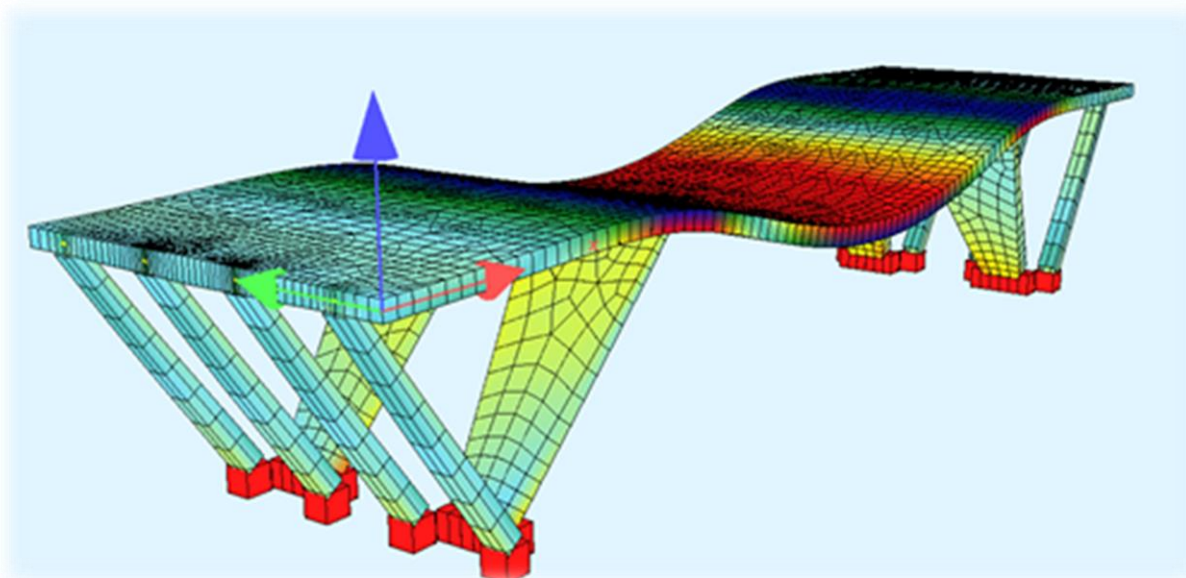


Ekspluatācijā esošu tiltu  
nestspējas novērtēšana

## SLODZES MODELIS LM3



## Saturs

1.	IEVADS .....	3
2.	SLODZES MODELIS LM3 .....	4
2.1	Aprēķina automobiļa izvēles teorētiskais pamatojums .....	4
2.2	Slodzes modeļa LM3 pielietojums konstrukciju aprēķinos .....	7
3.	PIELIKUMI .....	9
3.1	LM3 slodzes modelis ar aprēķina automobili 52t.....	9
3.2	LM3 slodzes modelis ar aprēķina automobili 44t.....	10



## 1. IEVADS

Uz Latvijas valsts autoceļiem šobrīd tiek ekspluatēti 971 tilti, no kuriem 907 ir dzelzsbetona tilti, 14 akmens un ķieģeļu tilti, 43 tērauda tilti un 7 koka tilti. Lielākā daļa no tiem būvēti pēc Otrā pasaules kara un atbilstoši tiltu inspekcijas datiem aptuveni 60% no tiem ir ar dažādas pakāpes bojājumiem, kas lielākā vai mazākā mērā ietekmē konstrukciju nestspēju. Gadu gaitā tiltu projektēšanai izmantotie normatīvi un slodzes būtiski atšķiras, sākot no zirga pajūga gadsimta sākumā līdz tankiem un smago automobiļu kolonnām padomju laikos un empīriskiem slodzes modeļiem mūsdienās. Tā kā aprēķina slodzes jaunu tiltu projektēšanai atbilstoši LVS EN 1991-2 "Iedarbes uz konstrukcijām. 2.daļa: Satiksmes slodzes tiltiem" ir krietni lielākas par padomju laikos izmantotajām un faktiskajām autotransporta slodzēm, kas nekontrolēti pārvietojas pa valsts autoceļiem, esošu tiltu nestspējas novērtēšanai izstrādāts slodzes modelis LM3.

