

Mostovi 3

Oštećenja mostova



Oštećenja mostova



- ***Građevina u uporabi izložena je:***
 - fizikalnim (promjene temperature, vlažnosti, ciklusi smrzavanja, habanje ...),
 - kemijskim (korozija, agresija kiselinama..) i
 - mehaničkim procesima (preopterećenje, udarac, umor, slijeganja..)
 - i njihovom međudjelovanju



Oštećenja mostova

- ***Greške u projektiranju***
 - Koncept, konstruiranje detalja (pojedivosti)
 - Neodgovarajući materijal
- ***Greške u izvedbi***
 - Povezano s nedovoljnom kontrolom kvalitete
- ***Posljedica uporabe***
 - Opterećenja
 - Okoliš



Identifikacija oštećenja

- ***Utvrditi***
 - tip oštećenja
 - pridruženi proces dotrajanja
 - uzrok
 - moguće napredovanje oštećenja



Oštećenja: terminologija (1)

- **Nedostatak:** Izostanak nečeg važnog za sposobnost građevine da obavlja svoju funkciju, a posljedica je greške projekta, izvedbe ili održavanja.
- **Defekt:** Specifičan nedostatak ili neadekvatnost u konstrukciji ili njenim dijelovima koji materijalno utječe na njihovu sposobnost obavljanja namijenjene funkcije, trenutno ili u neko buduće vrijeme.
- **Oštećenje:** Fizički poremećaj ili promjena u stanju konstrukcije ili njenih dijelova, uzrokovan vanjskim akcijama i utjecajima, koji umanjuje funkcionalnost konstrukcije ili njenih dijelova trenutno ili ubudućnosti.



Oštećenja: terminologija (2)

- **Propadanje:** Pogoršanje stanja tijekom vremena, obično rezultirajući oštećenjem.
- **Dotrajavaње:** Pogoršanje stanja tijekom vremena, koje može rezultirati progresivnim smanjivanjem sposobnosti konstrukcije ili njenih dijelova u obavljanju namijenjene funkcije.
- **Raspadanje:** Veliko fizičko oštećenje konstrukcije ili njenih dijelova koje rezultira odvajanjem dijelova s mogućnošću otkazivanja funkcije



Tipovi oštećenja

1. *Promjene u geometriji*

- Smanjenje profila toka
- Deformacija
- Globalne: Pomak
- Globalne: Progib
- Lokalne: Izvijanje
- Lokalne: Zaokretanje
- Lokalne: od udarca

1. Promjene u geometriji



- **Smanjenje slobodnog profila**
 - do redukcije slobodnog profila dolazi uslijed nagomilavanja krhotina, kamenja, krupnog pješčanog agregata ispod ili uz most ili u propustima.





