



HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Dani Hrvatske komore inženjera građevinarstva 2020.

POGREŠKE U PROJEKTIRANJU I IZVODJENJU BETONSKIH KONSTRUKCIJA – Primjeri iz prakse

Jure Galić (1), Donka Würth(2)

(1) Tehničko veleučilište u Zagrebu, Hrvatska

(2) Tehničko veleučilište u Zagrebu, Hrvatska

UVOD – Uobičajene pogreške

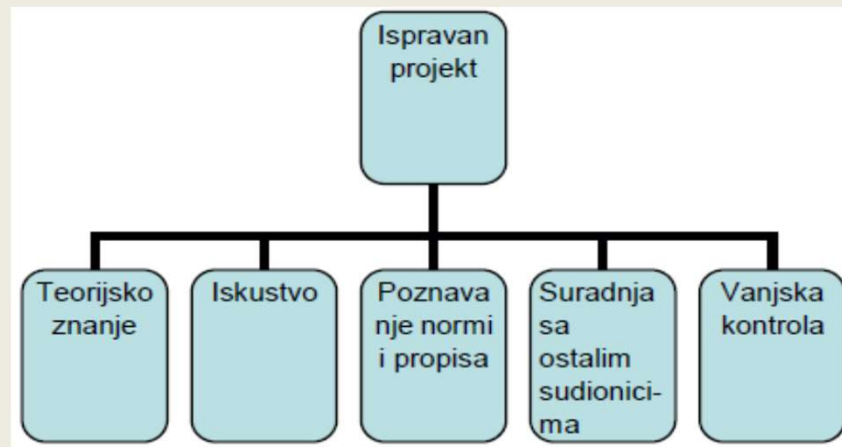
- Pravilno prepoznavanje i definiranje uvjeta okoliša u kojem se nalazi konstrukcija
- Nedostatak pažnje
- Nepotpuna projektna dokumentacija (tehnologija)
- Dimenzioniranje zaštite, uvjeti njegovanja i održavanja
- Zanatski pristup izvedbi
- Nedovoljno razrađeni uvjeti kvalitete u tehničkom opisu, troškovniku...
- Pogrešne pretpostavke u numeričkom modelu (dimenzioniranje)



