

Prof.dr.sc. Jure Radić

TRAJNOST KONSTRUKCIJA II

Sadržaj kolegija

1. Uvodno o kolegiju, Suvremeni pristup trajnosti građevina kroz projektiranje, građenje i održavanje
2. Implicitno i eksplicitno projektiranje trajnosti, teor.+prim
3. Robusnost konstrukcija
4. Ocjenjivanje postojećih konstrukcija – Uvodno, Prikupljanje podataka o konstrukciji, Metode proračuna postojećih konstrukcija i postupci dokazivanja pouzdanosti, Postupci ocjenjivanja postojećih konstrukcija, razredi i razine ocjenjivanja
5. Ocjenjivanje postojećih konstrukcija – dodatno o ispitivanjima konstrukcija
6. i 7. Ocjenjivanje postojećih konstrukcija – Primjeri
1. kolokvij (predavanja 1. do 5.) – 7.vježbe

TRAJNOST KONSTRUKCIJA II

Sadržaj kolegija

8. Kompjutersko modeliranje armiranobetonskih konstrukcija: Linearna i nelinearna analiza, Osnove mehanike loma, Mikroravninski model
9. Numeričko modeliranje djelovanja korozije u armiranobetonskim konstrukcijama
10. Općenito o potresu, propisi i norme, Ocjenjivanje postojećih konstrukcija na potresno djelovanje
11. Zaštitne ograde na cestama i mostovima, Udar u stup nadvožnjaka
12. Općenito o požaru, Proračun zgrade na požarno djelovanje
13. Popravci i ojačanja
14. Ojačanja polimerima armiranim vlaknima i vanjskim prednapinjanjem
2. kolokvij (predavanja 6. do 12.) – 14. vježbe
15. *Popravni kolokvij*

TRAJNOST KONSTRUKCIJA II

Popis literature

Osnovna literatura

- ▣ Predavanja 2011/2012: Jure Radić & Ana Mandić: Trajnost konstrukcija II
- ▣ J. Radić i suradnici: Betonske konstrukcije • Sanacije, Hrvatska sveučilišna naklada, Sveučilište u Zagrebu – Građevinski fakultet, SECON HDGK, Andris, Zagreb, 2008.
- ▣ Jure Radić: Trajnost konstrukcija I, Hrvatska sveučilišna naklada, Jadrino, Sveučilište u Zagrebu – Građevinski fakultet, Zagreb, 2010.
- ▣ Separati za vježbe



Popis literature

Dodatna literatura

- ▣ J. Radić i suradnici: Betonske konstrukcije • Priručnik, 2006.
- ▣ J. Radić i suradnici: Betonske konstrukcije • Riješeni primjeri, 2006.
- ▣ J. Radić i suradnici: Zidane konstrukcije • Priručnik, 2007.
- ▣ J. Radić i suradnici: Betonske konstrukcije • Građenje, 2008.
- ▣ Proceedings of the International Symposium: *Durability and Maintenance of Concrete Structures*, Ed.: J. Radić, 2004.



TRAJNOST KONSTRUKCIJA II

Popis literature

Dodatna literatura

- ▣ Vollrath, F., Tathoff, H.: *Handbuch der Brücken – Instandhaltung*, Verlag Bau+Technik GmbH, Düsseldorf 2002.
- ▣ Demetrios E. Tonias, Jim J. Zhao: *Bridge Engineering: Design, Rehabilitation and Maintenance of Modern Highway Bridges*, McGraw-Hill Companies 2007.
- ▣ *Management of bridges/Gestion des ponts*, Highway agency-Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes-Transport Research Laboratory-Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, Thomas Telford, 2005
- ▣ *Protection of structures against hazards*, Proceedings of the 3rd International Conference organized by CI-Premier Conference Organisation, Venice, Italy, 28-29 September 2006, Ed.: C. Majorana, V. Salamon, T.S. Lok
- ▣ Rucker, W., Hille, F., Rohmann, R. : *F08a - Guideline for the Assessment of Existing Structures*, SAMCO Final Report 2006, Federal Institute of Materials Research and Testing (BAM), Division VII.2 Buildings and Structures, Berlin, Germany

