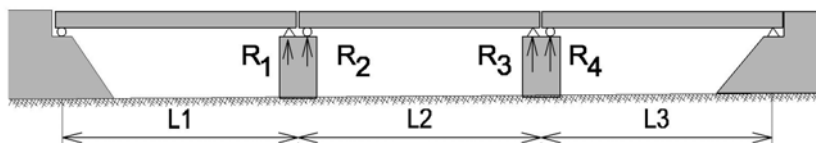


## 1.1 Dzelzsbetona tiltu sistēmas

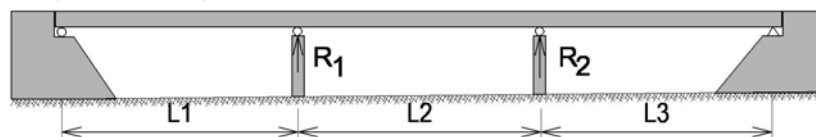
Mūsdienu tiltu būvniecībā dzelzsbetona tiltu konstrukcijas tiek pielietotas gan mazu, gan vidēju, gan lielu laidumu tiltos. Dzelzsbetona tiltu būvniecībai tiek pielietotas dažādas tiltu laidumu sistēmas, konstruktīvie risinājumi un statiskās shēmas. Dzelzsbetona tiltu būvē izmanto šādas tiltu sistēmas: plātņu, siju, rāmju, loku, vanšu un kastveida peldošos tiltus.

Visizplatītākie ir **plātņu un siju tilti**, kurus var izbūvēt kā divbalstu konstrukcijas, nepārtrauktas konstrukcijas un konsolsistēmas (1.1.att.).

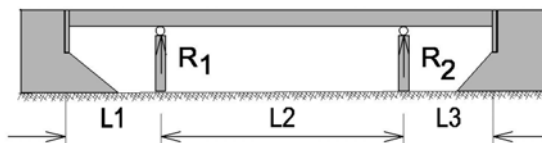
- vienkāršu (divbalstu) siju sistēma



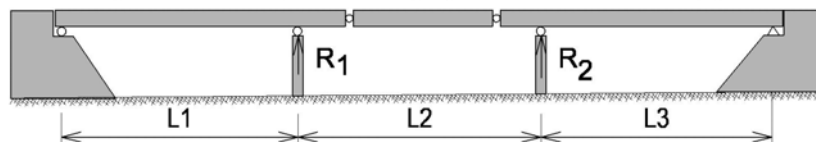
- nepārtrauktu siju sistēma



- konsolsiju sistēma



- konsolsiju sistēma ar piekārtu daļu (Gerbera sistēmas sija)



1.1.att. Plātņu un siju tiltu sistēmas

Vienkāršo (divbalstu) plātņu vai siju sistēmas tiek pielietotas nelielu laidumu pārsegšanai. To laidumu garumi, visbiežāk, ir robežās no 6 – 40 metriem.

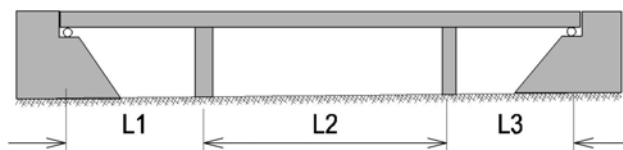
Nepārtrauktas plātņu vai siju sistēmas tiek pielietotas lielu laidumu pārsegšanai. Plātņu un siju laidumu garumi svārstās no 40 līdz 130 m, bet sijām ar kastveida šķērsriezumu, laiduma konstrukciju garums var sasniegt 300 m. Nepārtrauktās sistēmas laiduma konstrukcijas ir stingākas un labāk uzņem kustīgās transporta slodzes kā pārtrauktas sistēmas laiduma konstrukcijas. Tomēr jāatzīmē, ka nepārtrauktas sistēmas laiduma konstrukcijas ir ļoti jūtīgas uz nevienmērīgu balstu sēšanos. Tas nozīmē, ka šādas sistēmas tiltus var projektēt tikai labās gruntīs un izbūvējot stiprus pamatus.