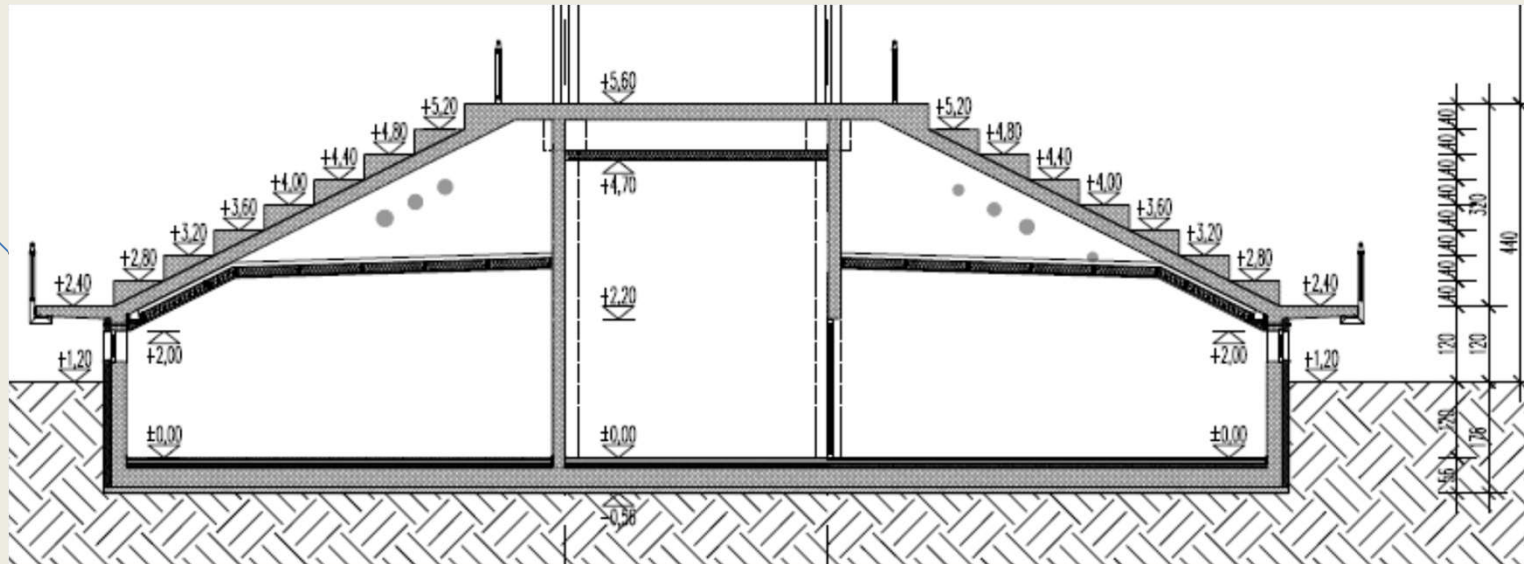
Glavni problemi u istražnim radovima

Pogreške u samom procesu izrade projektne dokumentacije su najčešće posljedica nedovoljnog razumijevanja ponašanja konstrukcije u zadanim uvjetima okoliša, odnosno krivih pretpostavki u numeričkom modelu zbog zanemarivanja pojedinih djelovanja na konstrukciju kao i pogrešnog odabira materijala ili nerazumijevanja procesa degradacije konstrukcije uslijed djelovanja okoliša

Shematski prikaz glavnih utjecaja na kvalitetu projekta



PRIMJER 1 – AB KONSTRUKCIJA SPORTSKOG CENTRAA



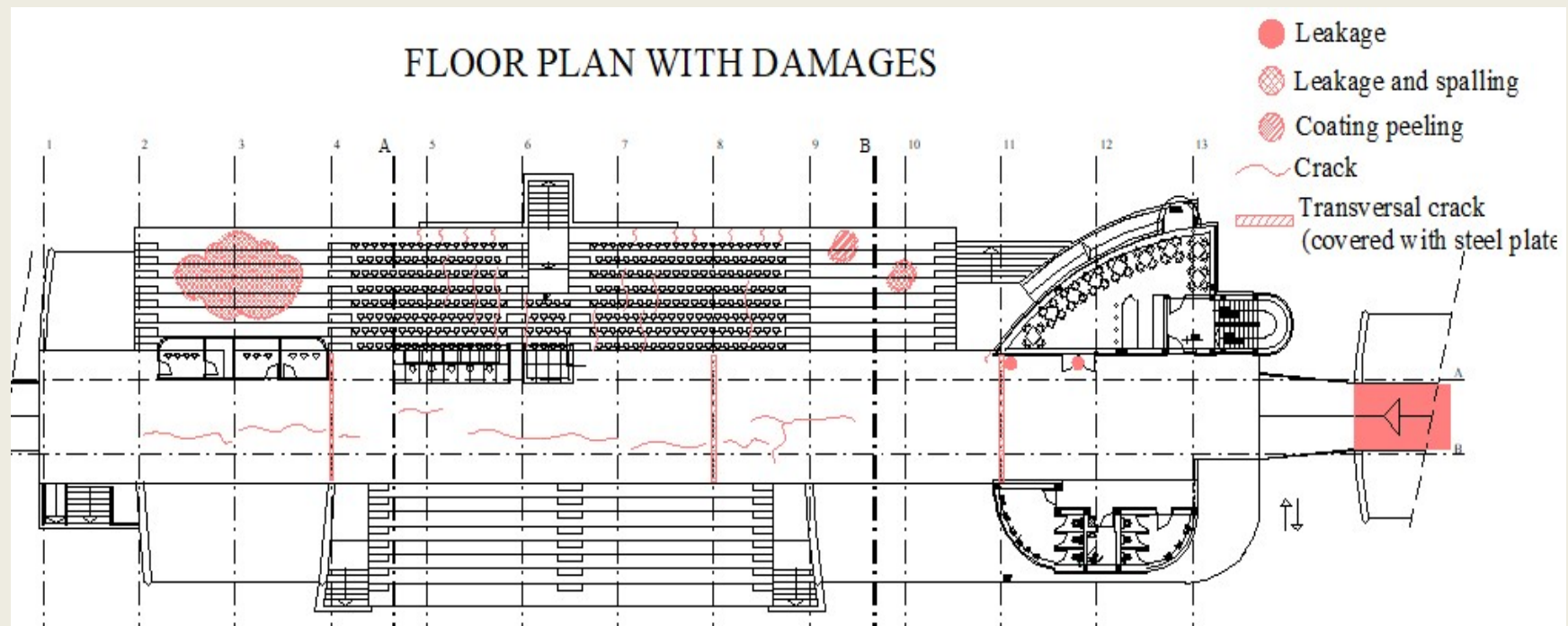
Armiranobetonska konstrukcija sportskog centra smještenog u sjevernoj Hrvatskoj, izvedena kao monolitna konstrukcija, bez dilatacija, ukupne dužine 78,60 m i maksimalne širine 21,10 m.

