

# Noseći sistemi vozila

*Identifikacija stanja i ponašanja NS je pretpostavka za njen kvalitetan i efikasan razvoj, odnosno produkciju*

*Orijentacija ka optimizaciji NS u smislu minimiziranja njene sopstvene mase (povećanja korisne nosivosti), s obzirom na normativno limitiranu bruto masu vozila*

*Noseće strukture elemenata pojedinih sistema vozila (oslanjanje, upravljanje, nadgradnje, kabina vozača, ...)*

## Identifikacija ponašanja NS

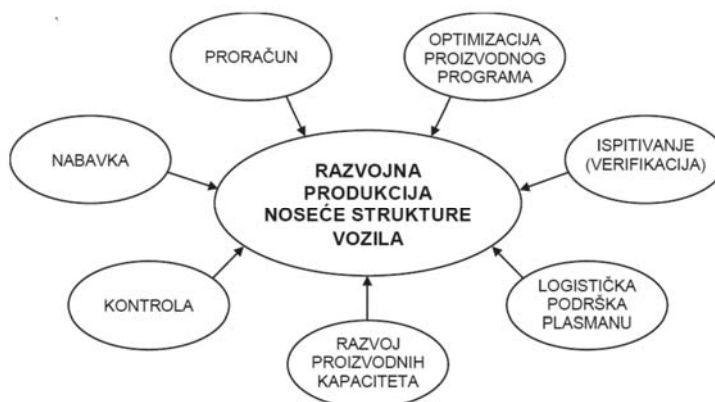


*Zastupljenost principa simultanog inženjeringa (SE)  
(NE KORAK PO KORAK)*

# Identifikacija ponašanja NS

*Prikaz je načelni i nema za cilj da taksativno navede sve uticajne činioce, što je nemoguće na opštem nivou (specifikacija uticajnih činilaca zavisi od kategorije vozila, primenjenih materijala i sl.)*

**Dva dominantna aspekta**  
**Ispitivanje NS**  
**Proračun NS**



## Ispitivanja NS

### RAZVOJNA ISPITIVANJA

glavni cilj je pružanje informacije konstruktorima o efektima izvedenog rešenja u pogledu funkcionalnosti, pouzdanosti, zadovoljenju traženih kriterijuma i sl. Ona su neophodna dopuna postupka projektovanja i proračuna vozila, a sve sa ciljem uspešnog i ekonomičnog razvoja

Posebna grupa razvojnih isp. su **ISPITIVANJA PROTOTIPOVA**

pružaju mogućnosti kako laboratorijskih provera, tako i proba vozila u celini u uobičajenim eksploatacionim, ali i oštrijim režimima (poligon)

Sa početkom proizvodnje započinju **VERIFIKACIONA ISPITIVANJA**

Cilj je verifikovanje primenjenih tehnologija i postupaka proizvodnje, praćenja dostignutog kvaliteta proizvodnje kao i poboljšanja u proizvodnji

# Ispitivanja NS

**Moguće su brojne podele i razvrstavanja ispitivanja:**

**ISTRAŽIVAČKO - RAZVOJNA** ispitivanja se, sa stanovišta neposrednog cilja ispitivanja, odnosno vrste traženih informacija (koje treba da obezbede), mogu razvrstati na:

**Ispitivanje performansi**, odnosno ispitivanje funkcionalnih karakteristika.

**Ispitivanje radnih opterećenja** i eksploatacionih uslova.

**Ispitivanja pouzdanosti** tj. sposobnosti očuvanja odgovarajućih funkcionalnih karakteristika u određenom periodu sa definisanim režimima opterećenja.

**Ispitivanja bezbednosti vozila** (utvrđivanje pokazatelja kako aktivne tako i pasivne bezbednosti).

# Ispitivanja NS

## HOMOLOGACIONA ISPITIVANJA

Međunarodni propisi jednoobrazno definišu zahteve i kriterijume za homologaciju vozila i elemenata vozila.

Svaki pravilnik bavi se jednim striktno definisanim problemom i probom-ispitivanjem u vezi sa tim.

Postupci proba su definisani u okviru samih propisa, kao i kriterijumi ocene.

Proizvođač vozila je dužan da svoj proizvod usaglasi sa usvojenim Pravilnicima, da podvrgne vozilo proverama i dobije odgovarajuća Saopštenja o homologaciji.

