranje zgornje plasti tako imenovanega nosilnega dela fasadnega elementa. Robni pas betona širine 10 cm poveča nosilnost in zmanjšuje vitkost elementa, ter ščiti toplotno izolacijo pred vdorom vlage, ko je element na deponiji izpostavljen zunanjim vplivom. Za elemente ni potrebna dodatna začasna zaščita toplotne izolacije. Ko beton doseže zadostno trdnost, se s pomočjo hidravlike vibracijska miza skupaj z fasadnimi elementi vertikalno dvigne pod kotom 75° . Z dvižnimi pripomočki in mostnim dvigalom se elementi dvignejo in transportirajo na začasno deponijo, kjer ostanejo še naslednje tri dni zaradi ustreznega negovanja betona.

Pri fasadnih ploščah brez toplotnih mostov debeline 26 cm se za povezavo zunanje in notranje betonske plasti skozi toplotno izolacijo uporabljajo specialna povezovalna sidra iz visoko kvalitetnega nerjavečega jekla. Povezovanje izdelujemo s pomočjo t.i. lasnic, to je oblikovana žica, debeline 4 mm, in ploščic ter tulcev poljubnih velikosti (glej sliko 13). Število lasnic, velikost ploščic in premer tulcev je odvisen od velikosti fasadnega elementa in njegove zasnove. Vsa ta povezovalna sredstva vgradimo že na armaturno mrežo, ki je postavljena na spodaj zaščitenem betonskem sloju z debelino 4 cm.



Slika 13: Povezovalna sredstva v fasadnih elementih debeline 26 cm

Armaturu nad spodnjim slojem betona postavimo kot pri, izdelavi plošč z debelino 20 cm zalijemo z betonom debeline 2 cm. S pomočjo vibratorjev beton izravnamo. Sledi najbolj zahteven tehnološki postopek izdelave, zaradi katerega je ta element pridobil primat v montažni gradnji. Okoli vseh robov in odprtin (vrata, okna) postavimo pas mineralne volne, debeline 4 cm, in širine 15 cm(slika 14).



Slika 14: Pas mineralne volne okoli robov pri fasadnih elementih debeline 26 cm

Na preostalo površino elementa položimo volno, debeline 8 cm. Prikaz razporeditve toplotne izolacije fasadnega elementa debeline 26 cm prikazuje slika 15.



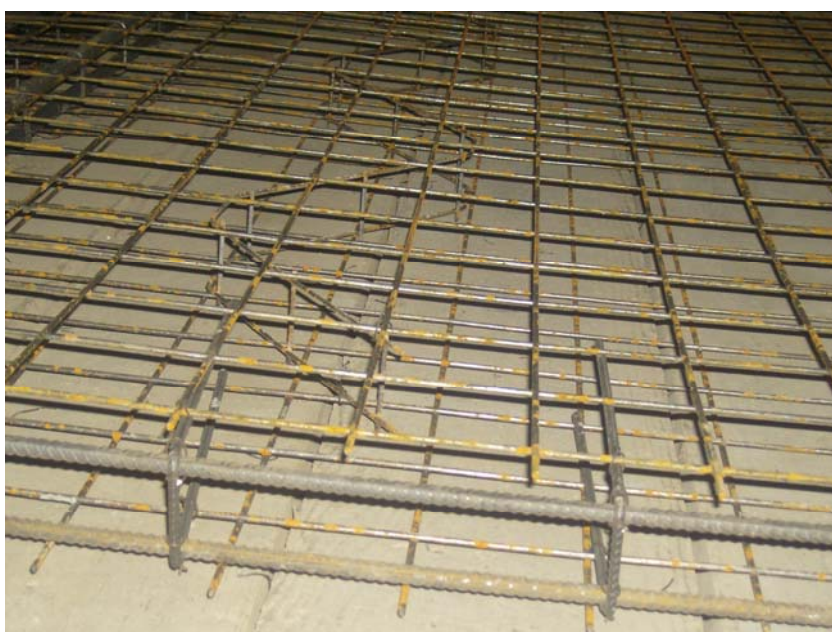
Slika 15: Razporeditev toplotne izolacije debeline 4 in 8 cm pri fasadnih elementih 26 cm.

Povezovalna sredstva, ki prebijejo toplotno izolacijo, ne zmanjšajo toplotne izolativnosti elementa. Element je popolnoma prekrit z volno (slika 16).



Slika 16: Toplotna izolacija fasadnega elementa 26 cm in povezovalna sredstva.

V nadaljevanju vgradimo armaturo, zgornje betonske plasti. Armaturo sestavljata dve mreži, ki sta med seboj ločeni z distančniki (slika 17)



Slika 17: Distančniki za armaturo zgornje betonske plasti pri fasadnem elementu 26 cm.

Skozi odprtine na ploščicah oziroma tulcih se vtaknejo dodatne palice visokokvalitetnega jekla, s premerom 5 mm in dolžino 50 cm, s tem povežemo armaturo spodnjega sloja z armaturo v zgornjem betonskem delu.



Slika 18: Povezava armature spodnjega in zgornjega sloja betona pri fasadnih elementih debeline 26 cm.

Po končanem armiranju zabetoniramo še zgornjo nosilno plast elementa. S tem je tehnološki postopek končan. Postopek dviga in nege betona je enak kot pri 20-centimetskem elementu.

2.4 Dvokapni nosilci

Opaž za izdelavo dvokapnih nosilcev je sestavljen iz baterije, ki omogoča sočasno izdelavo dveh nosilcev. Baterijo-kalup sestavljajo trije deli – osrednji del in dve zunanji stranici. Kalup je nameščen na prečnih vodilih, ki omogočajo premikanje zunanjih stranic. Dolžina baterije oziroma celotnega kalupa se lahko spreminja. Izdelamo lahko nosilce dolžin od 18 pa do 30

metrov. Prečni prerez nosilca je I oblike. Spodnja pasnica je široka 22 cm, zgornja 50 cm, stojina pa ima debelino 8 cm. Največja višina nosilca je od 180 do 258 cm. Vzdolžni naklon zgornje pasnice znaša 12 %. Na sliki 19 je prikazan razopažen dvokapni nosilec.

Armaturu nosilca se predhodno pripravi v železokrivnici in se jo s pomočjo mostnega dvigala dostavi ob sam kalup. Tukaj delavci vežejo armaturo na ustreznih stojalih v obrnjenem položaju (glej sliko 20). Stremensko armaturo dolžine do 1,5 m se oblikuje s pomočjo stroja za krivljenje železa. Daljšo stremensko armaturo se oblikuje ročno. Vzdolžne armaturne palice v spodnji stojini se ne preklaplja, pač pa se strojno čelno vari. Krivljeno vzdolžno armaturo se strojno oblikuje. Pred vstavljanjem armature v kalup je treba le tega temeljito očistiti in namazati. Poleg armaturnega koša v kalup namestimo še pritrdilna sredstva, ki jih uporabljamo pri montaži, dvižna sidra, ki jih uporabljamo pri transportu, ter oblikovne elemente (razni krogi, kvadrati, pravokotniki), s katerimi oblikujemo odprtine v nosilcu.



Slika 19: Začasno skladiščenje dvokapnih nosilcev, obrat nima na voljo avtodvigala za vsakodnevno razkladanje teh elementov na deponiji



Slika 20: Vežanje armature dvokapnega nosilca.

Pri klasičnem dvokapnem nosilcu se za pripravo betonske mešanice uporabljata dve recepturi – ločeno za pasnico in stojino. Betonska mešanica se vgrajuje v treh fazah. Najprej se z betonom z agregatom z največjim zrnem 16mm in manjšim posedom zabetonira oba krajna dela nosilca in spodnjo pasnico. Sledi betoniranje stojine nosilca z drugo recepturo. Največje zrno agregata ima premer 8 mm, posed betonske mešanice pa je večji. Uporaba drugačne mešanice je posledica majhne širine stojine in s tem težjega raznosa samega betona (pokončna armatura). Ko zabetoniramo stojino nosilca lahko začnemo z betoniranjem zgornje pasnice. Uporabimo prvo recepturo. Kompaktiranje betona se izvaja z uporabo frekvenčnih usmernikov in opažnih vibratorjev. Sam postopek betoniranja dvokapnega nosilca je dolgotrajen zaradi uporabe dveh različnih receptur betonske mešanice dvakratnega mešanja ter prevoza svežega betona na samo mesto vgradnje.