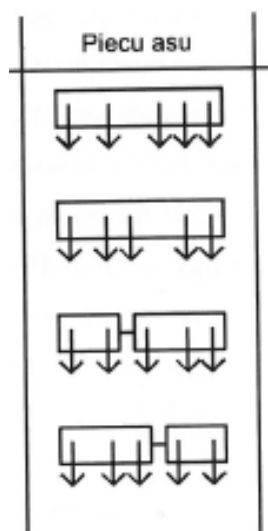
Līdz šim ekspluatācijā esošu tiltu nestspējas novērtēšanai tika pielietotas dažādas atšķirīgas aprēķinu metodes par pamatu ņemot lielākās faktiskās autotransporta masas atbilstoši MK-571 "Ceļu satiksmes noteikumi" un MK-343 "Noteikumi par lielgabarīta un smagsvara pārvadājumiem". Tika lietota arī Eirokodeksā dotā vispārējā pieeja, taču šādas pieejas piemērošana ekspluatācijā esošu tiltu nestspējas novērtēšanai dod nepamatoti zemu to nestspējas novērtējumu, jo šī pieeja ir paredzēta jaunu konstrukciju aprēķiniem.

## 2. SLODZES MODELIS LM3

### 2.1 Aprēķina automobiļa izvēles teorētiskais pamatojums

Satiksmes slodzes uz tiltiem ir viens no grūtāk nosakāmiem mainīgajiem lielumiem, kuras nenoteiktība ievērojami ietekmē tiltu elementu aprēķinu rezultātus. Satiksmes slodzes radītie efekti ir atkarīgi no tādiem nejaušiem mainīgajiem, kā satiksmes līdzekļa kopējais svars, katras ass slodze, jeb slodzes sadalījums pa asīm, attālums starp asīm, kustības ātrums, brauktuves līdzenums un citi. Tādēļ ekspluatācijā esošu tiltu nestspējas novērtēšanas aprēķiniem svarīgi ir noteikt tādu aprēķina automobili, kurš būtu raksturīgs Latvijas autoceļiem ar vislielāko ietekmi uz mazu un vidēju laidumu tiltiem (laiduma garums līdz 30m). To piemērošana garākiem laidumiem ir izvērtējama atsevišķi.

Pēc promocijas darba “Satiksmes slodzes modeļi Latvijas autoceļu tiltiem ar laiduma garumiem līdz 30m” Andris Paeglītis (Zinātniskais vadītājs Dr.sc.ing., profesors Ainārs Paeglītis). Rīga, 2012.gads, datiem, kur apkopoti rezultāti no WIM (weight in motion) svēršanas datiem par autoceļa A4 posmu starp autoceļiem P5 un A6, var redzēt, ka transportlīdzekļu sadalījumā pēc asu skaita dominē divu asu transportlīdzekļi 79,82% un tālāk seko jau 5 asu transportlīdzekļi ar 12,48% (dati apkopoti par 2004.gada 33 nedēļām). Iespējamās piecu asu transportlīdzekļu izvietojuma shēmas skatīt zemāk 1.attēlā.



1.att. Piecu asu transportlīdzekļu izvietojuma shēmu piemēri

Līdzīgi dati par kravas transportlīdzekļiem pēc WIN skaitīšanas datiem ir noteikti uz autoceļa A1, 72km (“Braucošu transportlīdzekļu svēršanas sistēmas ieviešanas iespēju analīze Latvijā”, Maģistra darbs, Anita Šņore, Maģistra darba zinātniskais vadītājs Dr.sc.ing. J.Smirnovs. Rīga, 2014.gada). Maģistra darbā apkopotie rezultāti uzrāda, ka pēc WIN skaitījuma datiem no 2012.gada augusta līdz 2014. gada janvārim kravas transporta procentuālais sadalījums piecu asu transportlīdzekļiem šajā ceļa posmā sastāda pat 62,69% un atbilstoši šiem datiem autotransportam, kurš pārsniedz pieļaujamo pilno masu, visvairāk pārslogotā (vairāk par 11,5t uz asi) ir otrā transportlīdzekļu ass, bet uz autoceļa A3 24km WIN svēršanas dati uzrāda 44,88% sadalījumu piecu asu kravas transportlīdzekļiem un tā pat, visvairāk pārslogotā (vairāk par 11,5t uz asi) ir otrā transportlīdzekļu ass.