# Ispitivanja NS

## HOMOLOGACIONA ISPITIVANJA

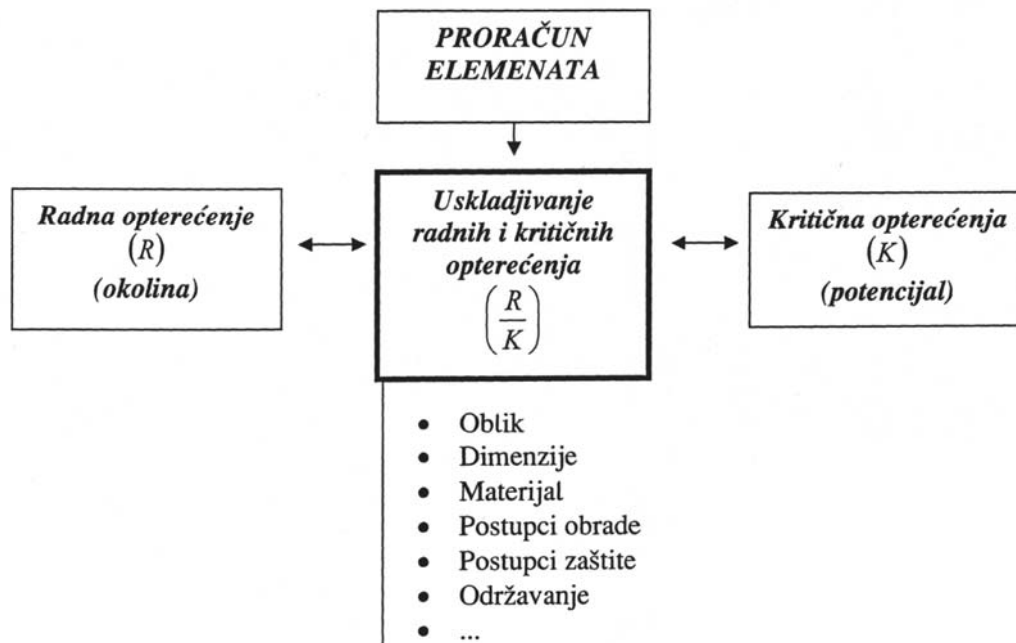
Posebno je interesantna problematika homologacionih ispitivanja koja se odnose na provere unutrašnjeg prostora pri udarima u barijeru.

Postoji set pravilnika ECE za ocenu valjanosti noseće konstrukcije. Sve njih karakterišu standardizovani postupci ispitivanja, koji omogućuju pravilno procenjivanje konstruktivnih karakteristika NS, u pogledu saobraznosti sa postavljenim zahtevima i kriterijuma.

**Napomena:** U okviru predstavljanja specifičnosti problematike NS za pojedine kategorije vozila biće dati i komentari karakterističnih homologaciona ispitivanja.

## Proračun NS

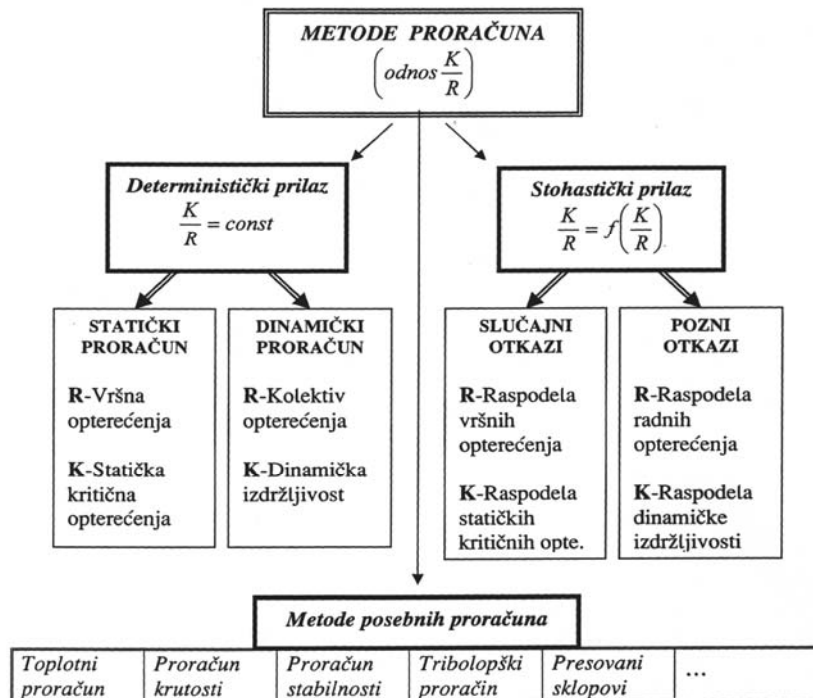
### Utvrđivanje odnosa radnih i kritičnih opterećenja



# Proračun NS

Opšta procedura  
mašinske tehnike

Osnovni postulati  
proračuna važe i u  
slučaju proračuna  
NS vozila



# Proračun NS

Ciljevi proračuna NS su provera tehničkog rešenja, a u principu su orijentisani ka optimizaciji NS.

U načelu imamo tri nivoa na kojima bi se mogao sprovesti proračun čvrstoće NS:

Kvazistatički proračun u odnosu na odabrana maksimalna opterećenja, sa odgovarajućim konstantnim stepenom sigurnosti,

Proračun koji uzima u obzir režim opterećenja (spektar opterećenja), dinamičke karakteristike konstrukcije i karakteristike zamora materijala, odnosno primenjenih zavarenih spojeva. I ovaj proračun karakterišu konstantne vrednosti stepena sigurnosti u odnosu na zamor materijala.

Proračun pouzdanosti NS, uzimajući u obzir ne samo podatke iz predhodnih naznaka, nego i raspodele kritičnih i radnih opterećenja elemenata.