Konsolsiju sistēmas var tikt realizētas divos veidos: ja konsoles atrodas malējos laidumos vai konsoles balsta iekārtu siju vidējā laidumā. Var būt arī citas shēmas. Konsolsistēmas ir statiski noteicamas sistēmas, tādēļ tās ir mazāk jūtīgas uz nevienmērīgu balstu sēšanos. Pēc spriegumu sadalījuma, konsolsistēmas ir tuvas nepārtrauktai sistēmai. Tomēr tās nav tik stingas, kā nepārtrauktās sistēmas.

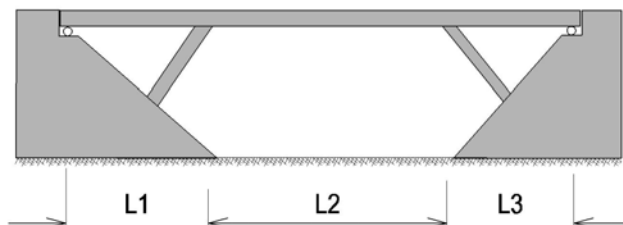
Vienkāršākās **rāmju sistēmas** tiek pielietotas tiltiem ar 30 – 60 m gariem laidumiem (1.2.att.). Stingais starpbalstu un laiduma konstrukcijas savienojums nodrošina momenta piepūļu samazināšanos centrālajā laidumā. Diezgan plašu pielietojumu ir

ieguvuši ceļa pārvadi ar slīpiem starpbalstiem, kas ļauj samazināt centrālā laiduma garumu.

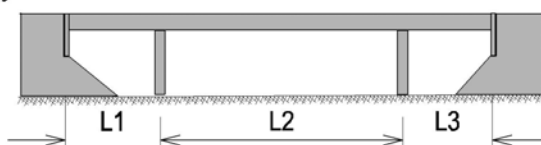
- trīslaiduma rāmju sistēma



- trīslaiduma rāmju sistēma ar slīpiem balstiem



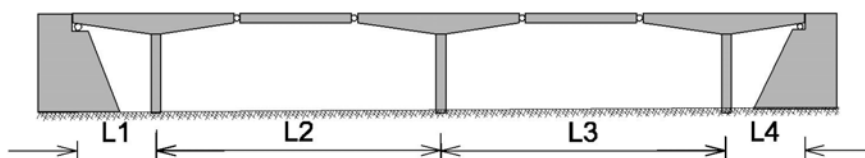
- konsolrāmju sistēma



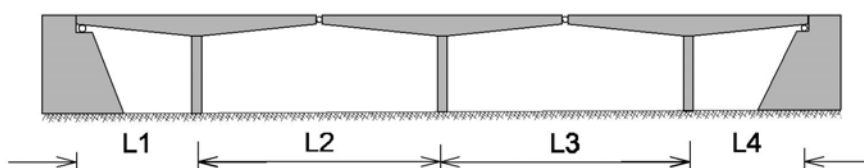
1.2.att. Vienkāršo rāmju sistēmas

Rāmju-siju un T-veida konsolrāmju sistēmas (1.3.att.) pielieto liela laiduma tiltu izbūvei.

- rāmju - siju sistēma



- konsolrāmju sistēma



1.3.att. Rāmju – siju un T-veida konsolrāmju sistēmas

Rāmju siju sistēmas tilti tiek veidoti no T-veida rāmjiem starp kuru konsolēm ir iekārtas divbalstu sijas vai plātnes. Šādas sistēmas tilti var pārsegt 50 - 200 m garus laidumus. Slodze T-veida rāmjos izraisa tikai negatīvā momenta piepūles, bet iekārtajā sijā tikai pozitīvā momenta piepūles. T-veida rāmju balsti uz pamatu nodod ne tikai vertikālo slodzi, bet arī momentu.