Za obdelavo svežega betona na zgornji površini nosilca se uporablja ročno zidarsko orodje. Z obdelavo zagotovimo ravnost in gladkost naležne površine zgornje pasnice. To je zelo pomembno pri nalaganju sekundarnih strešnih nosilcev na dvokapni nosilec. V svež beton vgradimo še površinske spojne elemente in kovinske ploščice, s pomočjo le teh zagotovimo ustrezno pritrjevanje sekundarnih nosilcev.

Pri procesu strjevanja betona lahko uporabimo dva pristopa. Klasični postopek in postopek pospešenega strjevanja betona. Pri klasičnem postopku nosilec po končanem betoniranju pokrijemo s paronepropustnimi membranami. S tem dosežemo ustrežnejše pogoje za proces vezanja betona in pospešimo prirast zgodnjih tlačnih trdnosti betona.

Pri postopku pospešenega strjevanja nosilce parimo. Paro dovajamo preko kotla v kotlovnici. Preprečiti moramo neposredno dovajanje pare v svež beton zaradi izgorelosti betona. Nosilec prekrijemo s paronepropustnimi membranami. Pri parjenju moramo biti pozorni na temperaturo v betonu in s tem povezan čas dovajanja pare. Temperatura betona ne sme preseči 60°C. Čas dovajanja pare znaša od dveh do šestih ur. S postopkom parjenja pospešimo hidratacijske procese v betonski mešanici ter posledično dosežemo hitrejši prirast zgodnje tlačne trdnosti betona. Posebno pozornost moramo posvetiti zaščiti nosilca zaradi izsuševanja in pomanjkanja vlage zaradi procesa parjenja.

2.5 Stebri

Stebre uvrščamo med klasične montažne elemente. Izdelujemo jih v posebej pripravljenih kovinskih kalupih. Ti omogočajo izdelavo različnih oblik glav stebrov. Za zelo zahtevne stebre se uporablja lesen opaž.

Običajno so stebri kvadratnega prečnega prereza dimenzij 50/50 ali 60/60 cm. Armirani so z vzdolžno armaturo, ki zavzame 1-2% prečnega prereza stebra, in s stremensko armaturo premera $\varnothing 8$ - $\varnothing 10$. Na glave stebrov nalegajo nosilci. Takšna obremenitev povzroča velike strižne sile, zato so glave stebrov armirane z ustrezno stremensko in poševno armaturo. Na sliki 21 je prikazano kompaktiranje betona stebra.



Slika 21: Kompaktiranje betona stebra z iglastim vibratorjem.

2.6 Nosilci

Poznamo montažne nosilce z različnimi oblikami prečnih prereзов: I,L,T in U. Nosilci imajo lahko tudi spremenljivo višino. Nosilci se izdelujejo v kovinskih in lesenih opažih. Nosilci so običajno armirani s klasično armaturo, včasih pa so tudi prednapeti. Pri nosilcih s spremenljivo višino je zelo zahtevna izvedba armature. Zaradi spremenljive višine je potrebno izdelati stremensko armaturo s spremenljivo višino. Pri nosilcih, daljših od 12m, se vzdolžna armatura vari. Uporablja se poseben varilni stroj. Na sliki 22 je prikazan lesen opaž za nosilec s T prečnim prerezom.



Slika 22: Lesen opaž za izdelavo montažnega nosilca s t prečnim prerezom.

2.7 Drugo

V proizvodnem obratu montažnih elementov se izdelujejo še različne protihrupne in protivetrne ograje za avtocestni program. Izdelujejo se tudi različni dopolnilni izdelki, ki jih uporabljamo pri klasičnem načinu gradnje.

3 PROGRAMSKO ORODJE ZA VODENJE KOLIČIN PORABLJENEGA MATERIALA

3.1 Uporabniška aplikacija

Osnovno vodilo pri izdelavi elektronske preglednice za vnos podatkov in avtomatizacijo vodenja porabe materialov v proizvodnji montažnih elementov je bilo preprostost uporabe in prijaznost do uporabnika. Uporabniku smo želeli omogočiti čim bolj enostaven in hiter vnos podatkov ter mu ponuditi omejen izbor vrednosti, ki jih lahko vnaša, ter s tem zmanjšati možnost napak. Želeli smo tudi omogočiti čim večjo prenosljivost in dostopnost razvite rešitve, zato smo uporabili splošno razširjeno uporabniško aplikacijo Microsoft Excel.

Microsoft Excel je uporabniška aplikacija, ki jo je razvilo podjetje Microsoft in je najbolj razširjeno orodje za delo z elektronskimi preglednicami. Microsoft Excel je zelo primeren za avtomatizacijo izračuna podatkov, kjer ti izračuni temeljijo na vhodnih podatkih, ki se jih vnaša v tabelarični obliki in so formule za te izračune že v naprej določene. Ravno takšna je tudi narava problema, ki ga obravnavamo v diplomskem delu. Poleg tega je bil že dosedanji obrazec za planiranje proizvodnje izdelan v preglednici Excel in uporabniki so z njim seznanjeni. Program za izračun porabe materialov v proizvodnji smo zato izvedli s pomočjo uporabniške programske opreme Microsoft Excel. Osnova za izvedbo je bil analogni obračunski list, ki ga zaposleni uporabljajo pri svojem delu.

V aplikaciji Microsoft Excel so obračunski listi razdeljeni na 28 delovnih listov kar pomeni da imamo v posameznem mesecu največ 28 delovnih dni proizvodnje (glej sliko 23). V posameznem delovnem listu imamo osem različnih elementov, ki se lahko istočasno izdelujejo, zato moramo imeti na enem delovnem listu tudi istočasen obračun potrebnih količin materiala. V posameznem delovnem listu imamo za posamezen element na voljo različne rešitve za določanje vhodnih podatkov in sicer na podlagi padajočih menijev.

◆ Površina

Površino strešnih plošč za posamezni objekt izračunamo z naslednjo enačbo:

$$S_{1,obj,dan} = \sum_{poz} l_{1,obj,dan,poz} \cdot b_{1,obj,dan,poz} \cdot n_{1,obj,dan,poz} \quad (3.2)$$

Pri tem je l_1 dolžina elementa, b_1 pa njegova širina. Pomen preostalih spremenljivk je enak kot pri računu volumna.

◆ Masa vgrajene mrežne armature

Maso vgrajene mrežne armature strešnih plošč oziroma gredic za posamezni objekt izračunamo z naslednjo enačbo:

$$M_{1,obj,dan} = \sum_{poz} l_{1,obj,dan,poz} \cdot n_{1,obj,dan,poz} \cdot m \cdot f_{prek} \quad (3.3)$$

Pri tem je l_1 dolžina elementa, b_1 njegova širina, m je masa mrežne armature na enoto površine, f_{prek} pa empirično določen faktor, s katerim upoštevamo povečanje mase armature zaradi prekrivanja armaturnih mrež ($f_{prek} = 1.2$).

3.2.2 Prednapete votle plošče

Podatke o prednapetih votlih ploščah vpisujemo pod rubriko 2 v delovni list dnevnega plana proizvodnje (glej sliko 26). V okviru vodenja količin porabljenega materiala v nadaljevanju predstavimo izraz za račun volumna porabljenega betona, površin plošč ter maso vgrajenih prednapetih kablov za posamezni delovni dan.