# Proračun NS

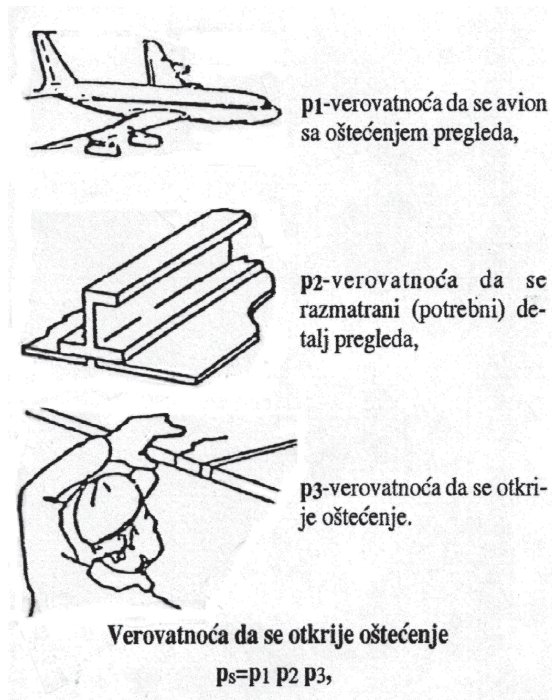
## ***Proračun pouzdanosti***

(problematičan zbog ne raspolaganja nizom neophodnih informacija na kojima je proračun zasnovan)

***Karakteristično je za avionske konstrukcije, gde se primenjuje teorija verovatnoće u tri nivoa***

### ***Neophodno je praćenje stanja***

(propisane detaljne i veoma zahtevne procedure u cilju identifikacije realnog stanja NS u eksploataciji, što je u slučaju aviona opravdano)



# Proračun NS

**Proračun sa stanovišta stepena sigurnosti u odnosu na zamor**

**Primena preporuka o pojedinim uticajnim činiocima u npr. nekom zavarenom spoju, pored geometrije, podrazumeva poznavanje uticaja stvarne distribucije merodavnog opterećenja kroz strukturu (vrlo često predstavlja veoma zahtevnu aktivnost).**

**Problematika utvrđivanju režima (spektra) opterećenja pojedinih elemenata i sklopova vozila, s ciljem da se razvije metodologija laboratorijskog ispitivanja dinamičke izdržljivosti.**

**Zahtevnost, složenost i delikatnosti uspostavljanja korelacije laboratorijskih rezultata sa realnom eksploatacijom. Uglavnom se uvek preporučuje i praćenje realnog korišćenja u cilju potvrde laboratorijski utvrđenih performansi (veka trajanja konstrukcije).**

**Potrebni značajni resursi u pogledu finansija, ispitnih kapaciteta, potrebnog vremena, ...**

# Proračun NS

Kvazistatički prilaz predstavlja obavezni deo svakog proračuna i on daje daleko najveći broj važnih informacija o budućoj ili izvedenoj konstrukciji (pogotovo u slučaju primene savremenih numeričkih metoda MKE).

Kvazistatički proračun je posebno važan za analize u kojima su inercioni efekti vezani za sopstveno oscilovanje znatno manji (rezonantne pojave, buka, ...) od globalnih inercionih efekata usled ubrzanja elastično oslonjene mase kao krutog tela (osnovni aspekti čvrstoće).

Kvalitetnim i sveobuhvatnim kvazistatičim proračunom (NP) mogu se minimizirati problemi u vezi sa koncentracijom napona u konstrukciji. Smanjenjem statičkih naponskih pikova pri karakterističnim proračunskim režimima (KPR), smanjuju se i mogućnosti nastanka inicijalnih prslina, čime se doprinosi podizanju performanse dinamičke izdržljivosti strukture (eliminiše se uzrok intenziviranja procesa zamora materijala).

Napomena: Prisustvo koncentracije napona može više da šteti sa stanovišta zamora (kod elemenata čiji je statički stepen sigurnosti obično velik), nego u pogledu vršnih dinamičkih opterećenja. Zato kvalitetan kvazistatički proračun ujednačavanjem naponske slike, odnosno redukovanjem prisustva koncentracije napona, veoma pozitivno utiče na vek strukture.

# Proračun NS

Mi ćemo se detaljnije pozabaviti upravo kvazistatičkim prilazom proračuna NS vozila.

Kako je već naznačeno proračun predstavlja sagledavanje odnosa radnih i kritičnih opterećenja. To znači da se sam proračun NS svodi na definisanje uticaja, koji preuzimaju na sebe pojedini elementi strukture pri distribuciji merodavnih opterećenja (koji karakterišu KPR) i utvrđivanje rezerve (stepena sigurnosti) projektovane konstrukcije.

Dakle definisanje merodavnih uticaja je preduslov za proveru i potvrdu predviđenog poprečnog preseka svakog od elementa NS. Najčešće primenjivane metode za definisanje merodavnih uticaja, odnosno proračun:

- Metoda konačnih elemenata (Numerički prototajping)
- Metoda koja koristi koncept “noseće površine” (Pavlovski)
- Metoda primene teorije tankozidnih profila
- Metoda pomeranja, koja je pogodna za “ručni prilaz” proračuna



# Optimizacija NS

*Treba razlikovati proračunski ciklus u odnosu na proces optimizacije. Optimizacija podrazumeva analizu proračunskih odziva, uključuje redizajn konstrukcije, kao i ponavljanje proračunskog ciklusa. Proračunskih ciklusa u okviru optimizacije može biti nebrojano mnogo, jer konstrukcija uvek može biti bolja (pitanje raspoloživih resursa).*