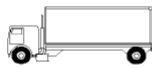

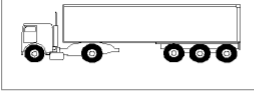
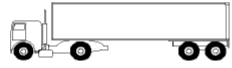
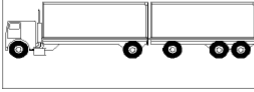
Kravas autotransports, kas pieņemts par raksturīgāko kravas transportlīdzekli ekspluatācijā esošu tiltu nestspējas novērtēšanai ir divasu vilcējs ar beramkravu piekabi, kurai ir trīs asis.



*2.att. Pieņemtais raksturīgākais piecu asu transportlīdzeklis*

Kaut arī atbilstoši MK noteikumu Nr.279 “Ceļu satiksmes noteikumi” ir noteikts, ka transportlīdzekļa vienas tilta slodze nevar būt lielāka par 11,5t un trīssasu piekabēm, kurām attālums starp asīm ir lielāks par 1,3m, bet nepārsniedz 1,4m, visu asu summa nedrīkst pārsniegt 24t, kā arī atbilstoši MK noteikumiem Nr.343 “Noteikumi par lielgabarīta un smagsvara pārvadājumiem” noteikts, ka papildus smagsvara atļaujas izsniedz ja transportlīdzekļa vienas ass slodze nepārsniedz 13t un asu skaits transportlīdzeklim nav mazāks par sešām asīm, pieņemtais aprēķinu transportlīdzeklis

visvairāk raksturotu regulāri pārkrauto Latvijas kravas autotransportu, bez tam šādam transportlīdzeklim būs arī lielākā ietekme uz tilta laiduma konstrukciju piepūlēm/nestspēju. Tāpēc aprēķinu slodzes modeļa LM3 kopējais autotransporta garums un slodzes sadalījuma pa asīm tiek pieņemts reducējot standarta LVS EN 1991-2 "Iedarbes uz konstrukcijām. 2.daļa: Satiksmes slodzes tiltiem" noguruma slodzes modeļa 4.7 tabulā norādīto transportlīdzekli ar piecām asīm, samazinot kopējo aprēķina transportlīdzekļa masu līdz aprēķina transportlīdzekļa kopējai masai 52t vai 44t. Tā pat tiek samazināts atsevišķu asu svars līdz līmenim, kad otrās (smagākās) ass svars sasniedz 13,5t (kas ir ļoti tuvu slodzei 13t ko pieļauj MK noteikumi Nr.343 par maksimālo ass slodzi transportlīdzeklim).

1	2	3	4
LORRY SILHOUETTE	Axle spacing (m)	Frequent axle loads (kN)	Wheel type (see Table 4.8)
	4,5	90 190	A B
	4,20 1,30	80 140 140	A B B
	3,20 5,20 1,30 1,30	90 180 120 120 120	A B C C C
	3,40 6,00 1,80	90 190 140 140	A B B B
	4,80 3,60 4,40 1,30	90 180 120 110 110	A B C C C

4.att. LVS EN 1991-2 tabula 4.6 "Bieži sastopamo smago transportlīdzekļu grupas"

Atkarībā no ceļa kategorijas, satiksmes intensitātes un tās sastāva kā arī citiem aspektiem esošu tiltu nestspējas novērtēšanai var izmantot slodzes modeli ar aprēķina automobili 52 t vai 44 t ar svaru sadalījumu pa asīm:

52t - P1=7t; P2=13,5t; P3=10,5t; P4=10,5t; P5=10,5t;

44t - P1=5,9t; P2=11,4t; P3=8,9t; P4=8,9t; P5=8,9t.