2. PREDNAPETE VOTLE PLOŠCE									IZMENA	
RTT	OBJEKT	POZ	DOLŽINA	ŠIRINA	KOS	M ³ /KOS	OPOMBE	OZNAKA REC.	I	II
1. LINIJA										
VIŠINA	ŠT. KAB.	DIM. KAB.	ŠT. KAB.	DIM. KAB.						
160	8	9.3								
						0.0				
						0.0				
						0.0				
						0.0				
						0.0				
						0.0				
						0.0				
						0.0				
						0.0				
						0.0				

Slika 26: Razpredelnica za vnos vhodni podatki o strešnih ploščah in gredicah na eni stezi oziroma delovni liniji

◆ Volumen porabljenega betona

Volumen porabljenega betona izračunamo za vsak objekt posebej. Izračunane količine ločimo glede na višino prednapetih votlih plošč. Uporabimo naslednjo enačbo:

$$V_{2,obj,poz,dan}^H = \sum_{poz} V_{2,obj,dan,poz}^H \cdot n_{2,obj,dan,poz} \quad (3.4)$$

Pri tem indeks $(\bullet)^H$ označuje višino prednapete plošče, $(\bullet)_{obj}$ je ime objekta, indeks $(\bullet)_{poz}$ pa je pozicijska številka prednapete plošče. Parameter n_2 je število enakih pozicij prednapetih votlih plošč. Volumen posamezne plošče V_2 pa izračunamo z enačbo:

$$V_{2,obj,dan,poz}^H = l_{2,obj,dan,poz}^H \cdot f_2^H \quad (3.5)$$

Pri tem je l_2 dolžina prednapete plošče, f_2 pa empirično določen faktor, s katerim upoštevamo porabo betona na tekoči meter plošče in je odvisen od višine plošče. V faktorju je zajet tudi neizkoriščen beton.

Višino prednapete plošče, označimo jo z indeksom $(\bullet)^H$ izberemo s pomočjo padajočega menija kot je prikazano na sliki 27.

2. PREDNAPETE VOTLE PLOŠČE									IZMENA	
RTT	OBJEKT	POZ	DOLŽINA	ŠIRINA	KOS	M ² /KOS	OPOMBE	OZNAKA REC.	I	II
1. LINIJA										
VIŠINA	ŠT. KAB.	DIM. KAB.	ŠT. KAB.	DIM. KAB.						
160	8	9								
160						0,0				
200						0,0				
265						0,0				
320						0,0				
400						0,0				
						0,0				
						0,0				
						0,0				
						0,0				
						0,0				
						0,0				
						0,0				

Slika 27: Izbira višin prednapete votle plošče

◆ Površina

Površino vseh prednapetih votlih plošč z višino H izračunamo za posamezni objekt z naslednjo enačbo:

$$S_{2,obj,dan}^H = \sum_{poz} l_{2,obj,dan,poz}^H \cdot b_2 \cdot n_{2,obj,dan,poz} \tag{3.6}$$

Pri tem je l_2 dolžina prednapete plošče, b_2 širina steze za napenjanje ($b_2 = 1,2$ m), n_2 pa je število enakih pozicij.

◆ Masa vgrajenih prednapetih kablov

Maso vgrajenih kablov prednapetih plošč izračunamo za vsak objekt posebej. Mase ločimo glede na premer vgrajenih prednapetih kablov. Uporabimo naslednjo enačbo:

$$M_{2,obj,dan}^{FI} = \sum_H \sum_{poz} [l_{2,obj,dan,poz}^H \cdot n_{2,obj,dan,poz} \cdot k^{H,FI} \cdot f^{FI}] \tag{3.7}$$

Pri tem indeks $(\bullet)^{FI}$ označuje premer prednapetega kabla, z indeksom $(\bullet)^H$ pa označimo višino prednapete plošče. Z l_2 smo označili dolžino prednapete plošče, n_2 je število enakih pozicij, k

je število prednapetih kablov, f pa empirično določen faktor, s katerim upoštevamo porabo kablov na tekoči meter plošče in je odvisen od premera kabla. Premer prednapetega kabla izberemo s pomočjo padajočega menija, kot prikazuje slika 28.

2. PREDNAPETE VOTLE PLOŠČE								IZMENA		
RTT	OBJEKT	POZ	DOLŽINA	ŠIRINA	KOS	M ² /KOS	OPOMBE	OZNAKA REC.	I	II
1. LINIJA										
VIŠINA	ŠT. KAB.	DIM. KAB.	ŠT. KAB.							
160	8	<div style="border: 1px solid red; border-radius: 50%; padding: 2px;"> 9,3 12,5 15,2 </div>				0,0				
						0,0				
						0,0				
						0,0				
						0,0				
						0,0				
						0,0				
						0,0				
						0,0				
						0,0				

padajoči meni
za izbiro
premera
kablov *FI*

Slika 28: Izbira dimenzije kabla prednapetih votlih plošč

3.2.3 Fasadni panelni elementi

Podatke o fasadnih panelih vpisujemo pod rubriko 3 v delovni list dnevnega plana proizvodnje (glej sliko 29). V okviru vodenja količin porabljenega materiala v nadaljevanju predstavimo izraz za račun volumna porabljenega betona, površin fasadnih panelov, volumna vgrajenih toplotne izolacije ter maso vgrajene mrežne armature.

3.2.5 Stebri

Podatke o stebrih vpisujemo pod rubriko 5 v dnevni list dnevnega plana proizvodnje (glej sliko 32). V okviru vodenja količin porabljenega materiala v nadaljevanju predstavimo izraz za račun volumna porabljenega betona.

5. STEBRI								IZMENA	
RTT	OBJEKT	POZ	DIMENZIJE	KOS	M3/KOS	OPOMBE	OZNAKA REC.	I	II

Slika 32: Razpredelnica za vnos podatkov za stebre

◆ Volumen porabljenega betona

Volumen porabljenega betona za stebre posameznega objekta izračunamo z naslednjo enačbo:

$$V_{5,obj,dan}^{RTT} = \sum_{poz} V_{5,obj,dan,poz}^{RTT} \cdot n_{5,obj,dan,poz} \quad (3.13)$$

Tako kot pri strešnih ploščah in dvokapnih nosilcih tudi pri stebrih izračunamo volumen za vsak trdnostni razred posebej. Indeks $(\bullet)_{poz}$ je pozicijska številka stebrov, ki je vpisana v rubriki 5 v dnevnem planu proizvodnje. Parameter n_5 je število enakih pozicij stebrov. Volumen posameznega stebra V_5 bodisi izračunamo ali nam ga posreduje projektant.

3.2.6 Preklade, korita, nosilci

Podatke o prekladah, koritih in nosilcih vpisujemo pod rubriko 6 v delovni list dnevnega plana proizvodnje (glej sliko 33). V okviru vodenja količin porabljenega materiala v nadaljevanju predstavimo izraz za račun volumna porabljenega betona.

◆ Volumen porabljenega betona

Volumen porabljenega betona za posamezni objekt v odvisnosti od trdnostnega razreda izračunamo z naslednjo enačbo:

$$V_{8,obj,dan}^{RTT} = \sum V_{8,obj,dan,poz}^{RTT} \cdot n_{8,obj,dan,poz} \quad (3.17)$$

Parameter n_8 je število enakih pozicij montažnih elementov. Volumen posameznega elementa V_8 moramo predhodno izračunati oziroma nam ga posreduje projektant.

3.3 Mesečno vodenje količin porabljenega materiala

Na delovnem listu za mesečno porabo vodimo skupni volumen porabljenega betona, skupno maso vgrajene mrežne armature in jekla za prednapenjanje, skupni volumen vgrajene toplotne izolacije ter skupno površino elementov. Vse porabljene količine obravnavanega meseca vodimo za vsak objekt posebej.