Deformacija

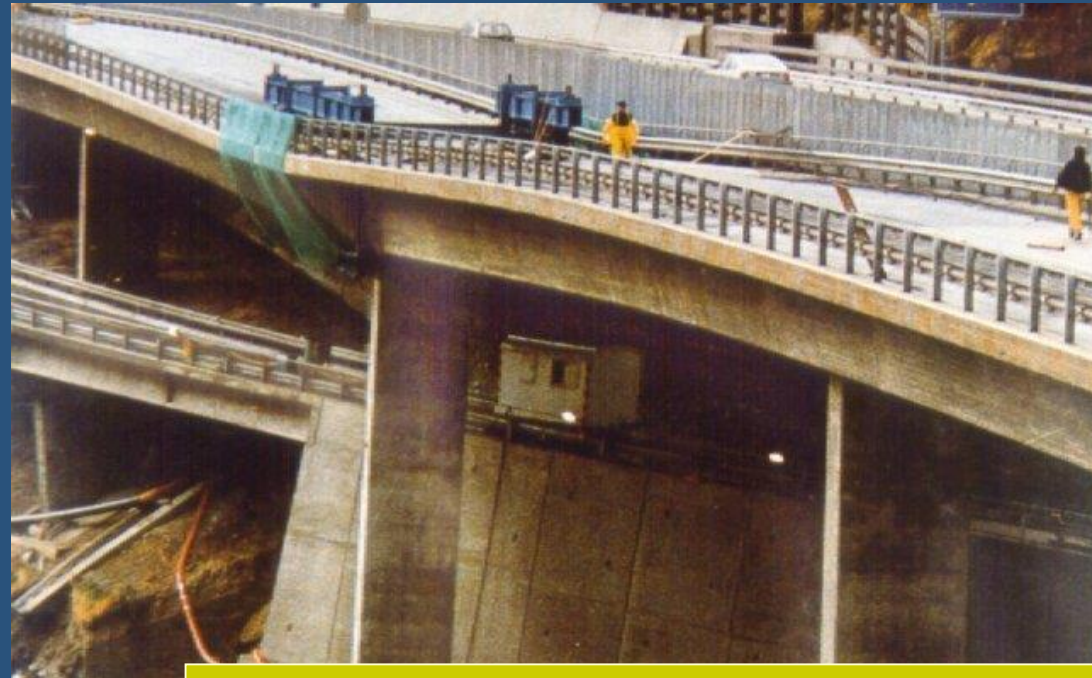
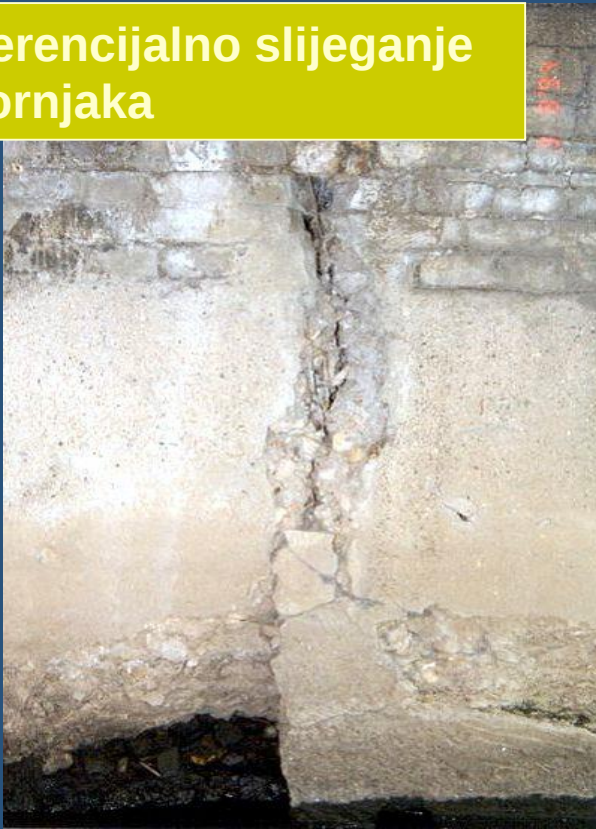
- **Promjena dimenzija ili oblika** npr. povećavanje, smanjivanje, promjena duljine, promjena volumena, puzanje, stezanje, elastične i neelastične deformacije, vremenski uvjetovane promjene
- **Za konstrukciju u cjelini** karakteristični oblici deformacije su:
 - vertikalni pomaci i horizontalni pomaci
 - progib
- **Za elemente** karakteristične su lokalne deformacije elemenata:
 - Izvijanje
 - Mehaničko oštećenje
 - Zaokretanje
 - Rub kolnika slegnut je prema van. Često se istovremeno uz rub kolnika pojavljuju pukotine.

Pomaci



- *Promjena položaja u određenom smjeru (vertikalno, horizontalno)*

Diferencijalno slijeganje upornjaka



Vertikalno slijeganje stupa uslijed podlokavanja ispod temelja



Vertikalni pomaci (slijeganje)

- Uzroci vertikalnog pomaka (slijeganja) nosivih konstrukcija (upornjaci, krila, potporni zidovi, stupovi):
 - greške u pretpostavkama kod projekta temeljenja ili projektiranja konstruktivnih elemenata temelja (npr. pilota i naglavnice pilota, trakastih temelja na elastičnom tlu sa lokalno sadržanim kamenjem)
 - Podlokavanje
- Slijeganje može biti:
 - ravnomjerno
 - diferencijalno (ozbiljnije)
 - slijeganje prilaznih ploča mostova izaziva dinamičke efekte na prolazna vozila i time indirektno na gornji ustroj.



Horizontalni pomaci

- obično rezultat akcija u uzdužnom smjeru konstrukcije uslijed
 - pretjeranih ležajnih reakcija
 - deformacija nosivih konstrukcija
- horizontalni (bočni) pomaci mogu biti uzrokovani
 - temeljnim tlom ili slomom kosine,
 - dodatnim pritiskom vode uslijed nedrenirane vode iza zida (upornjaci, potporni zidovi)
 - promjenom u karakteristikama i konsolidaciji izvornog tla.

Pomaci



Pomak obloge uslijed nestabilnosti kosine temeljnog tla



Pretjerani progibi uglavnom uzrokovani puzanjem

Izvijanje



- Neelastična promjena u liniji elementa uslijed tlačnih sila i bočnih pritisaka



Izbočenje uzrokovano
pretjeranim pritiskom tla



Ostale promjene geometrije

- ***Zaokretanje***

- Ovaj tip oštećenja je obično vezan uz armirane i nearmirane elastomerne ležajeve. Na nekim ležajevima može se uočiti torzijska deformacija oko vertikalnih osi.