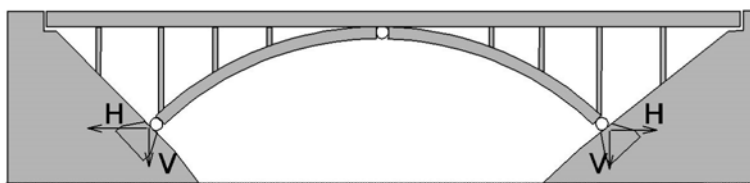
T-veida konsolrāmju sistēmām, konsoles tiek veidotas pietiekoši garas un savā starpā savienotas ar locīklām. Šādas sistēmas tilti var pārsegt 60 - 300 m garus laidumus. Šādas sistēmas tiltu balsti uz pamatiem bez vertikālās slodzes un momenta nodod arī horizontālās slodzes. Liela laiduma tiltiem konsolju gali var tikt savienoti nekustīgi.

**Loka sistēmas tiltus** (1.4.att.) pielieto dažāda garuma laidumu pārsegšanai. Loku laidumu garumi svārstās no 30 līdz 500 m.

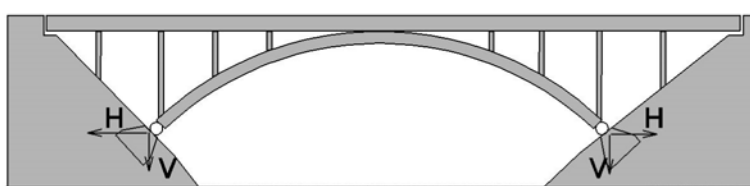
Salīdzinot ar siju tiltiem, loka tiltu laiduma konstrukcijas ir vieglākas un ekonomiskākas. Turpretī lielā horizontālā balstreakcija (balstbīde), kas jāuzņem balstiem nosaka to, ka dzelzsbetona loka tiltus, parasti, būvē vietās, kur ir labas un nestspējīgas (vislabāk – klinšainas) grūntis. Loki, galvenokārt, uzņem spiedes piepūles, tādēļ efektīvi tiek izmantota betona spiedes pretestība.

Pēc statiskās shēmas, lokus iedala: iespīlētos, divlocīklu un trīslocīklu lokos (1.4.att.).

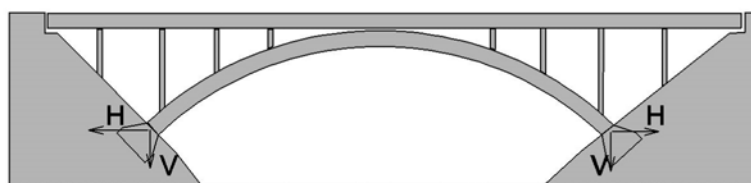
- trīslocīklu loks



- divlocīklu loks



- iespīlēts loks



- daudzlaidumu loku tilts



1.4.att. Loka tiltu sistēmas

Iespīlētie loki ir stingāki, salīdzinot ar divlocīklu un trīslocīklu lokiem, tie labāk uzņem kustīgās slodzes. Tai pat laikā balstu deformācijas izsauks ievērojamus papildus spriegumus. Tomēr, pateicoties iespīlēšanas efektam pie balstiem, piepūles lokā sadalās vienmērīgāk un būs mazākas kā divlocīklu un trīslocīklu lokos.

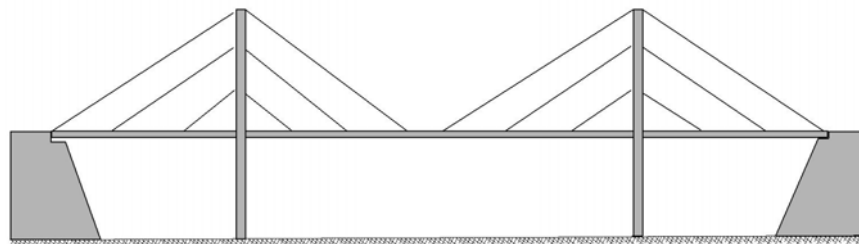
Divlocīklu loki ir visizplatītākā loku konstrukcija. Tie mazāk, kā iespīlētie loki reaģē uz balstu nevienmērīgu sēšanās, tie ir daudz stingāki par trīslocīklu lokiem.

Trīslocīklu lokiem ir statiski noteicama aprēķinu shēma, kas atvieglo aprēķinus, kā arī papildus piepūles lokā nerada nevienmērīga balstu sēšanās, tādēļ tos var būvēt uz vājākām pamatnēm.