*Karakteristični aspekti, odnosno aktivnosti, procesa optimizacije:*

*Sagledavanje uticaja na pojedinim nosačima i segmentima strukture*

*Prilagođavanje poprečnih preseka pojedinih nosača pripadajućim uticajima*

*Ujednačavanje stepena sigurnosti karakterističnih preseka konstrukcije, s obzirom da je pouzdanost i kvalitet NS opredeljena ponašanjem najlošije zone, odnosno preseka*

*Usaglašavanje interakcije pojedinih segmanata NS, što praktično znači minimiziranje negativnog uticaja koncentracije napona u međusobnim vezama elemenata NS.*

# Optimizacija NS

*Optimizacija bazira na kriterijumima ocene proračunskih odziva, kao što su:*

*Dozvoljene preporučene vrednosti ugiba (deformacija)*

*Dozvoljeno naprezanje (bez plastične deformacije, odnosno bez prekoračenja vrednosti dozvoljenog napona, kada je u pitanju osnovni proračun).*

*Maksimalno uravnoteženje odziva (minimiziranje razlika maksimalnih i minimalnih vrednosti naprezanja – ujednačenost iskorišćenja karakteristika-performansi primenjenog materijala) (Karakteristike i kvalitet strukture (konstrukcije) je opredeljen performansama njene najlošije zone.)*



# Optimizacija NS

*Maksimiziranje procentualnog učešća membranskih napona u odnosu na savojne napone (princip rebra, kada se karakteristike primenjenog materijala najefikasnije koriste u smislu distribucije merodavnih opterećenja kroz srukturu, (samo u slučaju primene MKE)*

*Mogućnost analize dinamičkog odziva (definisanja sopstvenih učestanosti NS, ..., analiza raspodele kinetičke i potencijalne E deformacije, ... (samo u slučaju primene MKE)*

**Napomena:**

*Kriterijumi ocene zavise od metode koja se primenjuje u proračunu. Najdetaljnija i najkompleksnija u smislu celovitosti i sveobuhvatnosti proračunskih odziva je MKE.*

# Optimizacija NS

**Napomena:**

*Nepreciznosti pojedinih modela, kao i neminovna uprošćenja i nedoslednosti za bilo koju metodu imaju umanjen negativni efekat, imajući u vidu činjenicu da su optimizacije aktivnosti praktično uvek bazirane na komparativnoj analizi proračunskih odziva za pojedine proračunske varijante. Ovi proračunski odzivi su potpuno kompatibilni. Naime, sve učinjene „greške u smislu aproksimacije i/ili uprošćenja“ prisutne su u svim proračunskim varijantama koje se razmatraju. To znači da se objektivno može utvrditi koju proračunsku varijantu karakteriše najpovoljniji proračunski odziv (od raspoloživih), uz ogradu u pogledu korektnosti apsolutnih vrednosti proračunskih odziva. Ovo je najčešće dovoljno za pravilno usmeravanje razvojnih aktivnosti. Pod uslovom da nije u pitanju suštinski „promašaj“ u postavci (zato je neophodna validacija modela, odnosno potvrda proračunski dobijenih odziva NS).*

# Karakteristični proračunski režimi

*Početak ciklusa proračuna (bez obzira na primenjenu metodu) vezuje se za definisanje KPR, koji će definisati režime kretanja vozila za koje će se, na osnovu karakteristika masenih/geometrijskih vozila i opštih smernica za vrednosti karakterističnih parametara ( $K_d$ ,  $\phi$ ,  $h$ , ...), opredeliti merodavna opterećenja u kontaktu pneumatika i tla.*

*Analiza distribucije ovako utvrđenih sile u kontaktu pneumatika i tla dalje na strukturu vozila predstavlja suštinski zadatak na osnovu koga se utvrđuju opterećenja pojedinih elemenata konstrukcije, odnosno uticaji koje ovi elementi prihvataju u distribuciji merodavnih sila (što je pretpostavka proračuna).*

*KPR se odnose na statičku analizu, odnosno kvazistatički pristup, pri čemu možemo definisati nekoliko grupa KPR:*

*Globalni (opšti) KPR*

*Specifični KPR*

*Normativno odredjeni KPR*

# Karakteristični proračunski režimi

## Globalni (opšti) KPR

*Ovi KPR najčešće simuliraju ekstremne uslove opterećenja, koji se mogu javiti u eksploataciji, a posledica su kretanja vozila pri različitim manevrima vozača i različitim uslovima puta. Postoji nekoliko osnovnih opštih KPR, odnosno slučajeva opterećenja nosećeg sistema:*

*Savijanje*

*Uvijanje (uslovno)*

*Složeno (kombinovano savijanje i uvijanje)*

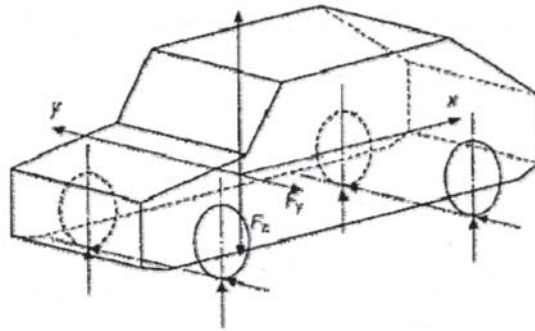
*Poprečno opterećenje*

*Inercijalno opterećenje*

# Globalni KPR Savijanje

*Uslovi savijanja zavise od mase elemenata samog vozila i tereta koji se prevozi.*

*Prvo treba odrediti statička opterećenja koja se prenose kroz elemente noseće strukture vozila. Reakcije koje se prenose na podlogu dobijamo rešavanjem statičkih jednačina.*



Noseća struktura se može idealizovati i posmatrati kao slučaj dvodimenzionalno opterećene grede.