- ***Od udarca***

- lokalna promjena oblika elementa. Obično je vezana uz udarne sile uslijed udara vozila u konstrukciju. Mogu se uočiti na elementima duž kolnika. Najgori oblik mehaničkog oštećenja je slomljen element, što znači da je element lokalno potpuno rastavljen.

Tipovi oštećenja



2. *Zemljani radovi i temelji*

- Klizanje
- Slijeganje
- Erozija
- Podlokavanje



Erozija

- Odnosenje dijelova tla uslijed brzine tečenja vode:
 - erozija obale je uzrokovana tečenjem vode u koritu
 - erozija nasipa uzrokovana je uglavnom jakim kišama i nedostatkom ili oštećenom drenažom na kosinama nasipa (lokalizirana šteta).

Erozija



Erozija kosine nasipa ispred zatrpanog upornjaka



Erozija



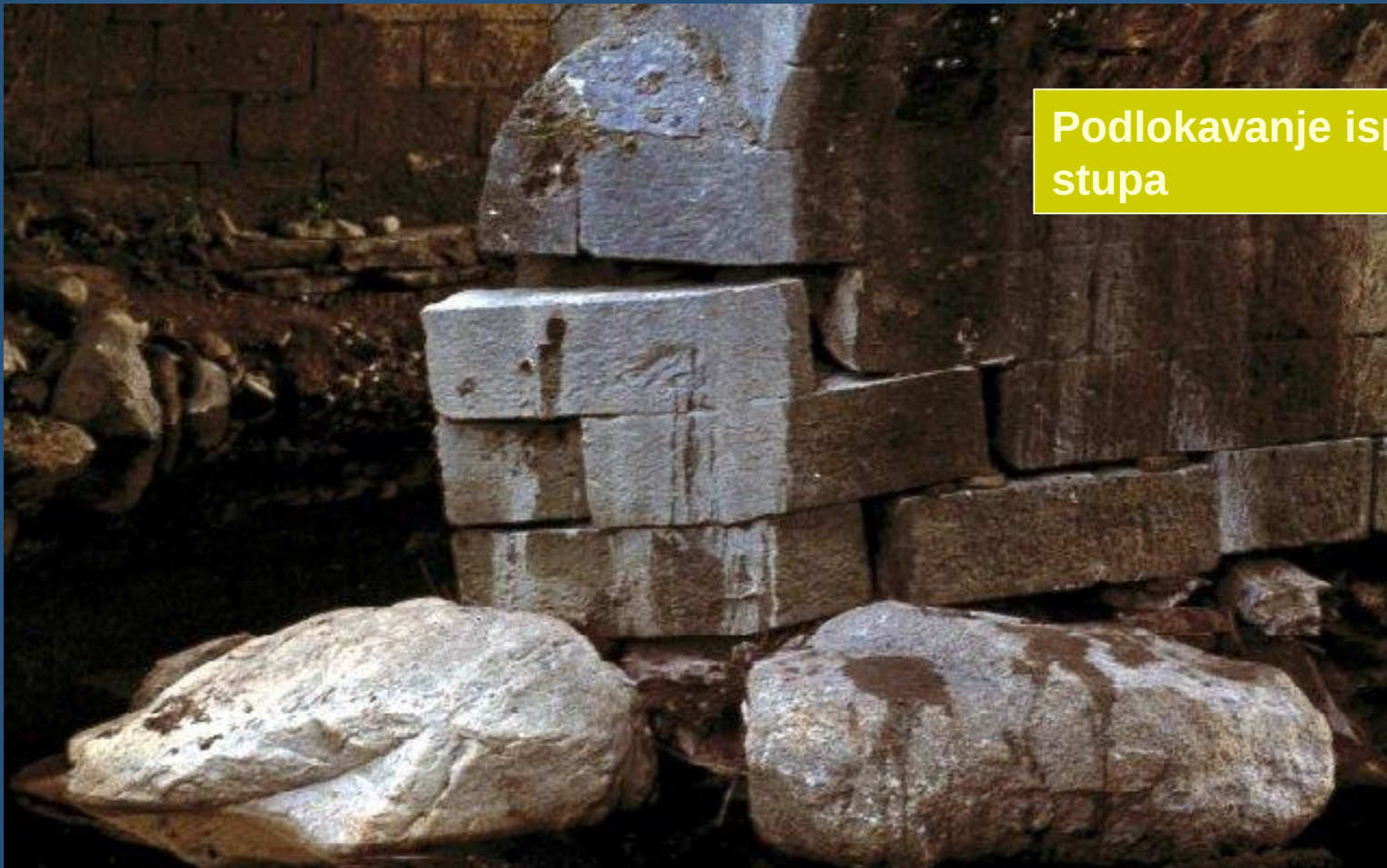
Erozija kosine nasipa kolnika ispod
asfalta



Podlokavanje

- Erozija i produbljivanje korita uslijed ubrzavanja riječnog toka omogućuje rijeci da odnosi dijelove tla.
- Ubrzanje riječnog toka uglavnom je posljedica sužavanja riječnog toka.