3.3.1 Volumen betona

Skupni volumen porabljenega betona vodimo ločeno za prednapete votle plošče ($V_{2a,obj}$, $V_{2b,obj}$) in fasadne elemente ($V_{3,obj}$). Za stresne plošče, dvokapne nosilce, stebre, grede, prednapete nosilce in druge elemente pa vodimo skupno porabo betona v odvisnosti od trdnostnega razreda (V_{obj}^{RTT}). Izrazi za račun skupnih volumnov so naslednji:

$$V_{obj}^{RTT} = \sum_{dan} (V_{1,obj,dan}^{RTT} + V_{4,obj,dan}^{RTT} + V_{5,obj,dan}^{RTT} + V_{6,obj,dan}^{RTT} + V_{7,obj,dan}^{RTT} + V_{8,obj,dan}^{RTT}) \quad (3.18)$$

$$V_{2a,obj} = \sum_{dan} \sum_H V_{2,obj,dan}^H, \quad H = 160, 200 \text{ in } 265 \text{ mm} \quad (3.19)$$

$$V_{2b,obj} = \sum_{dan} \sum_H V_{2,obj,dan}^H, \quad H = 320 \text{ in } 400 \text{ mm} \quad (3.20)$$

$$V_{3,obj} = \sum_{dan} V_{3,obj,dan} \quad (3.21)$$

Pri tem indeks $(\bullet)_{obj}$ označuje obravnavan objekt, $(\bullet)_{dan}$ je delovni dan, $(\bullet)^{RTT}$ je trdnostni razred uporabljenega betona pri izdelavi strešnih plošč, dvokapnih nosilcev, stebrov, gred, prednapetih nosilcev in drugih elementov, $(\bullet)^H$ pa je višina prednapete strešne plošče.

3.3.2 Masa mrežne armature

Skupno mesečno količino vgrajenih armaturnih mrež v strešne plošče in fasadne elemente izračunamo za vsak objekt posebej z izrazom:

$$M_{obj} = \sum_{dan} (M_{1,obj,dan} + M_{3,obj,dan}) \quad (3.22)$$

3.3.3 Masa jekla za prednapenjanje

Skupno mesečno količino vgrajenih prednapetih kablov za posamezni objekt izračunamo ločeno za prednapete votle plošče ($M_{2,obj}^{FI}$) in prednapete nosilce ($M_{7,obj}$). Uporabimo naslednje enačbe:

$$M_{2,obj}^{FI} = \sum_{dan} M_{2,obj,dan}^{FI} \quad (3.23)$$

$$M_{7,obj} = \sum_{dan} M_{7,obj,dan} \quad (3.24)$$

Pri prednapetih votlih ploščah vodimo količine ločeno za vsak nazivni premer uporabljenih kablov (indeks $(\bullet)^{FI}$).

3.3.4 Volumen toplotne izolacije

Skupni mesečni volumen vgrajene toplote izolacije v fasadne elemente vodimo za vsak objekt posebej. Količine izračunamo s pomočjo izraza:

$$VT_{obj}^{TI} = \sum_{dan} VT_{obj,dan}^{TI} \quad (3.25)$$

3.3.5 Površine elementov

Skupno površino izdelanih elementov posameznega objekta vodimo ločeno za strešne plošče in gredice ($S_{1,obj}$), prednapete votle plošče ($S_{2,obj}^H$) in fasadne elemente ($S_{3,obj}$). Izračunamo jih z naslednjimi izrazi:

$$S_{1,obj} = \sum_{dan} S_{1,obj,dan} \quad (3.26)$$

$$S_{2,obj}^H = \sum_{dan} S_{2,obj,dan}^H \quad (3.27)$$

$$S_{3,obj} = \sum_{dan} S_{3,obj,dan} \quad (3.28)$$

Pri prednapetih votlih ploščah vodimo količine ločeno za vsako višino plošče posebej (indeks $(\bullet)^H$).

PORABA ZA MESEC MAJ

Datum: 15.5.2008

OBJEKT	SM	I 100											I 070															
		C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60	Fasada C40/50 F	Površina Fasade	Stiropor	Kamena v.	Površina Streš.P	Mreže	fi.15,2	PVP160	PVP320	PVP265	PVP400	fi.9,3	fi.12,5	fi.15,2	PVP160	PVP200	PVP265	PVP320	PVP400		
		m ³						m ²	m ³	m ³	m ²	kg	kg	m ²					kg					m ²				
ISKRA		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B.S. SMEDNIK		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KOLEKTOR LIV		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ZAPONKA		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SAM SENOŽEČE		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MERKATOR PO.		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JAVOR PIVKA		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UNICHEM		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MDM		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AC MALENCE		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LESNICA KRO.		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PRIMORJE		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SKUPAJ		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

imena objektov

volumen betona V_{obj}^{RTT}

volumen fasadnih elem. $V_{3,obj}$

površina fasadnih elem. $S_{3,obj}$

volumen TI VT_{obj}^{TI}

površina strešnih plošč $S_{1,obj}$

masa mrežne arm. M_{obj}

masa kablov za nosilce $M_{7,obj}$

volumen betona PVP $V_{2a,obj}, V_{2b,obj}$

masa kablov za PVP $M_{2,obj}^{FI}$

površina PVP $S_{2,obj}^H$

Slika 36: Delovni list za vodenje mesečne porabe količin

3.4 Uporabljene funkcije v uporabniški aplikacij Excel

Da smo lahko izpolnili osnovne kriterije, ki smo si jih zadali pri pisanju tega dela (enostavnost uporabe, zanesljivost, učinkovitost) ter čim bolj avtomatizirali izračun porabe materialov v proizvodnji, smo morali uporabiti več zmogljivih lastnosti ter funkcij uporabniške aplikacije Excel. Pri tem pa smo se tudi srečali z nekaterimi pomanjkljivostmi Excela, ki smo jih morali zaobiti s triki.

Celoten obračunski obrazec je zasnovan tako, da vrednosti določenih celic ni mogoče spreminjati zaradi varnosti zapisa enačb in posledično nepravilnega izračuna. Uporabljeni so tudi padajoči meniji, ki dovoljujejo izbiro samo določenih vrednosti, ki se jih vnese na za to predvideno mesto. Zaradi večje preglednosti in enostavnosti obrazcev so v tabelah skriti nekateri stolpci in vrstice, ki vsebujejo nekatere pomožne podatke, ki za uporabnika niso zanimivi.

Neposredno pri samem izračunu oz. v formulah, ki skrbijo za avtomatiziran izračun porabe materialov v proizvodnji, smo uporabili naslednje Excelove funkcije:

SUM funkcijo smo uporabili za seštevek vseh števil v obsegu celic.

IF funkcija vrne eno vrednost, če se pogoj, ki smo ga določili, ovrednoti kot pravilen in drugo vrednost, če se ovrednoti kot nepravilen. Uporabljali smo jo za preizkuse pogojev vrednosti in formul.

SUMIF je funkcija, ki seštevava vrednosti v celicah, ki ustrezajo določenemu kriteriju.

SUMPRODUCT smo uporabili za seštevanje vrednosti preko večjega števila listov.

CONCATENATE je funkcija, ki združi več nizov v en besedni niz. Funkcijo smo uporabili za združevanje imen objektov in količin.

INDIRECT funkcija vrne sklic, ki je določen z besednim nizom. Funkcija takoj ovrednoti celico, na katero se nanaša sklic. Namesto, da se ovrednoti vsebina same celica, se torej

ovrednoti vsebina celice, ki jo ta celica naslavlja. Ta funkcija je uporabljena zaradi avtomatskega naslavljanja večjega števila celic na različnih listih.