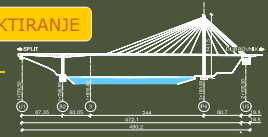
TRAJNOST KONSTRUKCIJA II

TRAJNOST KONSTRUKCIJA II

SUVREMENI PRISTUP TRAJNOSTI GRAĐEVINA

...KROZ

1. PROJEKTIRANJE



2. IZVOĐENJE



3. ODRŽAVANJE



Problemi	Simptomi	Uzroci	Ekstremi
Korrozija (u pogledu)	Prisutnost ruginastih površina, povećanje opterećenja, deformacije	Prevelika vlažnost, nedostatak zaštite, neprikladna izvedba	Prevelika opterećenja, deformacije
Statika	Prevelika opterećenja, deformacije, povećanje opterećenja	Prevelika opterećenja, deformacije, povećanje opterećenja	Prevelika opterećenja, deformacije
Vibracije	Prevelika opterećenja, deformacije, povećanje opterećenja	Prevelika opterećenja, deformacije, povećanje opterećenja	Prevelika opterećenja, deformacije
Prevelika opterećenja	Prevelika opterećenja, deformacije, povećanje opterećenja	Prevelika opterećenja, deformacije, povećanje opterećenja	Prevelika opterećenja, deformacije
Prevelika opterećenja	Prevelika opterećenja, deformacije, povećanje opterećenja	Prevelika opterećenja, deformacije, povećanje opterećenja	Prevelika opterećenja, deformacije
Prevelika opterećenja	Prevelika opterećenja, deformacije, povećanje opterećenja	Prevelika opterećenja, deformacije, povećanje opterećenja	Prevelika opterećenja, deformacije
Prevelika opterećenja	Prevelika opterećenja, deformacije, povećanje opterećenja	Prevelika opterećenja, deformacije, povećanje opterećenja	Prevelika opterećenja, deformacije
Prevelika opterećenja	Prevelika opterećenja, deformacije, povećanje opterećenja	Prevelika opterećenja, deformacije, povećanje opterećenja	Prevelika opterećenja, deformacije
Prevelika opterećenja	Prevelika opterećenja, deformacije, povećanje opterećenja	Prevelika opterećenja, deformacije, povećanje opterećenja	Prevelika opterećenja, deformacije

TRAJNOST KONSTRUKCIJA II

PROJEKTIRANJE + IZVOĐENJE + ...

PROJEKTIRANJE
(konceptija, proračun, oblikovanje detalja i konstrukcije)

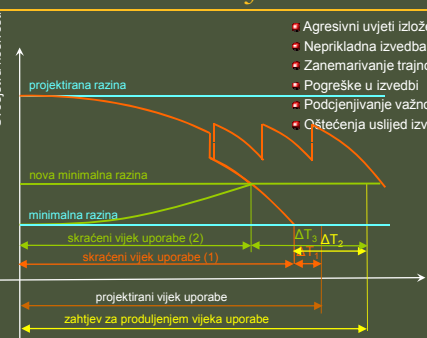
IZVOĐENJE
(postupci i kvaliteta izgradnje, izvedba zaštite)

POČETNA
RAZINA nosivosti
i upotrebljivosti
građevine

TRAJNOST KONSTRUKCIJA II

... + ODRŽAVANJE

Svojstva uporabivosti
Svojstva nosivosti



- Agresivni uvjeti izloženosti
- Neprikladna izvedba detalja
- Zanemarivanje trajnosnih probleme
- Pogreške u izvedbi
- Podcjenjivanje važnosti održavanja
- Oštećenja uslijed izvanrednih događaja

TRAJNOST KONSTRUKCIJA II

UTJECAJ PROJEKTIRANJA NA TRAJNOST

PROJEKTIRANJE
KONSTRUKCIJA



PRORAČUN
KONSTRUKCIJA

PROJEKTIRANJE

- Širok sveobuhvatan graditeljski proces koncipiranja građevina sa svrhom ostvarenja
 - Funkcionalnosti
 - Postojanosti
 - Estetike
 - Gospodarskog optimuma

TRAJNOST KONSTRUKCIJA II

UTJECAJ PROJEKTIRANJA NA TRAJNOST

- U PROJEKTU VALJA RIJEŠITI APSOLUTNO SVE ŠTO JE VEZANO NA GRAĐEVINU

1. Konceptija građevine (funkcija/estetika+okoliš/izvedba)
2. Nosivi sklop
3. Materijali
4. Detalji (vanjska djelovanja/estetika)
5. Načini i postupci izgradnje
6. Planirano održavanje i zaštita

PROBLEMATIKA
TRAJNOSTI MORA
SE UZETI U OBZIR
I BITI PRISUTNA
PRI RAZMATRANJU
SVAKE OD
SPOMENUTIH
TOČAKA PROJEKTA
!