Podlokavanje



Podlokavanje ispod stupa

Podlokavanje



Podlokavanje ispune ispod upornjaka uslijed protoka vode





Tipovi oštećenja

- **Beton (1)**
 - Pukotine: rane pukotine
 - Pukotine: konstruktivne pukotine
 - Pukotine: skupljanje od sušenja i temperature
 - Pukotine: od korozije
 - Erozija: abrazija
 - Erozija: kavitacija
 - Iscvjetavanje
 - Stratifikacija
 - Saćasta struktura
 - Segregacija



Tipovi oštećenja

- **Beton (2)**
 - Procurivanje: kroz beton i pukotine
 - Procurivanje: na spojevima i reškama
 - Klimatski utjecaji
 - Ljuštenje
 - Odlamanje
 - Raslojavanje
 - Raspadanje
 - Alkalno-silikatna reakcija
 - Nedovoljna debljina zaštitnog sloja



Pukotine: rane pukotine

- Potpuno ili djelomično dijeljenje betona na dva ili više dijelova različite debljine

Pukotine od plastičnog puzanja pojavljuje se na površini betona odmah nakon ugradnje.

Pukotine plastičnog slijeganja događaju se uzduž armature ako je slijeganje svježeg betona uzrokovano premalim razmakom šipki ili malim razmakom do oplate.



Pukotine: konstruktivne pukotine

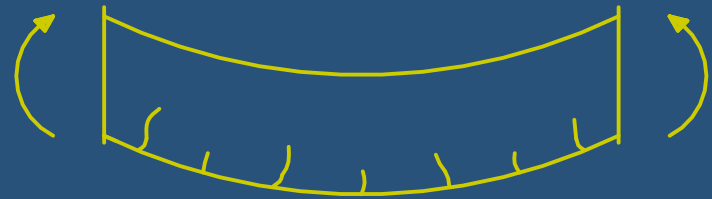


- Pukotine uzrokovane vlačnim naprezanjima većim od vlačne čvrstoće betona.
- Mogu biti rezultat
 - Savijanja
 - Posmika
 - Vlaka
 - Torzije
 - Koncentriranih sila
 - Puzanja
 - Diferencijalnih slijeganja

Pukotine: konstruktivne pukotine



Vlastita naprezanja od
temperature ili
skupljanja

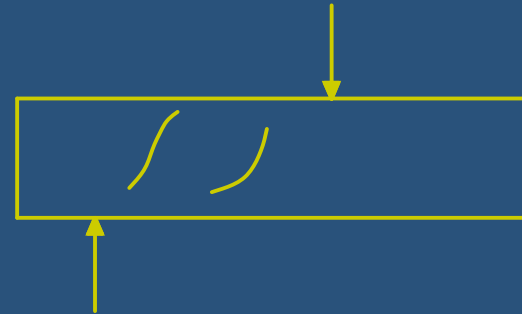


Opterećenje
savijanjem

Pukotine: konstruktivne pukotine

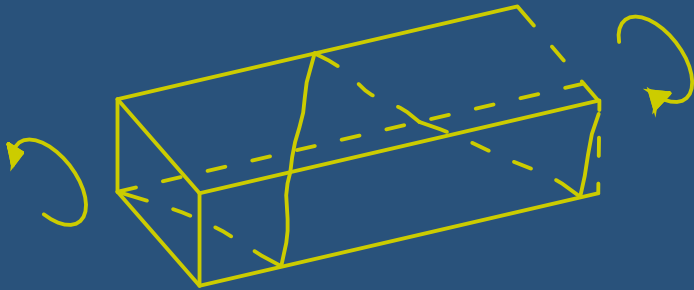


Vlačno opterećenje



Opterećenje
posmikom

Pukotine: konstruktivne pukotine



Torzijske pukotine



Pukotine od savijanja
(vertikalne) i
pukotine uzduž
armature

Pukotine: konstruktivne pukotine

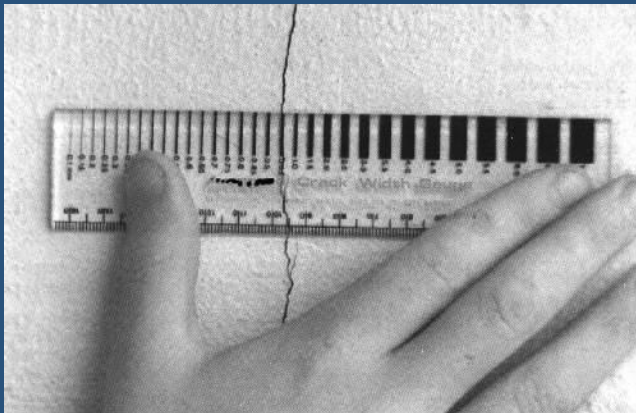


Unošenje
koncentrirane sile



Spriječenosť pomaka
(upetosti)