## 2.2 Slodzes modeļa LM3 pielietojums konstrukciju aprēķinos

Novērtējot ekspluatācijā esošu tiltu nestspēju tiek pieņemts, ka uz tilta vienlaicīgi var atrasties divi aprēķina automobiļi, kas var būt atbilstoša situācija dabā, kad uz kāda no tiltiem satiekas divi pārkrauti transportlīdzekļi. Attālums starp abiem transportlīdzekļiem šķērsvirzienā tiek pieņemts 1,0m, bet attālums no tilta apmales līdz transportlīdzeklī tiek pieņemts 0,5m. Tilta šķērsvirzienā pieņem divus transportlīdzekļus neatkarīgi no kopējā tilta platuma un joslu skaita. Tā kā šādu vairāku pārkrautu transportlīdzekļu atrašanās uz tilta vienas joslas tilta garenvirzienā (automašīnas brauc kolonnā cieši viena aiz otras) arī ir iespējama, tad vairāku transportlīdzekļu kombinēšanu uz vienas tilta joslas tilta garenvirzienā tā pat tiek veikta nosakot lielākās piepūles laiduma konstrukcijā, piemēram, virsbalstu daļā. Šādu slodzes modeli var pielietot rēķinot nestspēju tām konstrukcijām, kuru laiduma garums ir arī lielāks par 30m, respektīvi, visiem tiltiem neatkarīgi no to laidumu garumiem, vai arī nosakot virsbalstu piepūles vairāklaidumu tiltiem, taču kopējais autotransporta skaits uz tilta tā pat nepārsniedz divus.

Transportlīdzekļu radītā dinamiskā ietekme uz tilta konstrukcijām arī atstāj iespaidu uz konstrukciju nestspēju, līdz ar to piepūļu noteikšanā ir jāņem vērā arī dinamiskās ietekmes palielinājums. Atbilstoši iepriekš veikto tiltu dinamisko pārbaužu rezultātiem, pēc tiltu atjaunošanas ar līdzenu brauktuves segumu, dinamisko koeficientu varētu pieņemt  $\phi=1,10$ .

Pieņemtā slodzes modeļa LM3 viena aprēķina transportlīdzekļa lielākā pilnā maksimālā masa ir 52t, bet atbilstoši iepriekšējās nodaļās aprakstītajiem WIM pētījumu rezultātiem, uz atsevišķiem Latvijas ceļu posmiem, varam pārliecināties par to, ka liels skaits autotransporta pārvietošanas pārkrauti, jeb ar lielāku kopējo transportlīdzekļa masu nekā 52t, līdz ar to šādas varbūtības iespējamība būtu jāņem vērā arī esošo tiltu nestspējas noteikšanā. Vadoties pēc iepriekš rakstītā, katru no aprēķina transportlīdzekļiem veicot aprēķina piepūļu noteikšanu nepieciešams reizināt ar drošības koeficientu 1,35, kurā jau būtu ietverta gan autotransporta dinamiskā ietekme, gan arī autotransporta iespējamā pārslodze ( $\phi_1 + \phi_2 = 1,10 + 1,25 = 1,35$ ).