TRAJNOST KONSTRUKCIJA II

UTJECAJ IZVOĐENJA NA TRAJNOST

PROJEKTIRANJE

Međusobno
interaktivno
+ procesi

IZGRADNJA

- Mora se predvidjeti izvođenje

1. Ostvarenje kvalitete gradiva iz projekta, odabir materijala prikladnih zahtjevima opterećenja
2. Spojevi iz izvedbe uzeti su u obzir pri projektiranju (slabija mjesta, način uspostavljanja kontinuiteta)
3. Stanje naprezanja u izgradnji predvidjeti, proračun faza izgradnje
4. Pomoćne uređaje nastojati uključiti u konačne

TRAJNOST KONSTRUKCIJA II

UTJECAJ IZVOĐENJA NA TRAJNOST

- Niti jedan način gradnje nije idealan:

MONOLITNI

- radi se na mjestu pa je, zbog klime ili visine ili sl. uvjeta, teže postići željenu kvalitetu
- potrebno je uzeti u obzir deformacije skele te odrediti nadvišenja i sl.



MONTAŽNI

- problemi spajanja, osobito kod dinamičkih opterećenja
- težnja za lakšim konstrukcijama kod transporta – manji zaštitni sloj



TRAJNOST KONSTRUKCIJA II

UTJECAJ ODRŽAVANJA NA TRAJNOST



TRAJNOST KONSTRUKCIJA II

UTJECAJ ODRŽAVANJA NA TRAJNOST

Neposredni radovi održavanja

KONTINUIRANE AKTIVNOSTI

- ČIŠĆENJE
 - Prometnih i drugih površina
 - Slivnika i drugih dijelova odvodnje
 - Prijelaznih naprava
 - Ležajeva

PERIODIČKE AKTIVNOSTI

- OBNOVA ZAŠTITE
 - Bojanje
 - Antikorozivna zaštita
- ZAMJENA ILI OBNOVA
 - Dotrajalih uređaja ili dijelova
- UREĐENJE I POPRAVAK
 - Kolnika, Ležajeva, Ograda, Stupišta

AKTIVNOSTI PREMA POTREBI

- POPRAVKI I ZAMJENA DIJELOVA:
 - Mehanički oštećenih elemenata
 - Dotrajalih elemenata



SUVREMENI PRISTUP TRAJNOST KONSTRUKCIJA

PROJEKT KONSTRUKCIJE MORA SADRŽAVATI

- proračun (dokaz) nosivosti i uporabljivosti
- zahtjeve na materijal
- postupke i tehnologiju izvođenja
- nadzor (kontrolu) i planiranje održavanja



povezanost pojedinih zahtjeva preduvjet za ostvarenje trajnosti konstrukcija

TRAJNOST KONSTRUKCIJA II

DJELOVI PROJEKTA VAŽNI ZA OSIGURANJE TRAJNOSTI

1. Statički i dinamički proračun
2. Nacrti
3. Program kontrole i osiguranja kakvoće
4. Posebni tehnički uvjeti
5. Projektirani vijek uporabe građevine i uvjeti održavanja

TRAJNOST KONSTRUKCIJA II

1. Statički i dinamički proračun, 2. Nacrti

- ODABIR MATERIJALA
 - Djelovanje okoliša na konstrukciju,
 - odabir materijala,
 - zaštitni sloj,
 - razredi prednapinjanja
- ANALIZA POJEDINIH DJELOVANJA I MJERODAVNE KOMBINACIJE (γ , ψ)
 - Osnovna, izvanredna, seizmička
- PROVEDBA PRORAČUNA I DIMENZIONIRANJE
 - Provjera nosivosti i uporabivosti
 - (zaštitni sloj, širina pukotina, zamor!)
- PRORAČUN U SKLADU S PREDVIĐENIM FAZAMA IZGRADNJE
 - Istovrsna stanja naprezanja pri izvedbi i konačnici, ali različita po iznosu
 - Raznovrsna na dijelu ili cijeloj konstrukciji (konzola → greda ili luk)
 - Mijenjanje stanja naprezanja kroz pojedine faze (potiskivanje)
- NACRTI
 - nagibi za odvodnju, rješenje detalja, kontinuitet, ...