Pukotine: konstruktivne pukotine



Erozija: abrazija



- Odnosenje površine betona trenjem



Sačasta struktura



- Šupljine u betonu zbog toga što mort nije ispunio prostor između zrna agregata uzrokovane neodgovarajućom mješavinom



Segregacija



- Različita koncentracija komponenti betona rezultira nejednolikim udjelom dijelova u betonskoj mješavini



Procurivanje: kroz beton i pukotine



- Prodor tekućine (čista ili zagađena voda) kroz beton kroz pukotine, zbog propusnog betona ili nedovoljne debljine elementa ili zbog loše ili nepostojeće hidroizolacije ili neočekivanih pukotina



Procurivanje: na spojevima i reškama



- Prodor vode s površine mosta kroz reške ili kroz prijelazne naprave, hodne staze uzrokovan lošim detaljima



Klimatski utjecaji



- Promjene u boji, teksturi, čvrstoći, kemijskom sastavu, uslijed klimatskih utjecaja



Ljuštenje



- Lokalno guljenje površinskog betona uglavnom zbog smrzavanja i soljenja cesta



Odlamanje



- Razvoj ovalnih fragmenata odlamanja betona uslijed udarca, ili korozije armature



Raspadanje



- Dijeljenje u sitne komade uzrokovano erozijom, kemijskom agresijom, ili nastavak ljuštenja i odlamanja



Alkalno-silikatna reakcija



- Curenje po površini uzrokovano alkalno silikatnom reakcijom



Nedovoljna debljina zaštitnog sloja





Tipovi oštećenja

- ***Armatura i kabele za prednapinjanje***
 - Korozija armature
 - Korozija kabela za prednapinjanje
 - Slom šipke
 - Slom kabela za prednapinjanje
 - Korozija sidara kabela
 - Mehanička oštećenja sidara
 - Neispravnost kanala kabela
 - Ostali defekti armature i kabela



Korozija armature

- Propadanje čelika uslijed elektrokemijske reakcije sa okolinom. Korozija može biti posljedica karbonatizacije ili prodora klorida u beton.
- Korozije od karbonatizacije nema u suhom ili potpuno vodom zasićenom betonu, dok je jako izražena u izmjeni tih uvjeta. Korozija armature dovodi do pukotina i odlamanja betona.
- Korozija uslijed klorida uzrokuje lokalni gubitak presjeka armature i može dovesti do krtog loma.

Vizualnim pregledom mogu se uočiti slijedeći znakovi korozije armature:



- 1. faza – tragovi rđe na površini betona



Vizualnim pregledom mogu se uočiti slijedeći znakovi korozije armature:



- 2. faza - pukotine



Vizualnim pregledom mogu se uočiti slijedeći znakovi korozije armature:



- 3. faza – ljuštenje



Vizualnim pregledom mogu se uočiti slijedeći znakovi korozije armature:



- 4. faza – odlamanje



Korozija kabela za prednapinjanje



Slom šipke



Slom kabela za prednapinjanje





Tipovi oštećenja

- **Čelik, željezo, aluminij**
 - Korozija
 - Pukotina uslijed umora
 - Pukotina od oštećenja
 - AKZ
 - Spojna sredstva

Korozija



AKZ





Tipovi oštećenja

- ***Kolnik***
 - *Pukotine*
 - *Oštećenja završnog sloja*
 - *Oštećenja teksture površine*
 - *Deformacije površine*
 - *Popravci*



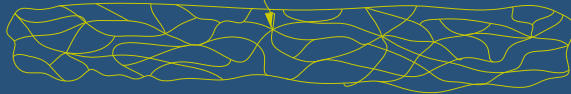
Mrežaste pukotine

- Serija međusobno povezanih pukotina uzrokovanih propadanjem površine od zamora uslijed ponavljajućeg opterećenja.
- Isprepletene, međusobno povezane pukotine, koje površinu kolnika razdjeljuju u niz malih poligona, tvoreći uzorak sličan mreži.
- Veličina poligona uobičajeno je manja od 150 mm, a rijetko prelazi 300 mm.
- Pojava mrežastih pukotina učestalija je u području tragova kotača vozila, no nerijetko zahvaćaju i čitavu površinu kolnika