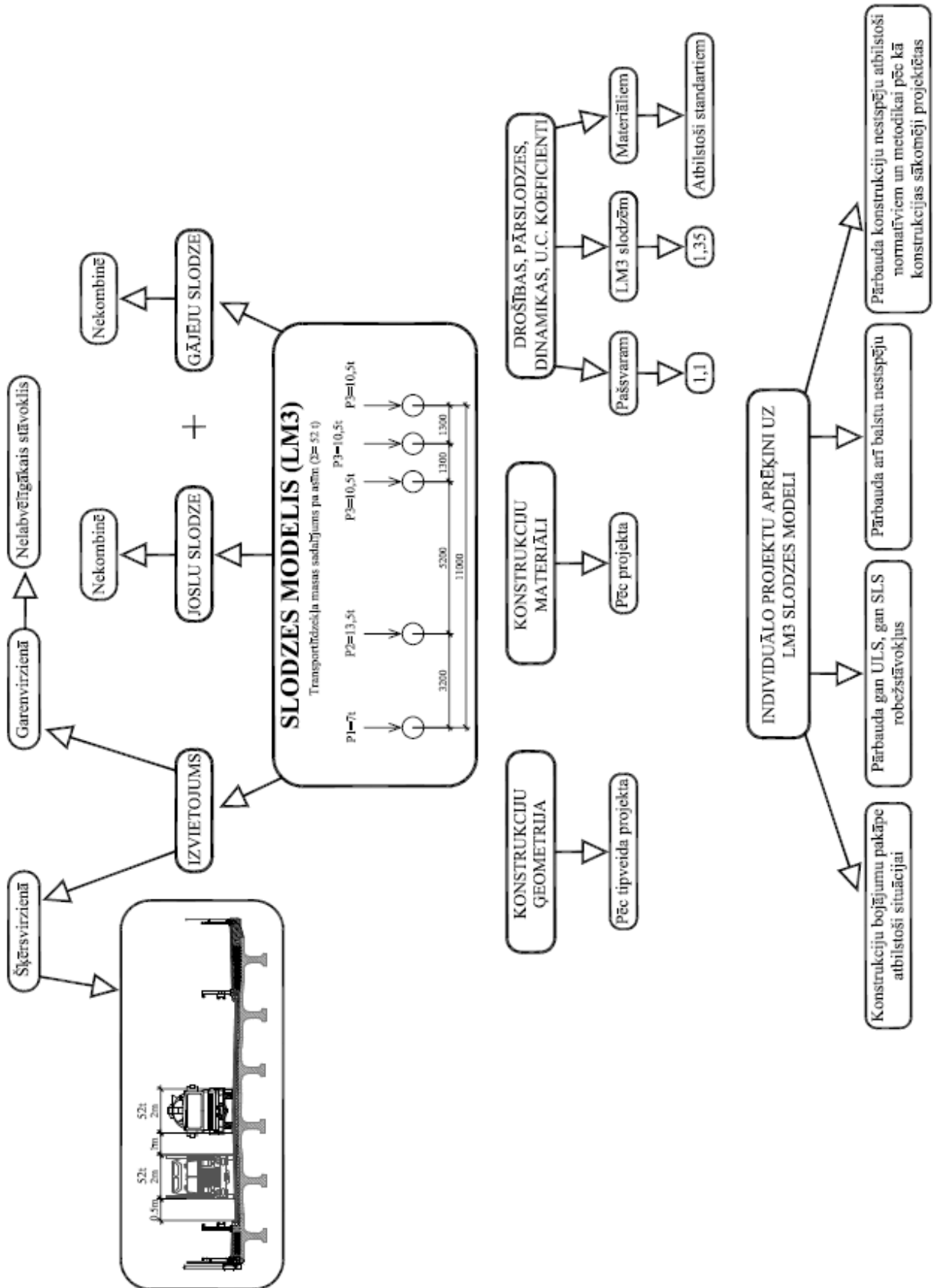
Esošu tiltu nestspējas novērtēšana ar slodzes modeli LM3 jāveic ievērtējot sekojošus punktus un pielikumā pievienotās blokshēmas:

1. Ja nav speciālu apstākļu tad valsts galveno un reģionālo autoceļu tiltiem par aprēķina automobili pieņem 52t smagu transportlīdzekli, bet valsts vietējo autoceļu tiltiem 44t smago aprēķina transportlīdzekli;
2. Tilta šķērsvirzienā izvieto divus transportlīdzekļus ar savstarpējo attālumu 1,0m un malējā transportlīdzekļa attālumu līdz apmales akmenim 0,5m;
3. Tipveida konstrukcijām klāt pie pašu laiduma konstrukciju pašvara pieskaita 10cm izlīdzinošo betona slāni un 10cm biezu asfaltbetona segas konstrukciju, kas ir uzklāts virs tām;
4. Transportlīdzekļiem piemēro drošības koeficientu 1,35;
5. Tilta pašsvaram (g1 – betona konstrukcijas un g2 – tilta segums, margas un barjeras) piemēro drošības koeficientu 1,1;
6. Transportlīdzekļu novietojums uz tilta garenvirzienā un šķērsvirzienā – divi aprēķina transportlīdzekļi tos novietojot attiecīgi nelabvēlīgākā situācijā;
7. Ar citām mainīgām slodzēm LM3 slodzes (joslu slodzes, gājēju slodzes, u.c.) nekombinē;
8. Tiltu laiduma konstrukciju aprēķinus veic tikai uz ULS robežstāvoklim.



### 3. PIELIKUMI

#### 3.1 LM3 slodzes modelis ar aprēķina automobili 52t



### 3.2 LM3 slodzes modelis ar aprēķina automobili 44t