TRAJNOST KONSTRUKCIJA II

3. Program kontrole i osiguranja kakvoće

- Pregled svih materijala i konstrukcija koje se ugrađuju
 - Opis potrebnih ispitivanja i zahtijevanih rezultata kojima će se dokazati tražena kvaliteta
 - Popis propisa i normi na koje se poziva u projektu
- PKOK u glavnom projektu trebao bi biti bliži tehničkim specifikacijama jer puni sustav kontrole kvalitete može uspostaviti tek izvoditelj gradnje ! (3. → 4.)

TRAJNOST KONSTRUKCIJA II

Tehnički uvjeti na skele i oplate

- Materijali oplate i sustavi skele
 - atesti,
 - norme za projektiranje
- Izvedba
 - dokaz protiv prekomjernih progiba,
 - brtvljenje oplate, sidrenje, čišćenje,
 - uklanjanje oplate,
 - specijalne skele
- Kontrola kvalitete
 - zahtjevi na prijem,
 - nepravilnosti na betonskim ploham
 - odobranje uklanjanja skele



TRAJNOST KONSTRUKCIJA II

Obnova Hvarskog kazališta

Tehnički uvjeti za armaturu

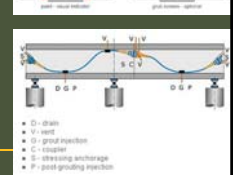
Nenapeta armatura

- Gradivo i osnovni zahtjevi
 - kakvoća, propisi, izvedba armaturnih nacrti,
 - posebni zahtjevi na preklapanje i vezanje armature
- Izvedba
 - transport, povijanje, nastavljivanje, držači razmaka...
- Kontrola kvalitete
 - pregled i dopuštenje za betoniranje,
 - atesti i popratna dokumentacija



Prednapeta armatura

- Gradivo i osnovni zahtjevi
 - II-, posebni zahtjevi na sidrenje
- Izvedba
 - II-, fiksiranje cijevi kabela, dopuštena odstupanja prije bet.
- Kontrola kvalitete
 - II-



TRAJNOST KONSTRUKCIJA II

Tehnički uvjeti za beton sastojci i projektiranje sastava

Mjerodavni propisi

Razredi betona

Cement

- normirana čvrstoća (28 dana),
- rana čvrstoća (2 ili 7 dana),
- početno vrijeme vezivanja,
- postojanost volumena,
- toplina hidratacije

Agregat

- gustoća, tlačna čvrstoća,
- najveće dopušteno zrno,
- sadržaj sitnih čestica,
- otpornost na smrzavanje,
- volumetrijski koeficijent zrna,
- koeficijent abrazije

Voda

- Dopustivi sadržaj klorida



Fini agregat-piljesak, leteci pepeo, cement, krupni agregat, aerant, ubrzivač vezanja, ...

TRAJNOST KONSTRUKCIJA II

Tehnički uvjeti za beton sastojci i projektiranje sastava



Ubrzano ispitivanje na propusnost klorida



Ispitivanje sadržaja zraka

Aditivi

- Mineralni dodatci (punila, pigmenti ili leteci pepeo i silicijska prašina)
- Kemijski dodatci (plastifikatori, ubrzivači vezivanja, aeranti, ...)
- Certifikat aditiva mora specificirati:
 - aktivne komponente,
 - gustoću sadržaj krute tvari, sadržaj klorida,
 - stabilnost,
 - datum posljednjeg ispitivanja,
 - nuspojave,
 - roketovanje,
 - viskoznost i najnižu temperaturu

Sastav betona

- Fin zrnasti piljesak, leteci pepeo, cement, krupni agregat, aerant, ubrzivač vezanja, ...
- sadržaj cementa, v/c,
- količina zračnih pora,
- tlačna čvrstoća