Mrežaste pukotine



mrežasta pukotina



smjer
prometa



bankina

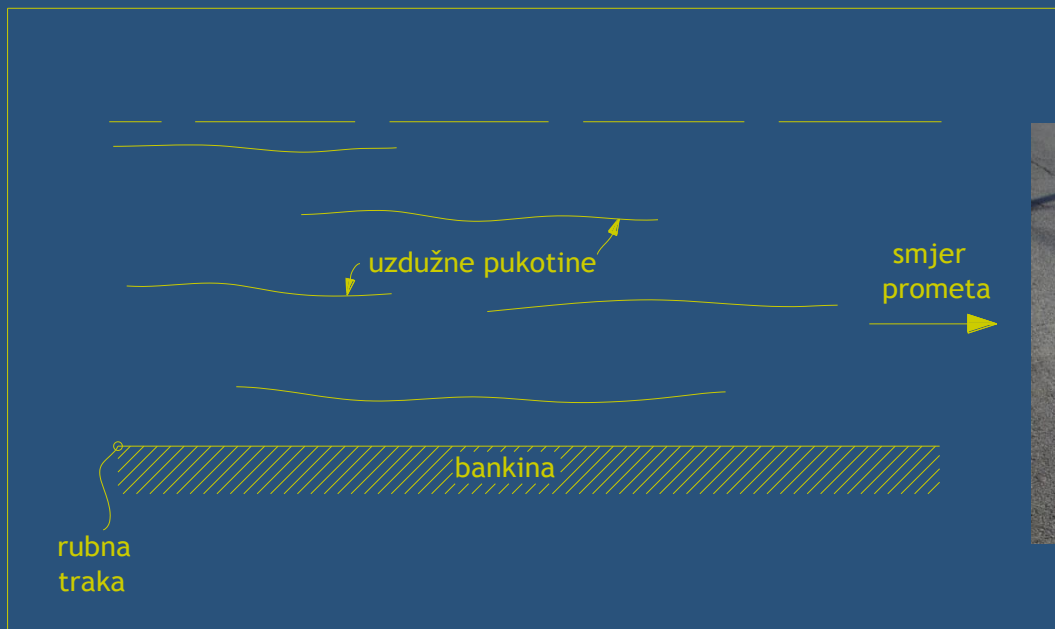
rubna
traka



Uzdužne pukotine



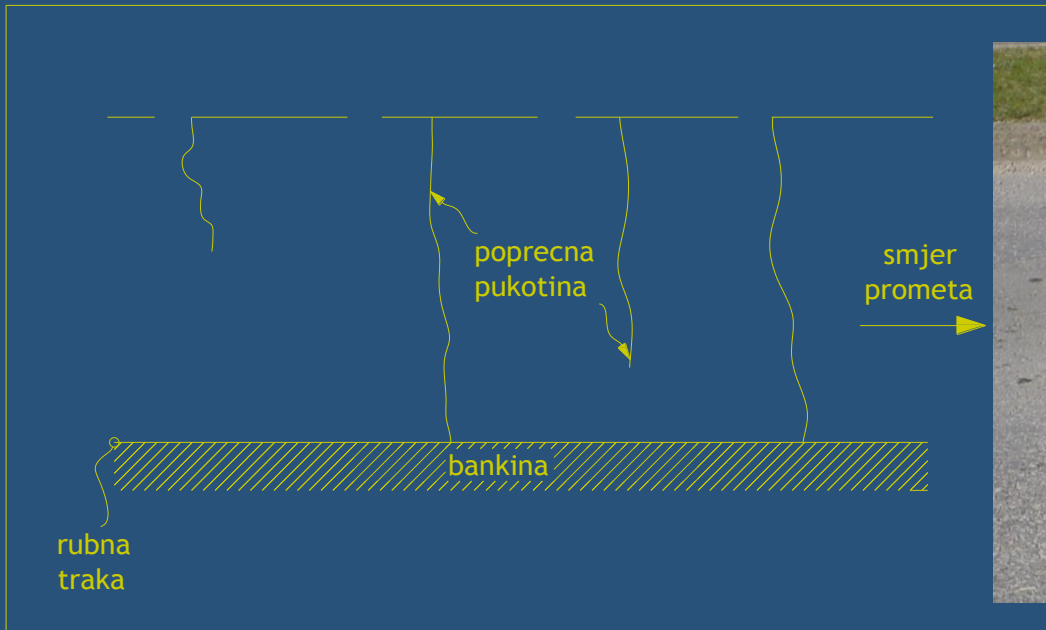
- Pukotine se pružaju približno paralelno osi ceste
- Javljaju se kao dugačke pojedinačne pukotine ili kao niz kraćih paralelnih pukotina