**Vanšu sistēmas** dzelzsbetona tilti tiek lietoti no 40 līdz 400 m garu laidumu pārsegšanai (1.5.att.). Šādi tilti sastāv no dzelzsbetona balstiem – piloniem, tērauda vantīm un spriegbetona stinguma sijās. Vantis strādā tikai uz stiepi un kalpo kā elastīgi stinguma sijās starpbalsti. Pilonos, galvenokārt, rodas spiedes piepūles.

Mūsdienu dzelzsbetona tiltus var būvēt gan monolītā, gan saliekamā konstrukcijā. Monolīta dzelzsbetona tilti ir drošāki un izturīgāki, tomēr to būvniecības ātrums ir mazāks, kā tiltiem no saliekamām konstrukcijām. Saliekamo tiltu atsevišķas

konstrukcijas izgatavo rūpnīcās vai poligonos, bet pēc tam samontē būvlaukumā. Saliekamo konstrukciju pielietošana paātrina būvniecības tempus, samazina darba apjomu būvlaukumā. Tomēr lielais saliekamo elementu savienojuma šuvju skaits un to kvalitāte nevar nodrošināt pietiekošu konstrukcijas kalpošanas laiku.



1.5.att. Vanšu tilta shēma

Latvijā tiltu konstrukcijas, galvenokārt, tiek būvētas no monolītā dzelzsbetona.

## 1.2 Tilta brauktuves konstrukcija

Tilta brauktuves konstrukcija tiek veidota tā, lai garantētu drošu, gan gājēju, gan automašīnu plūsmu pār tiltu.

Tilta brauktuves konstrukcijas ietver:

- tilta segums - asfalta un betona segu (dilumkārtā, hidroizolācija, gruntējums);
- tilta braucamās daļās un ietvju ierobežojošās konstrukcijas (drošības barjeras, atvairi, margas, prettrokšņa sienas);
- virsmas ūdens novadsistēmu;
- zemsegas kapilārā ūdens novadsistēmu;
- deformācijas šuvi.

### 1.2.1 Tilta segums

Tilta segas uzdevums ir aizsargāt tilta klāju no mehāniskiem bojājumiem, pārnest transportlīdzekļu radīto slodzi uz tilta klāju un novērst bojājumu rašanos tā konstrukcijā. Hidroizolācijai tilta klājs jāaizsargā no mitruma, gāzu un jonu izraisītas betona sairšanas un stiebrojuma korozijas.

Prasības un specifikācijas tilta seguma projektēšanai un izbūvei ir dotas vadlīnijās „Tilta klāja hidroizolācija un dilumkārtā” [1], kuras 2003.gadā izdevusi „Latvijas autoceļu direkcija”.

Jaunu un rekonstruētu tiltu brauktuves segas tiek iedalīt šādās klasēs (1.5.att. un 1.6.att.):