TRAJNOST KONSTRUKCIJA II

Tehnički uvjeti za beton izvedba i kontrola kvalitete

- **Izvedba betonskih radova**
 - Sadržaj plana betoniranja
 - Uređenje radnih reški
 - Skladištenje sastojaka
 - Uvjeti na vaganje, mješanje, transport
 - Ugradba i njega
- **Kontrola kvalitete**
 - Atesti cementa (interna kontrola na gradilištu)
 - Atesti agregata (interna kontrola na betonari)
 - Aditivi
 - Svjež i očvršnuli beton
 - Konzistencija, sadržaj zraka
 - Temperatura svježeg betona
 - Dostava rezultata



TRAJNOST KONSTRUKCIJA II

Tehnički uvjeti za prednapinjanje

- **MATERIJALI**
 - uvjeti na sastav injekcijske smjese
- **IZVEDBA**
 - upute za mjerenje sile prednapinjanja
 - kontrola opreme za prednapinjanje
 - oblik i sadržaj zapisnika o prednapinjanju
 - postupak u slučaju nepredviđenih događaja
- **INJEKTIRANJE**
 - Odzračivanje i odvodnjavanje cijevi
 - Kontrola injektiranja (protjecanja morta)



Tehnički uvjeti za radove u čeliku

- **KONSTRUKCIJSKI RADovi**
 - izbor materijala,
 - dokaz kvalitete isporučitelja,
 - pregled pri isporuci,
 - postupak prijema materijala
- **MATERIJAL ZA ZAVARIVANJE**
- **MOŽDANICI, PREDNAPETI VIJCI**
- **IZVEDBA**
 - planiranje,
 - postupak dostave i odobravanje radioničkih,
 - odobravanje postupka montaže,
 - kontrola radioničkih nacrti,
 - postupci zavarivanja,
 - prijemna kontrola i skladištenje materijala
 - rezanje, bušenje, ravnanje, obrada rubova
- **ZAVARIVANJE**
 - Uvjeti u kojima se provodi,
 - atesti zavarivača i njihova kontrola
 - Priprema rada, obrada zavara,
 - kontrole i ispitivanja
- **TRANSPORT**
- **PROBNA MONTAŽA**
- **MONTAŽA**
- **KONTROLA KVALITETE**
 - Prijemna kontrola,
 - nerazorna ispitivanja materijala i zavara, posebna ispitivanja,
 - kontrola geometrije izvedenih elemenata,
 - formiranje izvješća o kontroli kvalit.



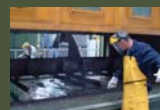
ST

Tehnički uvjeti na antikorozivnu zaštitu

- **OPĆENITO**
 - Tip mikroklima na lokaciji građevine
- **MATERIJALI**
 - sredstva za odmašćivanje
 - Abraziv za piskarenje
 - Zaštitni premazi
- **IZVEDBA**
 - Priprema površina
 - Atmosferski uvjeti
 - Nanošenje premaza
- **KONTROLA KVALITETE**
 - Priprema površina
 - Nanošenje premaza



Lokalno mlazno čišćenje



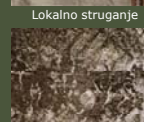
Vruće pocinčavanje



Lokalno struganje



Zaštita Eiffelovog tornja



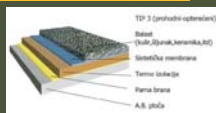
Čišćenje plamenom

TRAJNOST KONSTRUKCIJA II

Tehnički uvjeti na hidroizolaciju i kolnički zastor

Hidroizolacija

- **MATERIJALI**
 - Sustav hidroizolacije
 - Atestiranje
- **IZVEDBA**
 - Priprema površina
 - Atmosferski uvjeti kod polaganja



Hidroizolacija ravnog krova

Kolnički zastor

- **MATERIJALI**
 - Vrsta materijala, debljina slojeva,
 - dopuštena odstupanja
 - brtvljenje spojnica
- **IZVEDBA**
 - Atmosferski uvjeti
 - Postupak
 - Oprema



Izvedba kolničkog zastora

TRAJNOST KONSTRUKCIJA II

Tehnički uvjeti na opremu

- **LEŽAJI**
 - Odabir dostavljača i atestiranje
 - Ležajni kvadri
 - Prednamještanje pomičnih ležajeva (temp. ugradbe)
- **PRIJELAZNE NAPRAVE**
 - Odabir dobavljača i atestiranje
- **OGRADE**
 - Sidrenje
 - Antikorozivna zaštita
- **SUSTAV ODVODNJE**
 - Odabir materijala (cijevi, spojnice sidrenja)
 - Odabir dijelova (slivnici)
 - Odvodnja ispred i iza građevine
 - ugradba
- **OSTALA OPREMA**
 - Rasvjeta, instalacije, šahovi, stepeništa, uređenje oko građevine,...