Poprečne pukotine



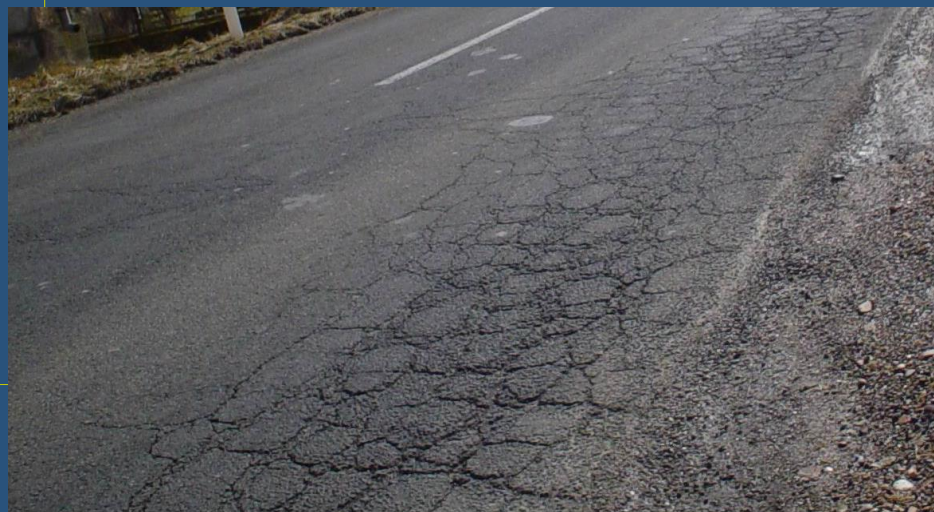
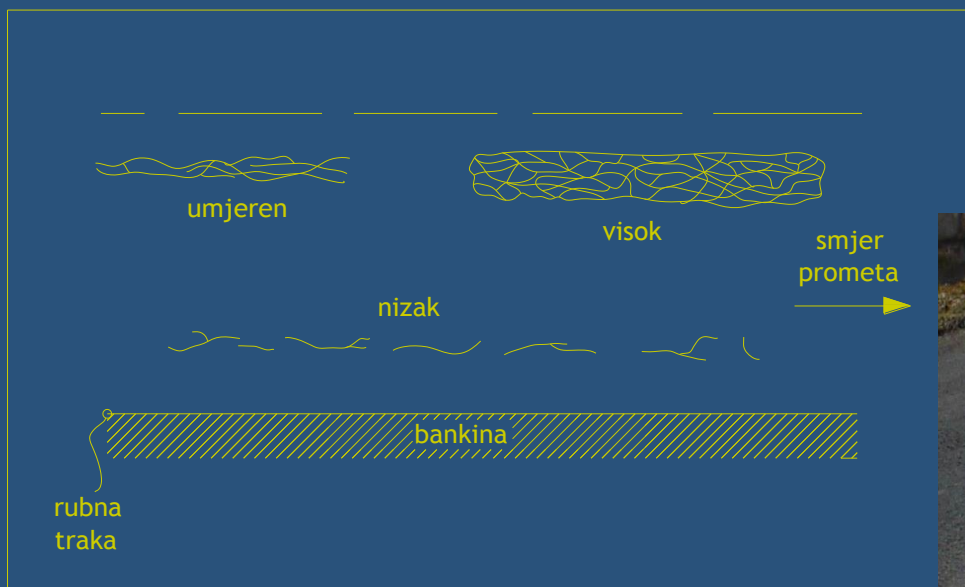
- Pukotine sa izrazitim smjerom pružanja poprečno na os ceste



Pukotine u tragovima kotača



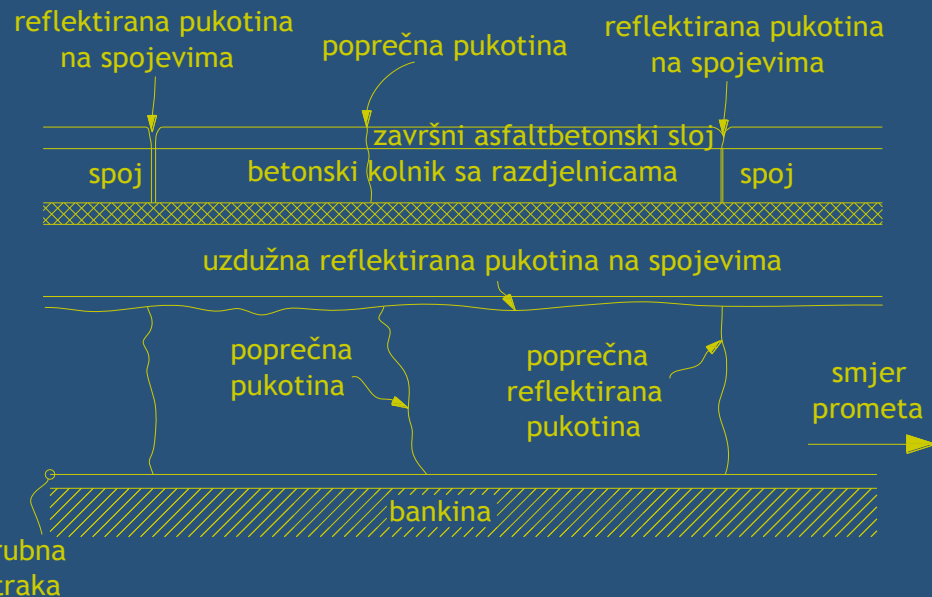
- Pukotine koje se javljaju u tragovima kotača nastaju kao posljedica umora materijala kolnika