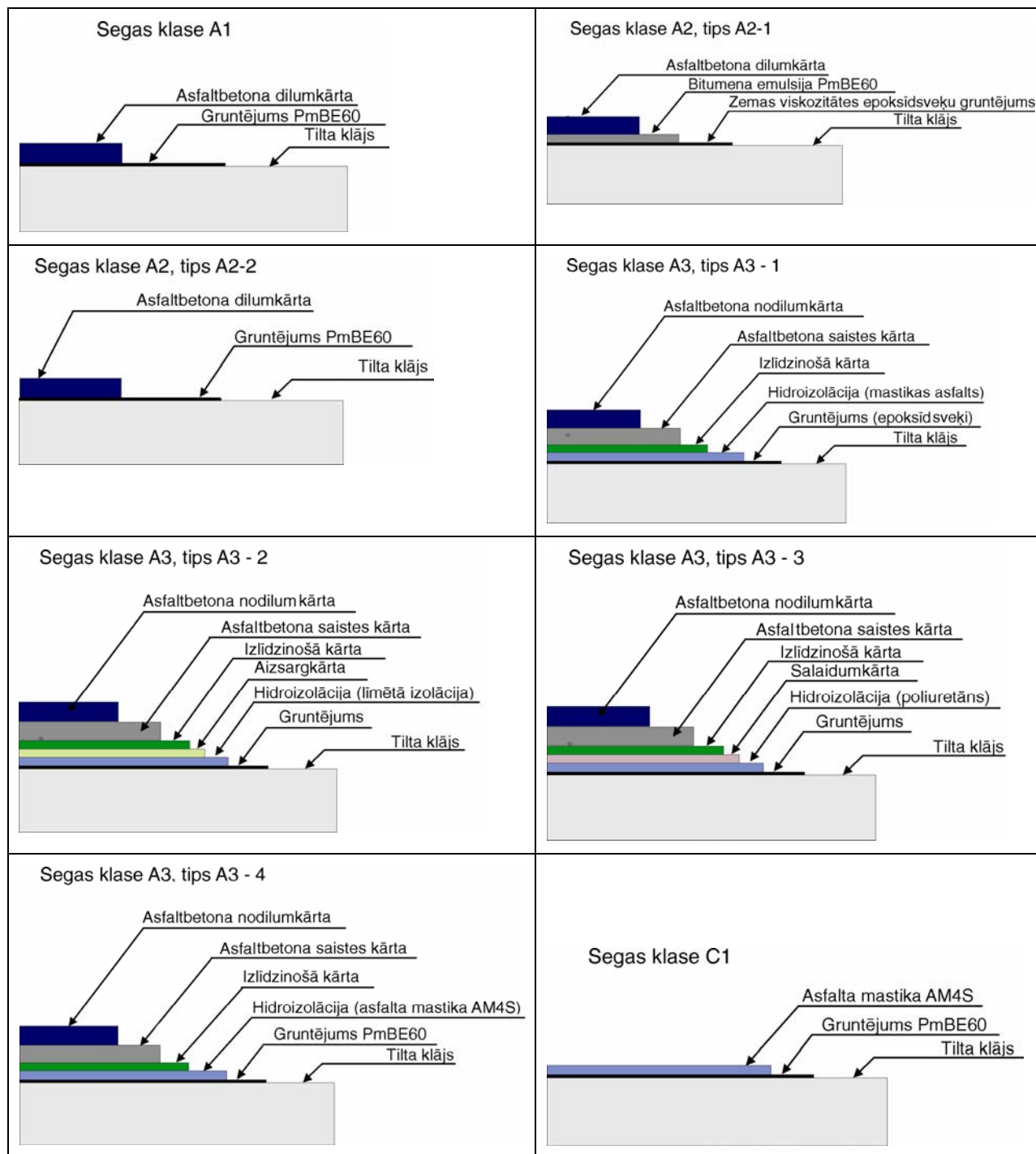
Segas klase	Raksturojums
<b>A1</b>	asfaltbetona dilumkārtā, kas ieklāta tieši uz tilta klāja
<b>A2</b>	asfaltbetona dilumkārtā, kas ieklāta uz vienkāršotas tilta klāja hidroizolācijas
<b>A3</b>	asfaltbetona dilumkārtā ar pilnīgu tilta klātnes hidroizolāciju
<b>B1</b>	betona dilumkārtā, kas ieklāta vienā monolītā ar brauktuves dzelzsbetona klāja konstrukciju
<b>B2</b>	betona dilumkārtā, kas ieklāta, to savienojot ar dzelzsbetona klāju