Tijekom izvedbe klasična konstrukcija zamijenjena vodonepropusnim betonom („bijela kada”)



VIZUALNI PREGLED

Iako je standardna praksa da se konstrukcije bez dilatacija izvode do 35 max. 40 m ukupna dužina izvedena je 78,60 m bez dilatacija što je uzrokovalo raspucavanje konstrukcije (samodilatiranje) na mjestima promjene poprečnog presjeka, odnosno na mjestima najveće koncentracije naprezanja. Uočene su dvije pukotine širine cca 1 cm po cijeloj visini poprečnog presjeka, te čitav niz pukotina manje širine (0,5 – 0,7 cm) po cijeloj građevini.



OŠTEĆENJA



Pukotine po cijeloj površini konstrukcije;

Ljuštenje površine betona;

Odvajanje površinskog zaštitnog premaza



Prodor vode i curenje unutar objekta

Tragovi izluživanja i korozijska armature



POPRAVAK

Ukloniti neuspješne pokušaje popravaka (čelične ploče preko pukotina, dodatno izvedena AB ploča na sjevernoj polovici tribina, nekvalitetno nanešen površinski premaz...).

Nakon pripreme površine sve pukotine zapuniti injektiranjem epoksidnim mortom, izvesti novu zaštitu površine premazima na svim vidljivim vanjskim površinama.

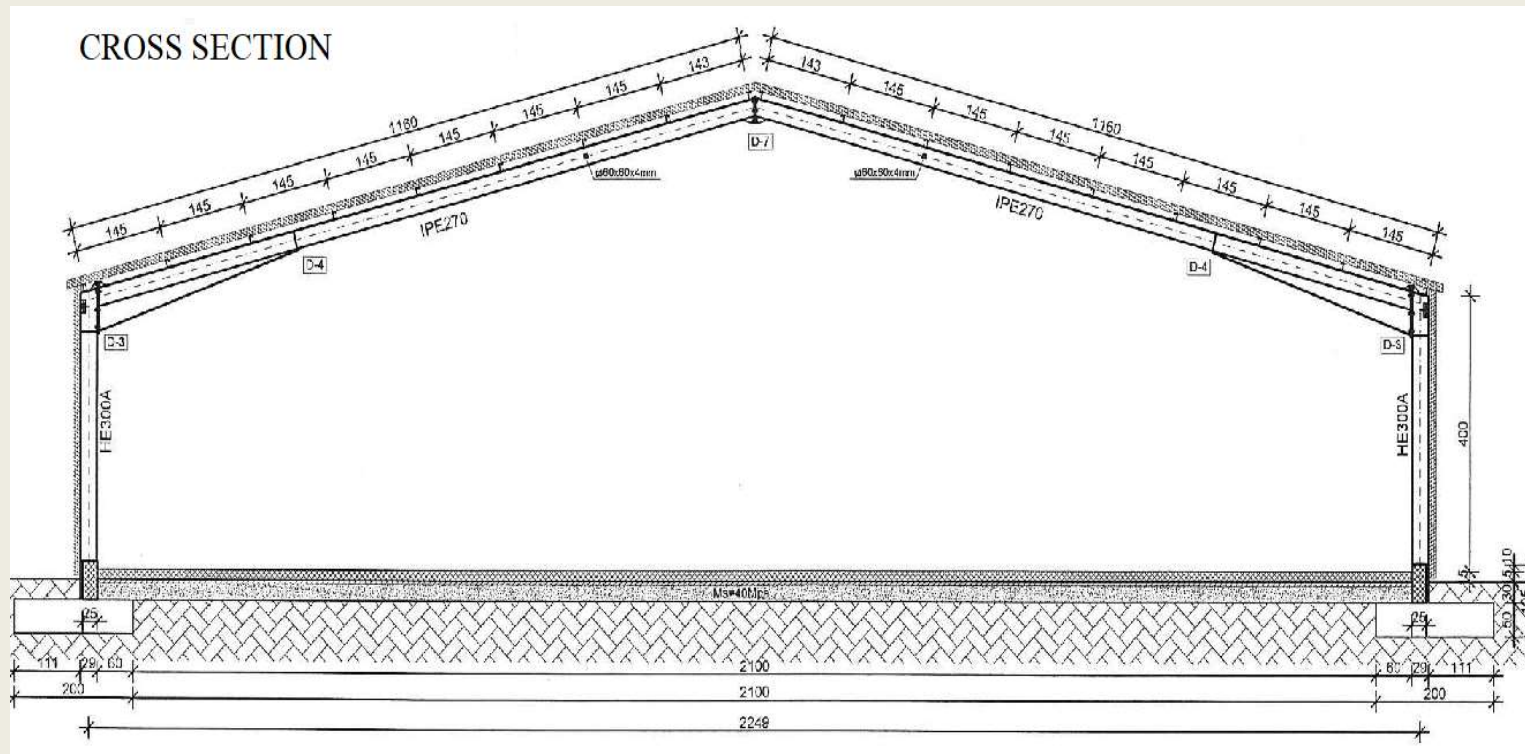
Otkop zemlje i izvođenje hidroizolacije prema osnovnom projektu na klasični način na svim AB zidovima ukopanima u zemlju (bitumen, folija, itd...)