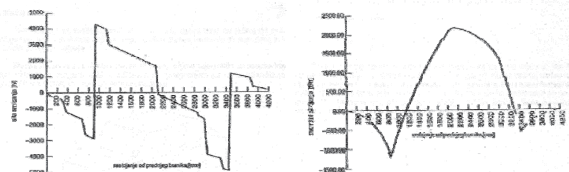
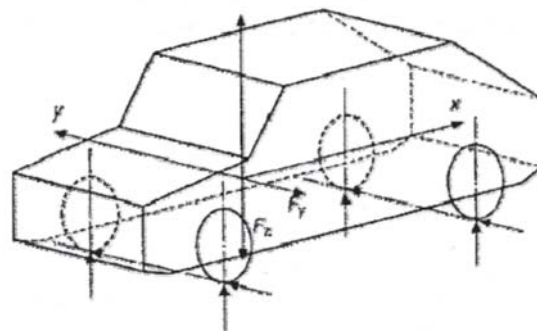
Način na koji će se vršiti preraspodela opterećenja zavisi od težine i rasporeda elemenata.

Elementi vozila kao što su točkovi, kočnice, elementi sistema oslanjanja ne uzimaju se u obzir pri analizi opterećenja jer ne opterećuju noseću strukturu (uticaj neelastično oslonjenih masa).

# Globalni KPR Savijanje

*Uz pomoć dijagrama raspodele opterećenja (elastično oslonjene mase) lako se dolazi do dijagrama sila i momenta savijanja NS.*

*Dinamička opterećenja (merodavna) definišu se multiplikacijom statičkih reakcija koeficijentom  $K_d$ .*



**Napomena:**

**Praktično je merodavno maksimalno vertikalno udarno opterećenje  $Z_{max}$ , koje simulira prelazak preko vertikalne prepreke na putu, za šta je opredeljujuća usvojena vrednost koeficijenta dinamičkog udara  $K_d$ .**

# Globalni KPR Uvijanje

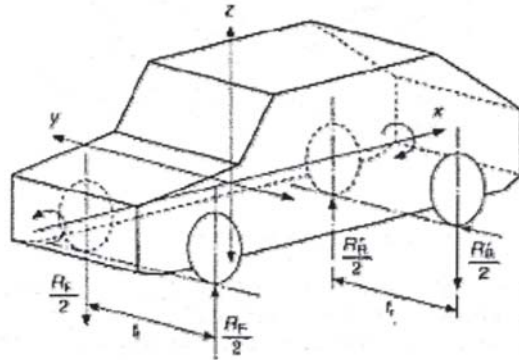
**Čisto uvijanje** (kada opterećenje na jednoj od osovina rezultuje stvaranjem momenta koji na drugoj osovini izaziva moment ali suprotnog smera).

Pri tome je maksimalni moment uvijanja određen opterećenjima koja potiču od osovine koja je manje opterećena.

Ovaj režim se u realnom korišćenju vozila ne može pojaviti bez savjanja koje je posledica sile zemljine teže.

Uključen zbog lab. ispitivanja uvojne krutosti (na neopterećenoj NS). Često je i merodavan proračunski režim.

**Napomena:** Praktično se simulira uvijanje NS oko podužne ose saopštavanjem ugaonih deformacija u poprečnoj vertikalnoj ravni elemenata NS u zoni ose sistema za oslanjanje.



## Globalni KPR

### Složeno - kombinovano savijanje i uvijanje

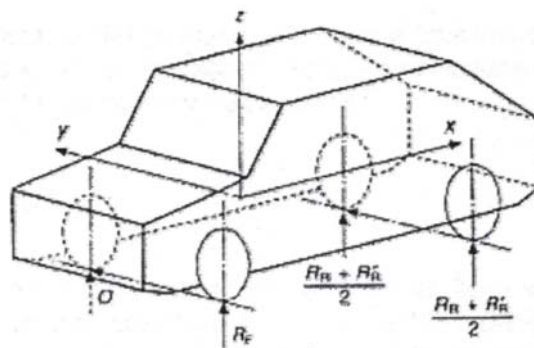
**Realna situacija** koja predstavlja ovaj slučaj je kada se jedan točak opterećene osovine odigne usled neke neravnine.

Različite preporuke u smislu potrebne merodavne visine dizanja da bi se ostvarila maksimalna opterećenja, odnosno maksimalni ugao torzije.

(od 150, 200, pa do 300-360mm)

Podrazumeva se da su i u ovom slučaju opterećenja vozila limitirana manje opterećenom osovinom. Odizanje točka bez porasta momenta uvijanja iako se visina izdizanja povećava nema uticaja na naponski odziv strukture.

Kada NS čine nosači otvorenog tankozidnog poprečnog preseka (npr. okvir privrednih i priključnih vozila) ovo je merodavni proračunski režim, ključan za optimizaciju konstrukcije.