Otvoreni radni spojevi



- Otvaranje habajućeg sloja u obliku pojedinačne pravolinijske pukotine jasnih rubova, na uzdužnim i/ili poprečnim radnim spojevima





Pukotine uslijed slijeganja

- Pojedinačne ili niz koncentrično razmještenih lučnih pukotina, koje nastaju po rubu formirane klizne plohe, uz vidljivu denivelaciju površine kolnika





Pukotine uz rub kolnika

- Pukotine koje se javljaju u pojasu širine 50 cm od ruba kolnika



Oštećenja završnog sloja



- Mjestimično potpuno odvajanje habajućeg sloja uslijed nedovoljne povezanosti s donjim slojem, pri čemu gornja površina tog sloja postaje jasno vidljiva



Udarne rupe/zakrpe



- Oštećenja kolnika, nepravilnog oblika promjera do 50 cm, kod kojih je potpuno uništen i odstranjen samo završni asfaltni sloj ili i svi bitumenom vezani slojevi, te dio donjih nosivih slojeva kolničke konstrukcije
- Sanirane udarne rupe nazivaju se zakrpe



Zaglađena (polirana površina)



- Bitumen je potrošen, a agregat je izložen i viri iznad površine bitumenskog morta, gladak, potpuno zaobljen, bez oštih rubova
- Površina habajućeg sloja, posebno u tragovima kotača, glatka je i ulaštena



Izbijanje bitumenskog veziva



- Izbijanje viška bitumenskog veziva na površinu kolnika obično u tragovima kotača
- Može se pojaviti kao površina različite boje od ostatka asfaltne površine, pa preko površine koja gubi teksturu zbog viška asfalta, sve do stanja gdje je agregat posve neprimjetan zbog viška bitumena sa vjerojatnom staklastom, sjajnom, reflektirajućom površinom koja može biti ljepljiva na dodir
- Skoro uvijek je tamnije boje od ostalog dijela kolnika



Trošenje



- Trošenje površine kolnika uzrokovan izbijanjem agregata i gubitkom bitumenskog veziva
- Trošenje površine kolnika može se sastojati od gubitka sitnih čestica do gubitka krupnijih zrna, pa sve do stanja grube, vrlo hrapave površine, s ogoljelim stršećim zrnima kamenog agregata



Valovanje



- Kontinuirane neravnine površine kolnika u obliku valova na pravilnim razmacima od nekoliko metara, okomito na smjer vožnje

Boranje



- Kontinuirane neravnine površine kolnika u obliku malih valova na pravilnim razmacima od 10 do 15 cm
- Javljaju se okomito na smjer vožnje u zonama pokretanja i zaustavljanja vozila, na dionicama većih uzdužnih nagiba i u krivinama malog radijusa



Kolotraženje



- Kontinuirano uzdužno uleknuće u tragu kotača vozila koje zahvaća jedan ili više slojeva kolnika



Klizanje



- Uzdužna deformacija habajućeg sloja koja se javlja na mjestima kočenja ili usporavanja vozila, na dionicama većih uzdužnih nagiba nivelete, te u krivinama ili križanjima
- Uslijed klizanja asfalta dolazi do pojave paraboličnih pukotina ili pukotina koje se pružaju koso na smjer vožnje. Može imati i pridruženu vertikalnu deformaciju





Bočno istiskivanje

- Izdizanje kolnika u obliku nabora uzduž ruba voznog traka
- Javlja se većinom u kombinaciji sa kolotragom u blizini ruba kolnika
- Istovremeno se često javljaju i pukotine na rubu kolnika



Lokalna uleknuća

- Lokalno udubljenje površine kolnika, okruglog ili eliptičnog oblika. Moguća pojava pukotina po rubu i unutar uleknute površine



Slijeganje ruba kolnika



- Rub kolnika slegnut je prema van. Često se istovremeno uz rub kolnika pojavljuju pukotine.



Popravci



- Mjestimično uklanjanje i zamjena slojeva kolničke konstrukcije na površinama pravilnog oblika većim od 0.5 m²



Tipovi oštećenja



- ***Ostali defekti***
 - Masa za brtvljenje
 - Ograde
 - Prijelazne naprave
 - ...

Propadanje mase za brtvljenje



Ograde



Prijelazna naprava