Sanacija najvećih transverzalnih pukotina je predmet posebnog projekta i ovdje neće biti prezentirana.

Novoizvedena konstrukcija je znatno kruća i teža od osnovno-projektirane konstrukcije – povećano slijeganje.



PRIMJER 2 – AB PODNA KONSTRUKCIJA ČELIČNE HALE



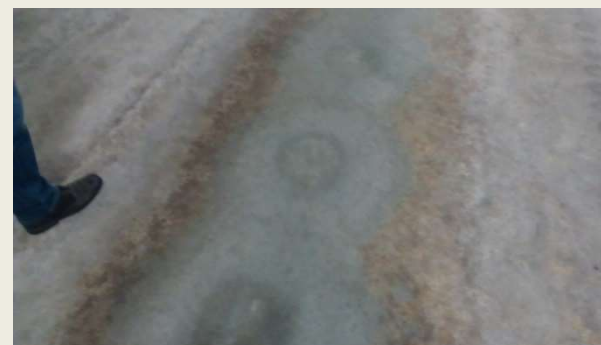
Armiranobetonska konstrukcija hale za tov pilića je smještena u području sjeverne Hrvatske. Dimenzije poda iznose $22,50 \times 168,00$ m a nosiva konstrukcija je čelični okvir. Podna ploča debljine je 15 cm i izvedena je kao plivajući pod tj. Nije vezana na konstrukciju temelja. Jedna dilatacija hale je izvedena u duljini od 82,00 m bez razdjelnica.



Betonski pod, te betonske nadatemeljne grede koje su se izvele na samoj farmi a direktno su u kontaktu s živinom (pilićima), nalaze se u agresivnom okruženju (izmet od pilića, ostaci hrane...), te je zahtjev projekta trebao biti beton s razredom izloženosti od XA1 do XA3. (Tablica 1 – Razredi izloženosti prema normi HRN EN 206-1 :Beton -- 1. dio: Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost).

Kako u ovom slučaju nije navedeno od strane projektanta kemijska agresija u specifikaciji betona već samo C 30/37 XC2, na betonsku površinu potrebno je bilo nanijeti kemijski zaštitni premaz.





Na završnoj površini betona se na pojedinim mjestima pojavljuje pijesak (piling). Po cijeloj površini betona, vidljive su fleke od hranilica te su vidljivi tragovi gdje je uređaj za vodu. Beton nadtemeljnih, rubnih greda je promijenio svoju boju, te je žute boje. Cijelom dužinom objekta odvaja se trajnoelastični kit koji je na spoju AB podne ploče i nadtemeljnog zida. Na čeličnim pocinčanim panelima vidljivi su tragovi. Na rubnoj gredi vidi se poprečna pukotina veličine 2mm. Na pojedinim dijelovima reški koje su popunjene kitom, reške su neuredne i može doći u budućnosti do daljnjih oštećenja. Poprečne pukotine na nadtemeljnoj gredi ulaza u prostor. Na pojedinim dijelovi betonske završne površine u prostoru farme pojavljuje se odlamanje, ljuskanje zaglađenog završnog sloja betona.