## Globalni KPR Poprečno opterećenje

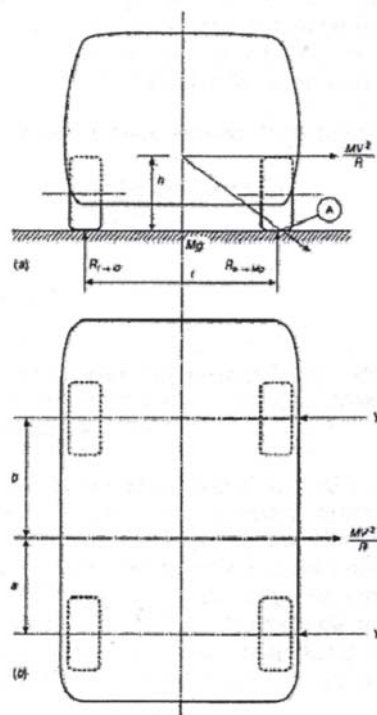
Noseća struktura se praktično posmatra kao prosta greda izložena poprečnom opterećenju u x-y ravni u težištu vozila.

Posebno interesantan režim za zonu NS gde se vezuju elementi sistema oslanjanja. (dinamičke reakcije tla merodavne).

**Napomena:**

Neravnine prilikom kretanja vozila u krivini mogu dovesti do pojave značajnih dodatnih opterećenja, pa i prevrtanja vozila pri određenim uslovima.

Ovaj KPR praktično predstavlja simuliranje bočnog proklizavanja vozila ( $Y_{max}$ ), što je limitirano merodavnim vrednostima  $\varphi_y$



## Globalni KPR Inercijalno opterećenje

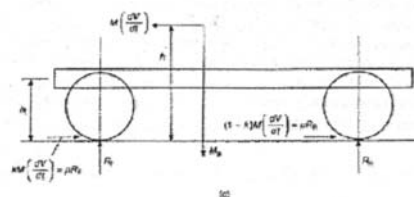
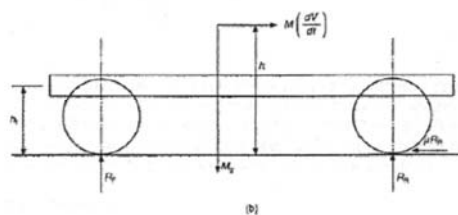
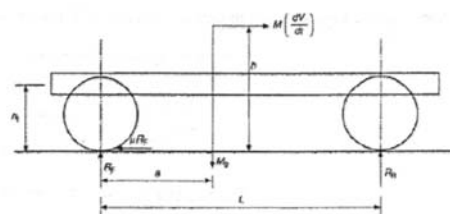
Ubrzavanje i usporavanje vozila dovodi do preraspodele opterećenja (dinamičke reakcije tla merodavne).

Pretpostavlja se da sila inercije deluje u težištu vozila.

**Napomena:**

Dominantno je kočenje jer se pri intenzivnom kočenju dolazi u situaciju da se koristi fizička granica limita distribucije opterećenja u kontaktu pneumatik tlo.

Uključiti i režim intenzivnog kočenja pri kretanju vozila unazad (i pri malim početnim brzinama moguće je intenzivno kočenje na granici priranja, koje uzrokuje vršna usporenja).



# Specifični KPR

*Specifični KPR predstavljaju dopunu globalnim KPR i uglavnom su vezeni za pojedine specifične funkcionalne zone (SFZ) i interesantne zone (IZ), a zavise i od kategorije vozila.*

*U slučaju elemenata veze sistema za oslanjanje priključnog ili privrednog vozila (višeosovinski agregat – troosovinski / dvoosovinski) treba uključiti zakretanje vozila u mestu, odnosno zakretanje minimalnim radiusom (maksimalne bočne sile bez inercijalnih efekata, koji uslovljavaju preraspodelu masa na leve i desne točkove),*

*Proračun čvrstoće mehanizma za vođenje zadnjih točka treba da uključi režim intenzivnog kočenja pri kretanju unazad jer je to merodavno opterećenje za analizu zadnje osovine. (intenzitet usporenja, a time i sila u kontaktu pneumatika sa tlom ne zavisi od brzine, već od usporenja, koje se može javiti u ekstremnim vrednostima i pri malim brzinama kretanja koji karakterišu vožnju unazad)*

# Specifični KPR

*U slučaju privrednih vozila (teretnog prostora) uključiti opterećenja proistekla iz načina utovara robe (npr. opterećenje od viljuškara), specifičnosti specijalnih tereta i sl.*

*Kod autobusa koji je predviđen za alternativni pogon na KPG (komprimovan prirodni gas), sa rezervoarima na krovu, ili ako se predviđa ugradnja klima uređaja, čvrstoća krovne konstrukcije je od posebnog značaja za dinamičko ponašanje NS, sa izraženim problemima u vezi sa rezonantnim pojavama.*

...