Čeprav je problem na prvi pogled izgledal dokaj preprost, saj zahteva le pogojno seštevanje vrednosti preko večjega števila listov, se je izkazalo, da zaradi nekaterih pomanjkljivosti Excela, problem ni tako enostavno rešljiv. Osnovni problem je bil, da osnovna verzija Excela ne omogoča pogojnega seštevanja s sestavljenimi pogoji, če se obseg celic, ki jih je potrebno upoštevati pri seštevanju, razteza preko več listov. Omogočeno je bodisi pogojno seštevanje z enim pogojem preko večjega števila listov, ali pa pogojno seštevanje z več pogoji, vendar samo na enem listu. Ta problem bi elegantno rešili, če bi funkciji IF in SUMIF podpirali delo s tri-dimenzionalnimi obsegi vrednosti (list, stolpci, vrstice), vendar osnovna verzija Excela na žalost nima vgrajene te podpore. Obstaja sicer poseben dodatek, ki ga lahko namestimo poleg Excela, ki osnovni verziji doda te funkcionalnosti, vendar ga zaradi prenosljivosti in enostavnosti namestitve razvite rešitve ter kasnejšega vzdrževanja nismo uporabili. Zato smo rešitve poiskali v samem Excelu ter uporabili nekaj trikov, da smo probleme zaobšli.

Datoteka ima trideset listov; na prvem listu (*Podatki*) so podatki, na drugem (*Poraba za mesec*) pa se seštevajo vsote z ostalih osemindvajsetih z dvema pogojema. Zaradi zgoraj omenjenih težav, je bilo potrebno pretvoriti problem z dvema pogojema v problem z enim pogojem. To smo storili tako, da smo vrednosti v obeh pogojih kar združil skupaj s funkcijo CONCATENATE. V tem primeru je to elegantno izvedljivo, ker je v pogoju vedno enačaj in sta oba pogoja vedno v konjunkciji. Torej, vedno, ko bosta veljavna oba posamična pogoja, bo veljaven tudi združen pogoj. Tako najprej na vsakem od posameznih osemindvajsetih listov enostavno spnemo skupaj oba pogoja s funkcijo CONCATENATE v dodatnem stolpcu. V našem primeru je prvi pogoj ime objekta drugi pa ena izmed naslednjih vrednosti: RTT betona, površina plošč, mreže, kabli, izolacije, PVP. Na ta način smo problem z dvema pogojema pretvorili v problem z enim samim pogojem in tako omogočili uporabo funkcije SUMIF. Ta funkcija sešteje vrednosti samo tistih celic, ki ustrezajo določenemu združenemu pogojem (oz. obema elementarnima pogojema). Ker ti stolpci z sestavljenimi pogoji za uporabnika niso zanimivi, jih skrijemo. Ravno tako ostanejo skriti tudi stolpci z delnimi rezultati volumnov betonov in izolacij, površin plošč, mas mrež in kablov.

Ker imamo osemindvajset listov (v principu pa bi jih lahko bilo poljubno mnogo), uporabimo funkciji INDIRECT in ROW s katerima lahko formule dostopajo do vrednosti na vseh listih. V ta namen so posamezni listi poimenovani kar s števili od 1 do 28, kar omogoča enostavno uporabo funkcije ROW, ki generira imena teh listov, ter posledično funkcije INDIRECT, ki naslavlja ustrezne celice. Ko se na ta način avtomatsko in pravilno definira celoten obseg celic, ki jih je potrebno upoštevati, in to na vseh listih, funkciji SUMIF in SUMPRODUCT poskrbita, da se izločijo in seštejejo samo tiste vrednosti, ki ustrezajo sestavljenemu pogoju generiranemu s funkcijo CONCATENATE. Stavek ki vse to naredi se glasi takole:

```
=SUMPRODUCT(SUMIF(INDIRECT("'"&ROW(INDIRECT("1:28"))&"!W:W");CONCATENATE($A12;E$9);INDIRECT("'"&ROW(INDIRECT("1:28"))&"!O:O"))
```

Drugi problem, ki se nanaša na zahtevo, da naj bi se pri seštevanju upoštevala vsa nova vnesena imena objektov na za to namenjenem listu, smo rešili z uporabo padajočih menijev. Imena objektov (ki predstavljajo prvi pogoj pri pogojnih izračunih), se tako najprej vnesejo v stolpec na drugem listu (*Poraba za mesec*). Nato je na vseh osemindvajsetih listih z delovnimi dnevi omogočen v polja z imeni vnos samo imen, ki smo jih vnesli na listu *Poraba za mesec*. Ime lahko izberemo v padajočem meniju ali pa ga kar vpišemo, pri čemer nam Excel prepreči vnos drugačnih vrednosti. Tako ne more priti do napake, vnos pa je enostavnejši in hitrejši.

Pri tem smo naleteli na še eno pomanjkljivost Excela. Ta sicer dovoljuje, da se vrednosti, ki se pojavljajo kot izbire v padajočem meniju, lahko črpajo iz določenega obsega celic, vendar hkrati zahteva, da se ta obseg celic nahaja na istem listu kot sam padajoči meni. Ker pa smo hoteli imeti vrednosti v vseh padajočih menijih na vseh listih enake, in sicer takšne, kot se jih vnese na list *Poraba za mesec*, smo morali spet uporabiti trik. Na vsakem listu smo se torej v padajočih menijih sklicevali na obseg celic, ki se je nahaja na tem listu, te celice pa preprosto naslavlja obseg celic na listu *Poraba za mesec*, kamor lahko vnašamo imena objektov in druge podatke. Če tako na tem listu dodamo novo ime objekta, se bo to ime samodejno pojavilo v vseh padajočih menijih na vseh listih. Tako omogočimo uporabniku pregleden in hiter vnos samo tistih podatkov, ki so dovoljeni, hkrati pa mu tudi omogočimo vso fleksibilnost pri dopolnjevanju in spreminjanju teh podatkov.

4 RAČUNSKI PRIMER

V tem poglavju prikažemo račun porabljenega materiala po obstoječi analogni metodi ter račun s pomočjo izdelave elektronske preglednice v uporabniški aplikaciji Microsoft Excel.

Zaradi preglednosti se omejimo na račun porabljenega materiala za en delovni dan ter za en objekt (Iskra).

4.1 Račun porabljenega materiala po obstoječi analogni metodi

4.1.1 Volumen betona

Skupni volumen porabljenega betona za stresne plošče, dvokapne nosilce, stebre, grede, prednapete nosilce in druge elemente:

$$V_{iskra}^{C25/30} = \sum_{dan} (V_{1,iskra,dan}^{C25/30} + V_{4,iskra,dan}^{C25/30} + V_{5,iskra,dan}^{C25/30} + V_{6,iskra,dan}^{C25/30} + V_{7,iskra,dan}^{C25/30} + V_{8,iskra,dan}^{C25/30}) =$$
$$= (10,8 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0) = 10,8 \text{ m}^3$$

$$V_{1,iskra,dan}^{C25/30} = \sum_{poz} V_{1,iskra,dan,poz}^{C25/30} \cdot n_{1,iskra,dan,poz} = 1 \cdot 2,3 + 1 \cdot 2,5 + 1 \cdot 2,9 + 1 \cdot 3,1 = 10,8 \text{ m}^3$$

$$V_{iskra}^{C30/37} = \sum_{dan} (V_{1,iskra,dan}^{C30/37} + V_{4,iskra,dan}^{C30/37} + V_{5,iskra,dan}^{C30/37} + V_{6,iskra,dan}^{C30/37} + V_{7,iskra,dan}^{C30/37} + V_{8,iskra,dan}^{C30/37}) =$$
$$= (0 + 4,6 + 0 + 0 + 0 + 0) = 4,6 \text{ m}^3$$

$$V_{4,iskra,dan}^{C30/37} = \sum_{poz} V_{4,iskra,dan,poz}^{C30/37} \cdot n_{4,iskra,dan,poz} = 2 \cdot 2,3 = 4,6 \text{ m}^3$$

$$V_{iskra}^{C35/45} = \sum_{dan} (V_{1,iskra,dan}^{C35/45} + V_{4,iskra,dan}^{C35/45} + V_{5,iskra,dan}^{C35/45} + V_{6,iskra,dan}^{C35/45} + V_{7,iskra,dan}^{C35/45} + V_{8,iskra,dan}^{C35/45}) =$$
$$= (0 + 0 + 0 + 0 + 3,59 + 0) = 3,59 \text{ m}^2$$