TRAJNOST KONSTRUKCIJA II

Sadržaj PKOK na primjeru mosta



TRAJNOST KONSTRUKCIJA II

Sadržaj PKOK na primjeru mosta

1. OPĆE NAPOMENE
2. ISKOLČENJE I ZAHTEJEVANA GEOMETRIJA
3. ZEMLJANI RADOVI
 - 3.1. Iskopci
 - 3.2. Nasipi
 - 3.3. Zaštita pokosa
4. BETONSKI I ARMIRANOBETONSKI RADOVI
 - 4.1. Općenito
 - 4.2. Proizvodnja betona
 - 4.2.1. Početno ispitivanje
 - 4.2.2. Stalna uništenja kontrola
 - 4.2.3. Dokumentirani sustav kontrole proizvodnje
 - 4.2.4. Ispitivanje uzoraka i proizvodnje prema utvrdjenom planu
 - 4.2.4.1. Svježi beton
 - 4.2.4.2. Očvrsnuli beton
 - 4.2.4.3. Svojstva trajnosti
 - 4.3. Projektiranje betona
 - 4.3.1. Sastavni materijali
 - 4.3.1.1. Cement
 - 4.3.1.2. Agregat
 - 4.3.1.3. Voda
 - 4.3.1.4. Dodaci betonu
 - 4.4. Isporuca svježeg betona
 - 4.5. Kontrolni postupci na gradilištu
 - 4.5.1. Svježi beton
 - 4.5.2. Očvrsnuli beton
 - 4.5.3. Ocjenjivanje rezultata ispitivanja
- 4.6. Izvođenje betonskih radova
 - 4.6.1. Općenito
 - 4.6.2. Isporuca betona
 - 4.6.3. Ugradnja betona
 - 4.6.4. Njega i zaštita betona
 - 4.6.5. Skele i oplaste
 - 4.6.6. Površinska obrada betona
 - 4.6.7. Čelik za armiranje betona
 - 4.6.8. Čelik za prednapinjanje i sustav prednapinjanja
5. HIDROIZOLATERSKI RADOVI
6. ASFALTERSKI RADOVI
7. OSTALI RADOVI I MATERIJALI
 - 7.1. Zaštitna ograda
8. NADZOR
 - 8.1. Nadzor materijala i proizvoda
 - 8.2. Nadzor skele i oplaste
 - 8.3. Nadzor armature
 - 8.4. Nadzor prednapinjanja
 - 8.5. Nadzor betoniranja
 - 8.6. Nadzor predgotovljenih elemenata
9. MJERE U SLUČAJU NESUKLADNOSTI
10. ISPITIVANJA I POSTUPCI DOKAZIVANJA NOSIVOSTI I UPORABLJIVOSTI
 - 10.1. Statičko ispitivanje
 - 10.2. Dinamičko ispitivanje
11. ODRŽAVANJE

5. Projektirani vijek uporabe građevine i uvjeti održavanja

- ▣ Projektirani vijek uporabe
- ▣ Razredi izloženosti
- ▣ Sastav i svojstva betona – preporučene i usvojene vrijednosti
- ▣ Njega betona
- ▣ Početno stanje građevine
- ▣ Održavanje

TRAJNOST KONSTRUKCIJA II

PROJEKTIRANI VIJEK UPORABE

- ▣ Pretpostavljeno razdoblje korištenja konstrukcije uz redovito održavanje, ali bez velikih popravaka
- ▣ Početna pretpostavka u postupku dokaza trajnosti konstrukcija, neovisno o materijalu od kojega su izvedene