*Lista specifičnih KPR je otvorena. Proširenja nastaju u slučaju kada je nužno sagledati razloge nastanka eventualnih problema u eksploataciji, ukoliko se utvrdi da neki eksploatacioni uslovi opterećenja nisu obuhvaćeni postojećom specifikacijom karakterističnih proračunskih režima (KPR).*



# Normativno odredjeni KPR

*Normativno odredjeni KPR se uglavnom odnose na simulaciju uslova, koje propisuju odgovarajući ECE pravilnici (R12, R32, R33, R36, R54, R58, R66, R73, R107, ...) sa aspekta homologacijskih ispitivanja pojedinih uređaja i sistema.*

*Prisutno je uključenje aspekta krutosti uređaja i sistema u elasto plastičnoj zoni, što predstavlja viši-složeniji nivo analize u pogledu proračuna i identifikacije ponašanja konstrukcija, koji značajno prevazilazi po složenosti uobičajne analize čvrstoće u pogledu nosivosti i krutosti (dominantno ispitivanje u odnosu na proračune).*

*Sličan komentar važi i u slučaju utvrđivanja ponašanja struktura vozila sa stanovišta Euro NCAP ispitivanja i kraš testova.*

*Ova problematika će se celovitije i detaljnije predstaviti kroz prikaze specifičnosti po pojedinim kategorijama vozila.*

## Karakteristični proračunski režimi

*U prethodnim izlaganjima definisani su KPR koji opredeljuju pripadajuća merodavna opterećenja za konkretno vozilo i KPR.*

*Dakle, za poznate karakteristike vozila (masene i geometrijske) i usvojene KPR (uz utvrđene vrednosti karakterističnih parametara za definisanje opterećenja pri KPR), proističu i sile u kontaktu pneumatika i tla konkretnog vozila.*

*Ovo je pretpostavka da bi se pristupilo analizi distribucije ovako definisanog opterećenja kroz strukturu vozila (a to znači utvrđivanje uticaja, pa dalje definisanje rezerve u odnosu na karakteristike materijala, što praktično predstavlja proračun).*



# KPR - Sile u kontaktu kretača i tla

## *Parametri za definisanje opterećenja pri KPR*

*Predstaviće se i prokomentarisati opšte smernice za definisanje opterećenja pri globalnim (opštim) KPR.*

*Kada je reč o globalnim KPR (izuzimajući asimetrično opterećenje), očigledno je da merodavna opterećenja opredeljuju sile u kontaktu pneumatika i tla, kao i odnos sila na pojedinim točkovima (uticaj oslanjanja, broja osovina, preraspodele opterećenja među njima, ...).*

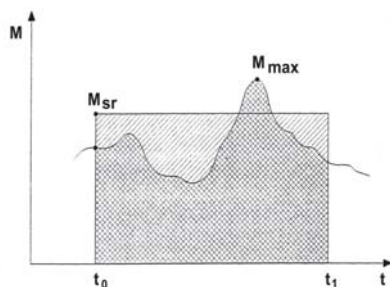
Maksimalna vertikalna sila ( $Z_{\max}$ )

Maksimalne horizontalne sile ( $X_{\max}$ ,  $Y_{\max}$ )

## Maksimalna vertikalna sila ( $Z_{\max}$ )

Najčešće se primenjuje princip povećanja (multipliciranja) statičkog opterećenja za iznos dinamičkog koeficijenta  $K_d$ . Razlike se samo odnose na vrednosti ovog koeficijenta i način njihovog definisanja.

Postoje različite metode za određivanje dinamičkog koeficijenta. Jedan od prilaza podrazumeva utvrđivanje ubrzanja na karakterističnim mestima NS, pa zatim izračunavanje  $K_d$  ili merenje dinamičkih sila na prednjem i zadnjem mostu, da bi se u zavisnosti od osovinskog rastojanja definisala promena  $K_d$  duž konstrukcije (a za karakteristične uslove korišćenja vozila).



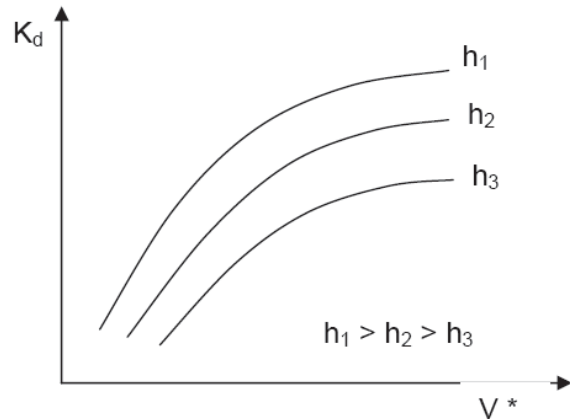
$$\left( K_d = \frac{a}{g} = \frac{Z_{\max}}{Z_{st}} \right)$$

## Maksimalna vertikalna sila ( $Z_{\max}$ )

Vertikalna sila uvek može biti veća, svodno karakteristikama vozila i brzini njegovog kretanja, kao i uslovima okruženja (visina prepreke).

Koeficijent  $K_d$  iskustveno, zavisno od kategorije i namene vozila, limitira merodavne maksimalne vrednosti vertikalne reakcije tla.

Preporučene vrednosti koeficijenta  $K_d$  data su u tabeli.