$$V_{7,iskra,dan}^{C35/45} = \sum_{poz} V_{7,iskra,dan,poz}^{C35/45} \cdot n_{7,iskra,dan,poz} = 1 \cdot 3,59 = 3,59 \text{ m}^3$$

$$V_{iskra}^{C40/50} = \sum_{dan} (V_{1,iskra,dan}^{C40/50} + V_{4,iskra,dan}^{C40/50} + V_{5,iskra,dan}^{C40/50} + V_{6,iskra,dan}^{C40/50} + V_{7,iskra,dan}^{C40/50} + V_{8,iskra,dan}^{C40/50}) =$$

$$= (0 + 0 + 4,55 + 5,22 + 0 + 0) = 9,77 \text{ m}^2$$

$$V_{5,iskra,dan}^{C40/50} = \sum_{poz} V_{5,iskra,dan,poz}^{C40/50} \cdot n_{5,iskra,dan,poz} = 1 \cdot 2,25 + 1 \cdot 2,3 = 4,55 \text{ m}^3$$

$$V_{6,iskra,dan}^{C40/50} = \sum_{poz} V_{6,iskra,dan,poz}^{C40/50} \cdot n_{5,iskra,dan,poz} = 1 \cdot 1,85 + 1 \cdot 1,61 + 1 \cdot 0,81 + 1 \cdot 0,95 = 5,22 \text{ m}^3$$

$$V_{iskra}^{C45/55} = \sum_{dan} (V_{1,iskra,dan}^{C45/55} + V_{4,iskra,dan}^{C45/55} + V_{5,iskra,dan}^{C45/55} + V_{6,iskra,dan}^{C45/55} + V_{7,iskra,dan}^{C45/55} + V_{8,iskra,dan}^{C45/55}) =$$

$$= (0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0) = 0 \text{ m}^2$$

$$V_{iskra}^{C50/60} = \sum_{dan} (V_{1,iskra,dan}^{C50/60} + V_{4,iskra,dan}^{C50/60} + V_{5,iskra,dan}^{C50/60} + V_{6,iskra,dan}^{C50/60} + V_{7,iskra,dan}^{C50/60} + V_{8,iskra,dan}^{C50/60}) =$$

$$= (0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0) = 0 \text{ m}^2$$

Skupni volumen porabljenega betona za prednapete votle plošče ($H = 160, 200$ in 265 mm):

$$V_{2a,iskra} = \sum_{dan} \sum_H V_{2,iskra,dan}^H = 7,83 + 11,94 + 7,46 = 27,23 \text{ m}^3$$

$$V_{2,iskra,dan}^{160} = \sum_{poz} V_{2,iskra,dan,poz}^{160} \cdot n_{2,iskra,dan,poz} = 0,87 \cdot 8 + 0,87 \cdot 1 = 7,83 \text{ m}^3$$

$$V_{2,iskra,dan,C}^{160} = l_{2,iskra,dan,C}^{160} \cdot f_2^{160} = 7,01 \cdot 0,124 = 0,87 \text{ m}^3$$

$$V_{2,iskra,dan,C1}^{160} = l_{2,iskra,dan,C1}^{160} \cdot f_2^{160} = 7,01 \cdot 0,124 = 0,87 \text{ m}^3$$

$$V_{2,iskra,dan}^{200} = \sum_{poz} V_{2,iskra,dan,poz}^{200} \cdot n_{2,iskra,dan,poz} = 1,33 \cdot 9 = 11,94 \text{ m}^3$$

$$V_{2,iskra,1,P6}^{200} = l_{2,iskra,1,P6}^{200} \cdot f_2^{200} = 10,70 \cdot 0,124 = 1,33 \text{ m}^3$$

$$V_{2,iskra,dan}^{265} = \sum_{poz} V_{2,iskra,dan,poz}^{265} \cdot n_{2,iskra,dan,poz} = 0,81 \cdot 2 + 1,46 \cdot 3 + 1,46 \cdot 1 = 7,46 \text{ m}^3$$

$$V_{2,iskra,1,P3}^{265} = l_{2,iskra,1,P3}^{265} \cdot f_2^{265} = 4,7 \cdot 0,172 = 0,81 \text{ m}^3$$

$$V_{2,iskra,1,P7}^{265} = l_{2,iskra,1,P7}^{265} \cdot f_2^{265} = 8,47 \cdot 0,172 = 1,46 \text{ m}^3$$

$$V_{2,iskra,1,P8}^{265} = l_{2,iskra,1,P8}^{265} \cdot f_2^{265} = 8,47 \cdot 0,172 = 1,46 \text{ m}^3$$

Skupni volumen porabljenega betona za prednapete votle plošče ($H = 320$ in 400 mm):

$$V_{2b,iskra} = \sum_{dan} \sum_H V_{2,iskra,dan}^H = 9,18 + 20,77 = 29,88 \text{ m}^3$$

$$V_{2,iskra,dan}^{320} = \sum_{poz} V_{2,iskra,dan,poz}^{320} \cdot n_{2,obj,dan,poz} = 1,84 \cdot 3 + 1,84 \cdot 2 = 9,18 \text{ m}^3$$

$$V_{2,iskra,1,A}^{320} = l_{2,iskra,1,A}^{320} \cdot f_2^{320} = 9,46 \cdot 0,194 = 1,84 \text{ m}^3$$

$$V_{2,iskra,1,A2}^{320} = l_{2,iskra,1,A2}^{320} \cdot f_2^{320} = 9,46 \cdot 0,194 = 1,84 \text{ m}^3$$

$$V_{2,iskra,dan}^{400} = \sum_{poz} V_{2,iskra,dan,poz}^{400} \cdot n_{2,iskra,dan,poz} = 2,31 \cdot 7 + 2,31 \cdot 2 = 20,77 \text{ m}^3$$

$$V_{2,iskra,1,B}^{400} = l_{2,iskra,1,B}^{400} \cdot f_2^{400} = 9,46 \cdot 0,244 = 2,31 \text{ m}^3$$

$$V_{2,iskra,1,B1}^{400} = l_{2,iskra,1,B1}^{400} \cdot f_2^{400} = 9,46 \cdot 0,244 = 2,31 \text{ m}^3$$

Skupni volumen porabljenega betona za fasadne elemente:

$$V_{3,iskra} = \sum_{dan} V_{3,iskra,dan} = 5,08 \text{ m}^3$$

$$V_{3,iskra,dan} = \sum_M \sum_{poz} V_{3,iskra,dan,poz}^M \cdot n_{3,iskra,dan,poz}^M = 1 \cdot 0,55 + 1 \cdot 3,47 + 1 \cdot 0,48 + 1 \cdot 0,58 = 5,08 \text{ m}^3$$

4.1.2 Masa mrežne armature

Skupna masa vgrajene mrežne armature v strešne plošče in fasadne elemente:

$$M_{iskra} = \sum_{dan} (M_{1,iskra,dan} + M_{3,iskra,dan}) = 169,37 + 379,66 = 549,03 \text{ kg}$$

$$M_{1,iskra,dan} = \sum_{poz} l_{1,iskra,dan,poz} \cdot n_{1,iskra,dan,poz} \cdot m \cdot f_{prek} = 5,38 \cdot 2,45 \cdot 1,2 \cdot 2,07 \cdot 1 +$$

$$+ 6,65 \cdot 2,45 \cdot 1,2 \cdot 2,07 \cdot 1 + 7,85 \cdot 2,45 \cdot 1,2 \cdot 2,07 + 7,95 \cdot 2,45 \cdot 1,2 \cdot 2,07 = 169,37 \text{ kg}$$

$$M_{3,iskra,dan} = \sum_M \sum_{poz} [l_{3,iskra,dan,poz}^M \cdot b_{3,iskra,dan,poz}^M \cdot n_{3,iskra,dan,poz}^M \cdot (m_{sp}^M + m_{zg}^M) \cdot f_{prek}] =$$

$$= 2,94 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot (2,18 + 8,88) \cdot 1,2 + 11,18 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot (2,18 + 8,88) \cdot 1,2 +$$

$$+ 2,94 \cdot 1,35 \cdot 1 \cdot (2,18 + 8,88) \cdot 1,2 + 3,24 \cdot 1,43 \cdot 1 \cdot (2,18 + 8,88) \cdot 1,2 = 379,66 \text{ kg}$$