**C1**

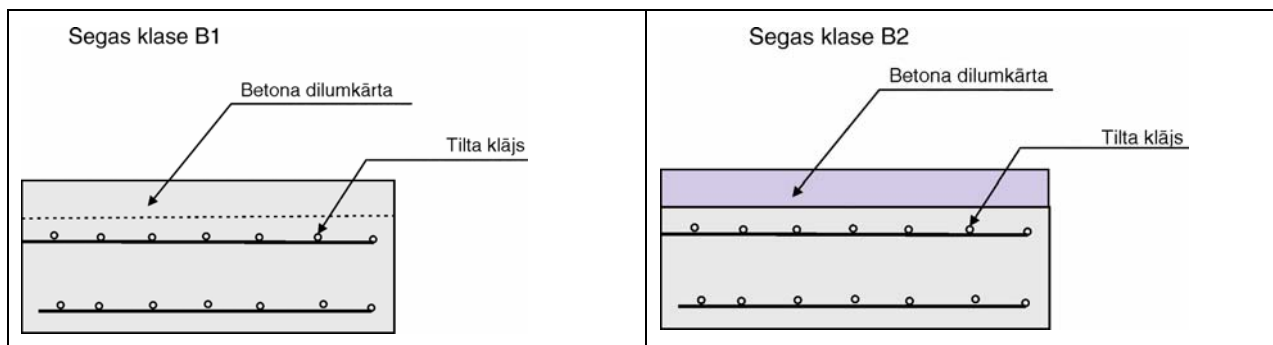
apvienotā dilumkārtas un hidroizolācijas konstrukcija

Segas klase jāizvēlas atkarībā no projektētā satiksmes intensitātes lieluma, ekspluatācijas apstākļiem, uzturēšanas veida ziēmā, tilta klāja materiāla un citiem faktoriem.

Sega jāizvēlas, balstoties uz 20–30 gadu perspektīvu. Izvēloties segas klasi, jāņem vērā arī tās uzturēšanas prasības.



1.5.att. Asfaltbetona segas klašu konstruktīvo risinājumu shēmas



1.6.att. Betona segas klašu konstruktīvo risinājumu shēmas

### 1.2.1.1 Hidroizolācija

Pirms hidroizolācijas ieklāšanas jāveic visu brauktuves betona virsmu sagatavošana. Betona virsmas sagatavošana ietver:

- Tīrīšanu;
- Betonēšanas defektu, iesēdumu un citu defektu novēršanu;
- Plaisu un lūzumu aizpildīšanu.

Betona virsmas sagatavošanu un hidroizolācijas uzklāšanu ir jāveic sausā laikā.

Jaunuzbūvēta klāja betona virsmas tīrīšanas laikā ir jānoņem cementa piena kārtā, izmantojot smilšu strūklu, frēzēšanu, augsta spiediena ūdens strūklu.

Veicot tilta klāja remontu, vai hidroizolācijas nomaiņu, pēc segas demontāžas un betona virsmas attīrīšanas ir jānosaka esošā betona stiprība un piemērotība jaunas segas izbūvei. Betona virsmas stiprību ir jāpārbauda ar pielīmēta mērķkermena atrašanas testu. Minimālajai atrašanas pretestībai ir jābūt  $> 1.5 \text{ N/mm}^2$ .

Nelielus betonēšanas defektus (kavernas, sliktu sablīvējumu) un iesēdumus ir jānovērš izmantojot no polimēru materiāla remontjavu.

Lai nodrošinātu virsmas gludumu, jaunuzbūvētu betona virsmu ir jāsāk slīpēt tikko tā iztur slīpmašīnas svaru. Visus izciļņus, kas lielāki par 3 mm un var sabojāt hidroizolāciju ir jānoslīpē.

Ja būvniecības laikā betona klāja virsmā ir radušās plaisas, tad tās pirms hidroizolācijas ieklāšanas ir jāremontē, veicot plaisu injicēšanu.

Visas plaisas, kas  $> 0.3 \text{ mm}$  ir jāaizpilda ar injicēšanas metodi. Plaisas, kas  $< 0.3 \text{ mm}$  - pārklājam ar gruntējumu bez injicēšanas. 2 līdz 10 mm platu plaisu injicēšanai izmantot cementa pastu, bet 2 līdz 0.3 mm platu plaisu injicēšanai – mikrocementu.

Tilta klāja hidroizolācijai ir jānodrošina šādu prasību izpilde:

- ūdens necaurlaidība;
- elastības nezaudēšana pie paaugstinātas un pazeminātas temperatūras;
- aizsargāt betonu no hlorīdu un citu ķīmisku elementu iekļūšanas;
- nodrošināt betonu pret karbonizācijas attīstību;
- nesabrukt kustīgās slodzes ietekmē (nepieļaut nelielu nelīdzenumu izspiešanos cauri materiālam);
- nodrošināt pietiekošu saķeri starp segu un betona virsmu;

- uzņemt bīdes piepūles, kas rodas segā no transportlīdzekļu bremsēšanas.