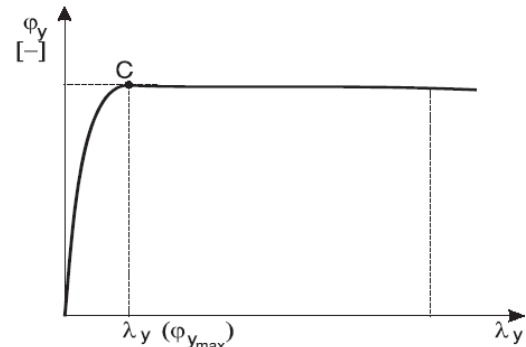
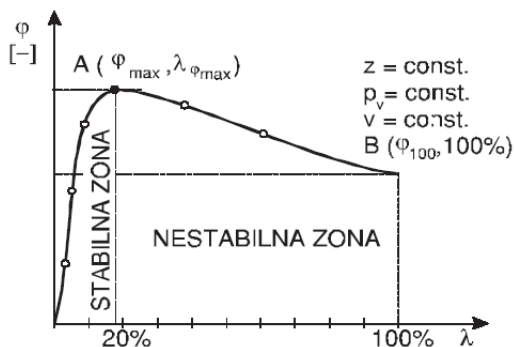


Vrednosti $K_d$	
Laka putnička vozila	1,5 – 1,75
Autobusi i teretna vozila	2 – 2,5
Terenska vozila	2,5 - 3
Traktori i vozila sa krutim oslanjanjem	2,75 – 3,25

## Maksimalne horizontalne sile ( $X_{\max}$ , $Y_{\max}$ )

Za definisanje merodavnih horizontalnih opterećenja (podužne i poprečne sile) u kontaktu pneumatika i tla, kao limitirajući parametri javljaju se koeficijenti prijanjanja u podužnom i poprečnom pravcu.

Na slikama dati su prikazi zavisnosti ovih koeficijenata od klizanja, a za proračun su merodavne njihove maksimalne vrednosti (naznačene u tabeli). Treba naglasiti da se podrazumevaju dinamičke reakcije podloge pri definisanju podužnih i poprečnih sila u kontaktu pneumatika i tla.



Prijanjanje (podužno)	$\phi_{\max}$ ( $\phi$ )	0.8 – 0.9
Prijanjanje (poprečno)	$\phi_{y\max}$ ( $\phi_b$ )	1

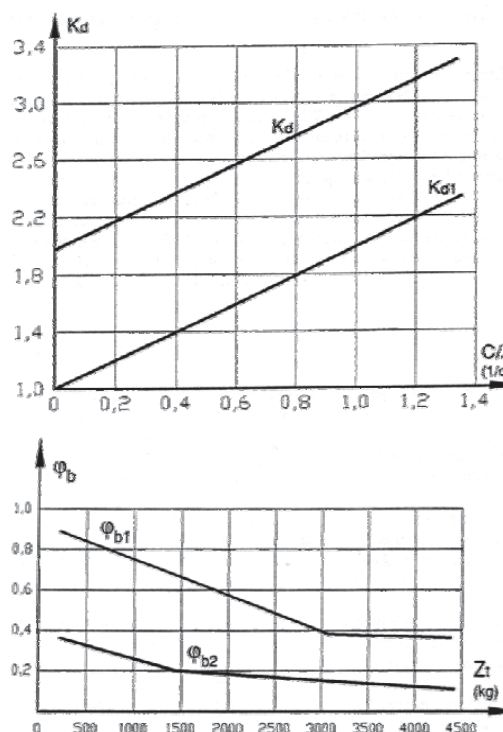
## Merodavne vertikalne i horizontalne sile

Primer univerzalnog načina definisanja vrednosti  $K_d$  i  $\phi$  u finkciji merodavnih parametara sistema za oslanjanje:

Krutosti sistema oslanjanja "C" i  
Vertikalne reakcije tla " $Z_t$ ".

Kada je reč o  $K_d$ , već je naglašeno da merenja predstavljaju najznačajnije iskustvo. Posebno izražen uticaj na  $K_d$  ima brzina kretanja vozila, njegova namena, karakteristike primenjenog sistema za oslanjanje i sl.

Prikazan univerzalni metod objedinjuje različite katagorije vozila na bazi uvođenja odnosa ( $C/Z_t$ ). Uvodeći krutost elastičnog oslonca, na odredjen način se uključuje uticaj konstrukcijskih performansi sistema za oslanjanje.



## Asimetrično opterećenje - UVIJANJE

Maksimalna opterećenja, odnosno maksimalni ugao torzije posledica je izdizanja jednog od točkova na jednoj osovini vozila na visinu  $h$ . Različite su preporuke u smislu potrebne merodavne visine izdizanja od 150mm, pa do 300-360mm.

Merodavna manje opterećena osovina

Vrlo često se uvijanje - torzija NS definiše kao merodavni KPR, pogotovo kada NS čine nosači otvorenog tankozidnog poprečnog preseka (ne mora uvek maksimalni ugao uvijanja).

*Napomena:*

*Ovako značajne razlike u vrednostima visine izdizanja posledica su između ostalog i različitih kategorija vozila. Međutim, ove vrednosti ne moraju, niti trebaju da budu fiksne i nepromenljive, kada se radi o uporednoj analizi varijantnih rešenja.*

*Od veće važnosti da se uporedne analize sprovode sa medjusobno komparativnim i kompatibilnim okolnostima, u odnosu na određenu apsolutnu vrednosti za konkretni slučaj.*