4.1.3 Masa jekla za prednapenjanje

Skupna masa vgrajenih prednapetih kablov za prednapete votle plošče:

$$M_{2,iskra}^{9,3} = \sum_{dan} M_{2,iskra,dan}^{9,3} = 193 \text{ kg}$$

$$M_{2,iskra,dan}^{9,3} = \sum_H \sum_{poz} [l_{2,iskra,dan,poz}^H \cdot n_{2,iskra,dan,poz} \cdot k^{H,9,3} \cdot f^{9,3}] = 7,01 \cdot 8 \cdot 6 \cdot 0,51 +$$

$$+ 7,01 \cdot 1 \cdot 6 \cdot 0,51 = 193 \text{ kg}$$

$$M_{2,iskra}^{12,5} = \sum_{dan} M_{2,iskra,dan}^{12,5} = 1451 \text{ kg}$$

$$M_{2,iskra,dan}^{12,5} = \sum_H \sum_{poz} [l_{2,iskra,dan,poz}^H \cdot n_{2,iskra,dan,poz} \cdot k^{H,12,5} \cdot f^{12,5}] = 4,70 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 0,913 +$$

$$+ 8,47 \cdot 4 \cdot 8 \cdot 0,913 + 10,7 \cdot 9 \cdot 8 \cdot 0,913 + 9,46 \cdot 5 \cdot 10 \cdot 0,913 = 1451 \text{ kg}$$

$$M_{2,iskra}^{15,2} = \sum_{dan} M_{2,iskra,dan}^{15,2} = 1030 \text{ kg}$$

$$M_{2,iskra,dan}^{15,2} = \sum_H \sum_{poz} [l_{2,iskra,dan,poz}^H \cdot n_{2,iskra,dan,poz} \cdot k^{H,15,2} \cdot f^{15,2}] = 9,46 \cdot 9 \cdot 10 \cdot 1,21 = 1030 \text{ kg}$$

Skupna masa vgrajenih prednapetih kablov za prednapete nosilce:

$$M_{7,iskra} = \sum_{dan} M_{7,iskra,dan} = 99,22 \text{ kg}$$

$$M_{7,iskra,dan} = \sum_{poz} l_{7,iskra,1,poz} \cdot n_{7,iskra,1,poz} \cdot k \cdot f = 10,25 \cdot 1 \cdot 8 \cdot 1,210 = 99,22 \text{ Kg}$$

4.1.4 Volumen toplotne izolacije

Skupni volumen vgrajene toplote izolacije v fasadne elemente:

$$VT_{iskra}^{Kam.v} = \sum_{dan} VT_{iskra,dan}^{TI} = 1,60 \text{ m}^3$$

$$VT_{iskra,dan}^{Kam.v} = \sum_M \sum_{poz} l_{3,iskra,dan,poz}^M \cdot b_{3,iskra,dan,poz}^M \cdot n_{3,iskr,dan,poz}^M \cdot d^{TI} = 2,94 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,08 +$$

$$+ 11,18 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 0,08 = 1,60 \text{ m}^3$$

$$VT_{iskra}^{Stirop} = \sum_{dan} VT_{iskra,dan}^{TI} = 0,69 \text{ m}^3$$

$$VT_{iskra,dan}^{Stirop} = \sum_M \sum_{poz} l_{3,iskra,dan,poz}^M \cdot b_{3,iskra,dan,poz}^M \cdot n_{3,iskra,dan,poz}^M \cdot d^{TI} = 2,94 \cdot 1,35 \cdot 1 \cdot 0,08 +$$

$$+ 3,24 \cdot 1,43 \cdot 1 \cdot 0,08 = 0,69 \text{ m}^3$$

4.1.5 Površine elementov

Skupna površina strešnih plošč in gredic:

$$S_{1,iskra} = \sum_{dan} S_{1,iskra,dan} = 68,18 \text{ m}^2$$

$$S_{1,iskra,dan} = \sum_{poz} l_{1,iskra,dan,poz} \cdot b_{1,iskra,dan,poz} \cdot n_{1,iskra,dan,poz} = 5,38 \cdot 2,45 \cdot 1 + 6,65 \cdot 2,45 \cdot 1 + \\ + 7,85 \cdot 2,45 \cdot 1 + 7,95 \cdot 2,45 \cdot 1 = 68,18 \text{ m}^2$$

Skupna površina prednapetih votlih plošč:

$$S_{2,iskra}^{160} = \sum_{dan} S_{2,iskra,dan}^{160} = 76 \text{ m}^2$$

$$S_{2,iskra,dan}^{160} = \sum_{poz} l_{2,iskra,dan,poz}^{160} \cdot b_2 \cdot n_{2,iskra,dan,poz} = 7,01 \cdot 1,2 \cdot 9 = 76 \text{ m}^2$$

$$S_{2,iskra}^{200} = \sum_{dan} S_{2,iskra,dan}^{200} = 116 \text{ m}^2$$

$$S_{2,iskra,dan}^{200} = \sum_{poz} l_{2,iskra,dan,poz}^{200} \cdot b_2 \cdot n_{2,iskra,dan,poz} = 10,7 \cdot 1,2 \cdot 9 = 116 \text{ m}^2$$

$$S_{2,iskra}^{265} = \sum_{dan} S_{2,iskra,dan}^{265} = 52 \text{ m}^2$$

$$S_{2,iskra,dan}^{265} = \sum_{poz} l_{2,iskra,dan,poz}^{265} \cdot b_2 \cdot n_{2,iskra,dan,poz} = 4,7 \cdot 1,2 \cdot 2 + 847 \cdot 1,2 \cdot 3 + 847 \cdot 1,2 \cdot 1 = 52 \text{ m}^2$$

$$S_{2,iskra}^{320} = \sum_{dan} S_{2,iskra,dan}^{320} = 57 \text{ m}^2$$

$$S_{2,iskra,dan}^{320} = \sum_{poz} l_{2,iskra,dan,poz}^{320} \cdot b_2 \cdot n_{2,iskra,dan,poz} = 9,46 \cdot 1,2 \cdot 3 + 9,46 \cdot 1,2 \cdot 2 = 57 \text{ m}^2$$

$$S_{2,iskra}^{400} = \sum_{dan} S_{2,iskra,dan}^{400} = 102 \text{ m}^2$$

$$S_{2,iskra,dan}^{400} = \sum_{poz} l_{2,iskra,dan,poz}^{400} \cdot b_2 \cdot n_{2,iskra,dan,poz} = 9,46 \cdot 1,2 \cdot 7 + 9,46 \cdot 1,2 \cdot 2 = 102 \text{ m}^2$$

Skupna površina fasadnih elementov:

$$S_{3,iskra} = \sum_{dan} S_{3,iskra,dan} = 28,61 \text{ m}^2$$

$$S_{3,iskra,dan} = \sum_M \sum_{poz} l_{3,iskra,dan,poz}^M \cdot b_{3,iskra,dan,poz}^M \cdot n_{3,iskra,dan,poz}^M =$$

$$= 2,94 \cdot 1,1 \cdot 1 + 11,18 \cdot 1,5 \cdot 1 + 2,94 \cdot 1,35 \cdot 1 + 3,24 \cdot 1,43 \cdot 1 = 28,61 \text{ m}^2$$

VOGALNIK			DEBELINA	Deb. Kamene V.		MA 1.S KG/M ²	MA 2.S KG/M ²			
SVETLI KULIR			26	8		2,18	8,88			
C40/50 F	ZAPONKA	V1	720	50	2	1,3		AJD-L-94-SCC		