Tilta klāja hidroizolācija ietver šādus darbu veidus:

- Betona virsmas gruntēšanu;
- Hidroizolācijas ieklāšanu.

Betona virsmas gruntēšanai var izmantot:

- zemas viskozitātes epoksīdsveķus vai
- polimērm modificēta bitumena emulsiju.

Ja kā virsmas gruntēšanu izmanto **epoksīdsveķus**, tad betona klāja gruntēšanai izmanto zemas viskozitātes epoksīdu šķīdumu, kas iesūksies betona virsmā un to gruntēs.

Ja klāja virsmas gruntēšanai izmanto **polimērm modificētu bituma emulsiju**, tad uz notīrītas un nožuvušas klāja virsmas, kā arī uz vertikālas virsmas apmēram 10 cm augstumā uzklāj PmBE60.

Tilta brauktuves klāja hidroizolācijas var izveidot no:

- līmētām bituminēta materiāla loksēm (izolācijas materiāla ruļļos);
- lietās hidroizolācijas no ūdensnecaurīdīgs mastikas asfalta;
- poliuretāna membrānas.

**Līmēto hidroizolāciju**, parasti, pielieto jauniem betona klājiem, kas spēj nodrošināt gludu betona virsmu. Virsmas negludumi nedrīkst pārsniegt 1.5 mm.

Ir vairāki līmējamas izolācijas materiālu veidi. Lielākoties tās ir polimērm modificēta asfalta loksnes (membrānas) ar šķiedrstikla/poliestera vai poliestera/alumīnija stieģojumu.

Līmēto izolācijas materiālu līmē vienā vai divās kārtās (atkarībā no hidroizolācijas veida).

Pēc ieklāšanas veida visus līmējamās izolācijas materiālus var iedalīt divās grupās:

- materiālos, kuri pie betona plātnes pielīmējami ar speciālu bitumenu vai piekausējami ar īpašiem degļiem;
- pašpielīpošos izolācijas materiālos.

Izvēloties līmēto hidroizolāciju ir jāizvērtē: cik lielai kustīgai slodzei tā domāta; kādās temperatūrās to paredzēts ekspluatēt; vai materiāls ir sertificēts Latvijā un citās ES valstīs.

**Par lieto hidroizolāciju** visbiežāk izmanto mastikas asfaltu, kuru ieklāj 10 - 15 mm biežā kārtā. Ieklājuma biezums nevienā punktā nedrīkst būt mazāks par 10 mm vai lielāks par 20 mm. Minimālo biezumu – 10 mm – ierobežo spēja izolēt, maksimālo – deformācijas. Ieklāšanu var veikt ar rokām vai ar ieklājēju. Materiālu var uzklāt arī uz vertikālām virsmām, tādām kā apmales, atvairi utt.

Nedrīkst pieļaut, ka pa ieklātu hidroizolāciju pārvietojas transportlīdzekļi, ja vien tas nav nepieciešams ieklāšanas darbu turpināšanai. Izņēmumi pieļaujami tikai īpašos gadījumos. Jārūpējas, lai ieklājuma virsma būtu tīra, uz tās neatrastos akmeņi un smiltis. Jānovērš transportlīdzekļu stāvēšanu uz ieklātas kārtas.

Iegūtā hidroizolācija 2–3 dienu laikā jāpārklāj ar dilumkārtu.

**Poliuretāna hidroizolācija** ir divkomponentu sistēmas materiāls, kas ātri saistās un rezultātā dod elastīgu (plaisas pārklājošu) membrānu. Materiālu parasti ieklāj 2 mm biezumā, lietojot divkomponentu smidzinātāju.