Razred	Proračunski uporabni vijek [godine]	Primjer konstrukcije
1	10	Privremene konstrukcije
2	10-25	Zamjenjivi dijelovi konstrukcije
3	15-30	Poljoprivredne i slične konstrukcije
4	50	Konstrukcije zgrada ili druge uobičajene konstrukcije
5	100	Monumentalne građevine, mostovi i druge inženjerske konstrukcije

TRAJNOST KONSTRUKCIJA II

PROJEKTIRANI VIJEK UPORABE

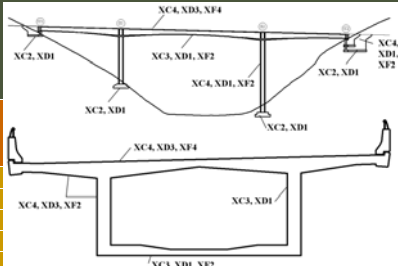
- ▣ Uz odgovarajuće rješavanje odvodnje vode s površine konstrukcije, trajnost se prvenstveno temelji na
 - odabru odgovarajuće mješavine betona uz
 - definirane zahtjeve za čvrstoću betona i
 - debljinu zaštitnog sloja armature,
- ovisno o uvjetima okoliša u kojima se konstrukcija nalazi.
- ▣ Ako se ispune zahtjevi dani u normi implicitno se smatra da će biti dosegnut predviđeni uporabni vijek.

TRAJNOST KONSTRUKCIJA II

RAZREDI IZLOŽENOSTI na primjeru mosta

- ▣ Plohe betona izložene su djelovanju kiše i leda tako da se može očekivati
 - korozija karbonatizacijom,
 - korozija uzrokovana kloridima koji nisu iz mora te
 - korozija uzrokovana smrzavanjem i odmrzavanjem sa ili bez soli za odmrzavanje.
- ▣ U ovom slučaju očekuje se djelovanje soli za odmrzavanje zbog intenzivnog čišćenja snijega i leda s prometnice.
- ▣ Djelovanje soli za odmrzavanje može se očekivati i na dijelu vanjskih ploha rasponskog sklopa i stupova ispod kolnika jer se prolaskom vozila diže vodeni oblak zasićen solju za odmrzavanje koja može djelovati na navedene plohe.

TRAJNOST KONSTRUKCIJA II



Konstruktivski element	Razred agresivnog djelovanja okoliša
Podložni beton	XC2, XD1
Temelji	XC2, XD1
Stupovi	XC4, XD1, XF2
Upornjaci	XC4, XD1, XF2
Ležajni kvaderi	XD1, XF2
Rasponski sklop	XC4, XD3, XF4
Prijelazna ploča	XC2, XD1
New Jersey	XC4, XD3, XF4

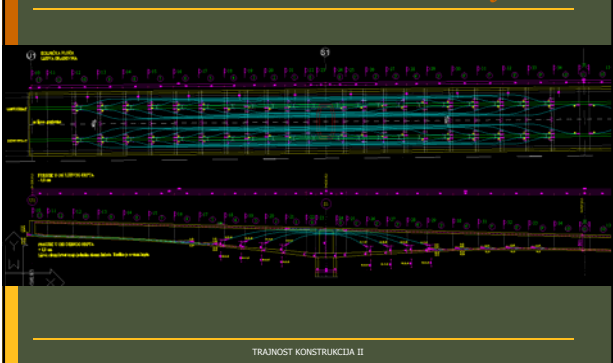
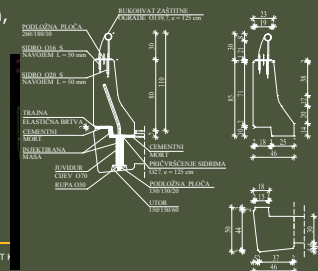
- Mjerodavni razred izloženosti koji daje najveću otpornost u smislu
 - najmanjeg vodocementnog omjera,
 - najvećeg sadržaja cementa i
 - najvećeg razreda čvrstoće betona.