4. DVOKAPNIKI								IZMENA	
RTT	OBJEKT	POZ	DIMENZIJE	KOS	M3/KOS	OPOMBE	OZNAKA REC.	I	II
C30/37	ISKRA	D1	1216/89/162	2	2,3		AJD1,2-L-2-37		

5. STEBRI								IZMENA	
RTT	OBJEKT	POZ	DIMENZIJE	KOS	M3/KOS	OPOMBE	OZNAKA REC.	I	II
C40/50	MERCATOR	S3	1089/50/60	1	3,05		AJD-L-94-SCC		
C40/50	MERCATOR	S2	715/50/60	1	2,05		AJD-L-94-SCC		
C40/50	JAVOR	S1	1483770/70	2	7,55		AJD-L-94-SCC		
C40/50	ISKRA	S1	916/50/50	1	2,25		AJD-L-94-SCC		
C40/50	ISKRA	S1D	913/50/50	1	2,3		AJD-L-94-SCC		

6. PREKLADE, KORITA, NOSILCI								IZMENA	
RTT	OBJEKT	POZ	DIMENZIJE	KOS	M3/KOS	OPOMBE	OZNAKA REC.	I	II
C40/50	JAVOR	TŽ	1033/50/120	2	3,59		AJD-L-94-SCC		
C40/50	UNICHEM	K5	476/70/50	1	0,83		AJD-L-94-SCC		
C40/50	MDM	T2	996/50/80	1	2		AJD-L-94-SCC		
C40/50	ZAPONKA	N4	798/65/65	2	3		AJD-L-94-SCC		
C40/50	ISKRA	E1A	508/65/65	1	1,85		AJD-L-94-SCC		
C40/50	ISKRA	E1B	508/65/61	1	1,61		AJD-L-94-SCC		
C40/50	UNICHEM	G1	476/40/32	2	0,34		AJD-L-94-SCC		
C40/50	ISKRA	TSA	523/50/60	1	0,81		AJD-L-94-SCC		
C40/50	ISKRA	TSC	623/50/60	1	0,95		AJD-L-94-SCC		

7. PREDNAPETI NOSILCI								IZMENA	
RTT	OBJEKT	POZ	DIMENZIJE	KOS	M3/KOS	Št. Kab.	OZNAKA REC.	I	II
C35/45	ISKRA	T1	1025 50/70	1	3,59	8	AJD-L-94-SCC		

8. RAZNO								IZMENA	
RTT	OBJEKT	POZ	DIMENZIJE	KOS	M3/KOS	OPOMBE	OZNAKA REC.	I	II
C30/37	AC MALENCE	TT12	160/100/40/100	3	0,79		AJD1,2-L-2-101-(XF4/1A)		
C30/37	AC MALENCE	PG1	296/50/10	1	0,13		AJD1,2-L-2-101-(XF4/1A)		
C25/30	AC MALENCE	PG2	296/54/10	1	0,15		AJD1,2-L-2-101-(XF4/1A)		
C30/37	LEŠNICA	APO8	196/12/50	3	0,12		AJD1,2-L-2-101-(XF4/1A)		
C30/37	LEŠNICA	APO9	296/12/50	1	0,18		AJD1,2-L-2-101-(XF4/1A)		
C30/37	LEŠNICA	APO10	296/12/50	1	0,18		AJD1,2-L-2-101-(XF4/1A)		
C30/37	LEŠNICA	APO11	111/116/245	1	0,18		AJD1,2-L-2-101-(XF4/1A)		

OPOMBE										

PORABA ZA MESEC **MAREC**

Datum: 5.4.2008

OBJEKT	SM	I 100												I 070										
		Fasada						Površina			Površina			PVP160		PVP320								
		C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60	C40/50 F	Fasade	Stiropor	Kamena v.	Streš.P.	Mreže	fi 15,2	PVP265	PVP400	fi 9,3	fi 12,5	fi 15,2	PVP160	PVP200	PVP265	PVP320	PVP400
m ³						m ²			m ²			m ²		m ²		kg								
ISKRA		10,8	4,6	3,6	9,8	0,0	0,0	5,1	28,6	0,6	1,3	68,2	549	99	27,2	30,0	193	1451	1030	76	116	52	57	102
BS SMEDNIK		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	11,4	0,0	0	498,5	0	0	8	74	0	0
KOLEKTOR		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	17,5	0,0	1,1	0,0	232	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0
ZAPONKA		0,0	0,0	0,0	6,0	0,0	0,0	13,5	75,8	1,0	3,8	0,0	1006	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0
SENOŽEČE		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0
MERCATOR		0,0	0,0	0,0	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0
JAVOR		0,0	0,0	0,0	22,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0
UNICHEM		0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0
MDM		0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0
AC MALENCE		0,2	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0
LEŠNICA		0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0
SKUPAJ		11,0	8,0	3,6	46,7	0,0	0,0	22,1	121,9	1,6	6,2	68,2	1787	99	38,6	30,0	193	1950	1030	76	124	126	57	102
		91,33												68,6		3173			484					
BETONI SKUPAJ		159,9																						

4.3 Primerjava

Pri mesečni porabi obračunamo od 1500 do 3000m³ betona, nekaj par tisoč ton kablov, nekaj sto kubičnih metrov izolacije, tona mrežne armature in nekaj tisoč metrov površin raznih plošč. Te številke povedo, da je analogno vodenje količin porabljenega materiala časovno zelo potratno, povrh vsega pa ne moremo v celoti izključiti možnost napak pri računu. Z uporabo elektronske preglednice bistveno zmanjšamo porabljen čas za obračun količin, poleg tega pa je takšen način vodenja porabe natančnejši, preprostostejši za uporabo in prijaznejši do uporabnika.

5 ZAKLJUČKI

V zadnjem času lahko v Sloveniji zaznamo sunkovit razvoj na področju gradbeništva. Gradi se mnogo različnih gradbenih in gradbeno inženirskih objektov. Predvsem gradnja velikih trgovskih, športno rekreacijskih in kulturnih objektov botruje k vedno večjemu razvoju tudi na področju proizvodnje montažnih elementov. Zaradi časovnih omejitev ter omejitev pri porabi surovin je zelo pomembno, da so izračuni porabe materialov hitri, zanesljivi ter enostavni. V obratu ABK je za vodenje količin porabljenih materialov trenutno v uporabi analogna metoda, ki je časovno zelo potratna saj temelji na skoraj popolnoma ročnem izračunu količin. V okviru diplomske naloge smo razvili elektronsko preglednico za avtomatizirano vodenje porabe materialov. Preglednico smo izdelali s pomočjo uporabniške aplikacije Microsoft Excel, ki je najbolj razširjeno orodje za delo z elektronskimi preglednicami. Osnovno vodilo pri izdelavi elektronske preglednice za vnos podatkov in avtomatizacijo vodenja porabe materialov v proizvodnji je bilo preprostost uporabe, prijaznost do uporabnika ter olajšanje obstoječih metod pri vsakodnevnem računu količin porabljenega materiala v obratu montažnih elementov ABK v Ajdovščini.

VIRI

- 1) Reisner, Trudi. 1999. Naučite se sami Excel 2000 v 24 urah. Izola, Desk: 10-484 str.
- 2) Šuler, Aleš. 1997. Microsoft Excel 97. Nova Gorica, Desk: 28-277 str.
- 3) Kely, Julija. 1996. Slovenski Microsoft Excel za Windows 95 – Korak za korakom. Ljubljana, Desk: 27-323 str.
- 4) Mihalič, Robert. 1997. Hitri vodnik skozi Microsoft Excel 97. Ljubljana, Desk: 23-252 str.
- 5) Harvery Greg. 1994. Excel za telebane. Ljubljana, Desk: 47-306 str.
- 6) Nossiter Joshua C. 1996. Excel za Windows 95 v uporabi. Izola, Desk: 25-4001 str.
- 7) Interno gradivo Primorje d.d. Vipavska cesta 3, Ajdovščina.