Evidentno je da je tijekom vremena došlo do skupljanja betona (uslijed same prirodne pojave skupljanja betona, te skupljanja od dodatnog podnog zagrijavanja betonske ploče) te su se radne reške povećale, čak do otvora veličine cca 40 mm, što je vrlo nepovoljno jer sva voda i nepoželjni materijal, može ući između, te na taj način doći direktno u samu strukturu betonskog poda.

Trajno elastični kit koji je nanesen nema svoju funkciju, jer za ovu veličinu fuga koja je veća od 5 mm, potrebno je fugu napuniti spužvicom, a tek onda nanijeti kit. Svi obodni zidovi i veće poprečne fuge (prostor za odmor) imaju zazor veći od 20 mm, te je potrebna sanacija.

U projektu je trebalo detaljno riješiti tj. nacrtati detaljno izvedbu fuga i reški. Ukoliko detalj izvođenja fugi nije definiran izvođač je dužan svoje rješenje predložiti projektantu, te tražiti odobrenje za primjenu istoga.



POPRAVAK

- Postojeći površinski premaz potrebno je u potpunosti ukloniti i izvesti novi sa zadovoljavajućom kemijskom otpornošću. Dodatno definirati uvjete kvalitete i količina za površinski posip kvarcnim pijeskom radi osiguranja protukliznosti
- Postojeća brtvljenja na svim mjestima spoja ploča/temeljna greda ukloniti i izvesti novi. Preporučeni način brtvljenja je pomoću bubrećeg brtvenog užeta – sulfatootpornog, te zadovoljavajuće rastezljivosti i površinski ponovno zapunjavanje trajnoelastičnim kitom dovoljne rastezljivosti i kemijske otpornosti.



UREĐAJ ZA PROČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA U ČAKOVCU

Uređaj za pročišćavanje otpadnih voda u Čakovcu, izveden je 1995. g. a sastoji se od AB elemenata koji su izloženi kemijskoj agresiji, smrzavanju i odmrzavanju. Prvi pregled uslijed oštećenja bio je 2003. god.

Aerirani pjeskolov-mastolov
Primarne taložnice
Bioaeracijski bazeni
Sekundarne taložnice
Zgušćivači mulja
Egalizacijski bazen obilazni kanal



Razred izloženosti	Max. v/c omjer	Min. Razred čvrstoće	Min. količina cementa (kg/m ³)	Min. Količina zraka (%)	Drugi zahtjevi
Smrzavanje i odmrzavanje					
XF3	0,5	C30/37	320	4,00 a	Agregat prema normi EN 12620 s dovoljnom otpornošću na smrzavanje
Kemijski agresivan okoliš					
XA3	0,45	C35/45	360	-	Sulfatno otporni cementi



Oštećenja koja se javljaju:

- Pukotine – nastale uslijed skupljanja odmah nakon izvođenja
- Ljuštenje – smrzavanje i odmrzavanje
- Korozija armature- odvajanje zaštitnog sloja betona
- Izluživanje - pukotine pod utjecajem vode (procurivanje)



Projektiranje betona **C35/45 XA3 XF3**,
aerirani betoni, dodaje se 7% silicijske
prašine.

Radna reške i dilatacije izvesti brtvama ili
bubrećim trakama

ili

Završni **polimercementni premazi** –
hidroizolacije C35/45 XA3 XF3 – bez SF



ZAKLJUČAK

- Pogreške nastale bilo u fazi građenja bilo u fazi izvođenja brzo su vidljive i znatno uvećavaju troškove održavanja, te onemogućuju korištenje objekta sukladno namjeni čime investitor trpi financijski gubitak.
- Najčešći uzroci pogrešaka prilikom projektiranja su krive pretpostavke proračuna, neodgovarajući proračunski modeli, odabir gradiva koja ne odgovaraju namjeni i stvarnim uvjetima u kojima se konstrukcija nalazi.
- Najčešći uzroci pogrešaka tijekom izvođenja su nepažnja, ugradnja nekvalitetnih materijala, nepravilna ugradnja gradiva, nedovoljna kvalificiranost radnika itd...
- Kako bi se mogućnost pogreške svela na najmanju moguću mjeru potrebno je uvesti kontrolu projekata od strane stručnih osoba kvalificiranih za multifunkcijski pristup (poznavanje principa projektiranja, te veliko iskustvo u tehnologiji materijala) koje nisu sudjelovale u izradi projekta.



HVALA NA PAŽNJI!!!