Konstrukcijski element	Razred agresivnog djelovanja okoliša	Razred tlačne čvrstoće betona	Minimalna količina cementa (kg)	Maksimalni vodo-cementni faktor
Podložni beton	XC2, XD1	C12/15	-	-
Temelji	XC2, XD1	C30/37	300	0,55
Stupovi	XC4, XD1, XF2	C35/45	300	0,5
Ipornjaci	XC4, XD1, XF2	C30/37	300	0,5
Ležajni kvaderi	XD1, XF2	C45/55	300	0,55
Rasponsni sklop	XC4, XD3, XF4	C40/50	340	0,45
Prijelazna ploča	XC2, XD1	C25/30	300	0,55
New Jersey	XC4, XD3, XF4	C40/50	340	0,45

- odgovarajućom debljinom zaštitnog sloja,
- odgovarajućom gustoćom i kvalitetom zaštitnog sloja,
- kontrolom pukotina u sklopu provjere graničnih stanja uporabljivosti

Konstrukcijski element	Razred agresivnog djelovanja okoliša	Razred tlačne čvrstoće betona	Minimalna količina cementa (kg)	Maksimalni vodo-cementni faktor	Debljina zaštitnog sloja (mm)
Podložni beton	XC2, XD1	C12/15	-	-	-
Temelji	XC2, XD1	C30/37	300	0,55	55 + 5
Stupovi	XC4, XD1, XF2	C35/45	300	0,5	50 + 5
Upornjaci	XC4, XD1, XF2	C30/37	300	0,5	50 + 5
Ležajni kvaderi	XD1, XF2	C45/55	300	0,55	50 + 5
Rasponski sklop	XC4, XD3, XF4	C40/50	340	0,45	50 + 5
Prijelazna ploča	XC2, XD1	C25/30	300	0,55	55 + 5
New Jersey	XC4, XD3, XF4	C40/50	340	0,45	50 + 5

- osigurano je tijekom projektiranja:
 - pravilnim odabirom nosive strukture,
 - pravilnim odabirom materijala,
 - ispravnim konstruiranjem,
 - provedenom proračunom nosivosti i uporabljivosti,
 - konstruiranjem detalja i
 - razrađenim predviđenim postupkom izgradnje.



NJEGA BETONA

Informaciju dostavlja proizvođač

Razvoj čvrstoće betona	Brz	Srednji	Polagan	Vrlo polagan
$r = f_{cm,28} / f_{cm,28}$	$r \geq 0,50$	$r = 0,30$	$r = 0,15$	$r < 0,15$
Površinska temperatura betona t [°C]	Minimalno trajanje njege betona [dani]			
$t \geq 25$	1	1,5	2	3
$25 > t \geq 15$	1	2	3	5
$15 > t \geq 10$	2	4	7	10
$10 > t \geq 5$	3	6	10	15

Moguća je linearna interpolacija između vrijednosti za r .
Za temperature niže od 5°C, trajanje njege betona treba produžiti za vremenski period jednak trajanju temperatura nižih od 5°C.
Povećano za svako razdoblje vezivanja koje premašuje 5 sati.

Osnovno načelo:

- Vrijeme tijekom kojega treba negovati betonski element mora biti barem toliko koliko je potrebno betonskom elementu da dosegne 50% f_{ck}

TRAJNOST KONSTRUKCIJA II

POČETNO STANJE GRAĐEVINE

- Prije puštanja građevine u uporabu, valja izvršiti detaljan vizualni pregled građevine i nulto mjerenje stanja elemenata prema kojem će se tijekom uporabe kontrolirati deformacije.
- Ispitivanje pokusnim opterećenjem provodi se u cilju ocjene ponašanja konstrukcije u odnosu na projektom predviđene pretpostavke.
- Ovdje je važno naglasiti da se ovim ispitivanjima utvrđuje tzv. nulto ili početno stanje konstrukcije koje je polazni - početni nalaz za sve buduće preglede, ocjene stanja ili nosivosti.



ODRŽAVANJE

- ...takvo da se tijekom uporabnog vijeka građevine očuvaju njezina tehnička svojstva i ispunjavaju zahtjevi određeni projektom građevine

Podrazumijeva:

- redovite preglede u definiranim razmacima
- izvanredne preglede nakon kakvog izvanrednog događaja ili po zahtjevu inspekcije
- eventualno izvođenje radova kojima se konstrukcija zadržava ili se vraća u stanje određeno projektom građevine.



TRAJNOST KONSTRUKCIJA II

TRAJNOST KONSTRUKCIJA II

– Sljedeće predavanje –

IMPLICITNO I EKSPLICITNO PROJEKTIRANJE TRAJNOSTI