### 1.2.1.2 Segas

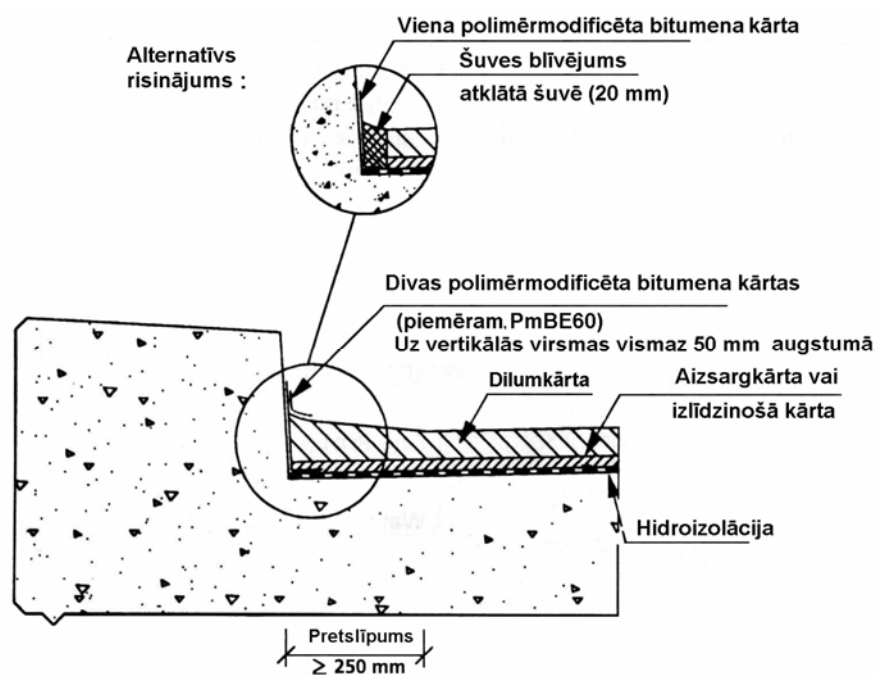
Uz tilta klāja, parasti, paredz asfaltbetona segu, kas sastāv no divām kārtām un starpkārtu gruntējuma. Asfaltbetona klasi izvēlas saskaņā ar faktisko transporta intensitāti un tai nevajadzētu atšķirties no pieeju segas.

Segas virskārtai (nodiluma kārtai) ieteicams izvēlēties asfaltbetonu SMA16, bet apakšējai (saistes kārtai) – asfaltbetonu AC11.

Uz gājēju ietvēm var uzklāt smalkgraudainu asfaltbetonu AC8.

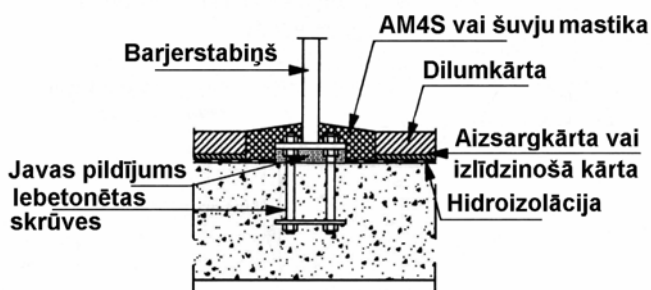
Asfaltbetona kārtu biezumu nosaka saskaņā ar „Autoceļu specifikāciju” [2] rokasgrāmatas jaunāko izdevumu.

Lai nodrošinātos, ka virsmas ūdens zem Segas malas nenokļūst zem hidroizolācijas, pie atvairiem un tilta galos seguma malas noblīvē ar speciālām šuvēm (1.7.att.)



1.7.att. Segas pieslēgums pie apmales

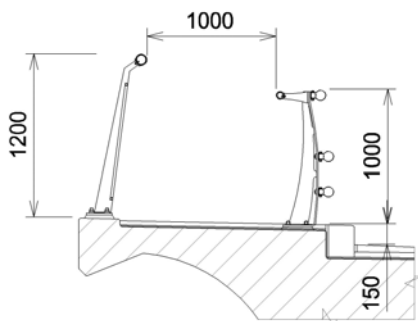
Ja asfaltbetona segumā atrodas iestiprināti atvairbarjeru stabi, tad ap tiem arī ir jāizveido šuve, kas neatļautu ūdenim nokļūt līdz betona klājam (1.8.att.).



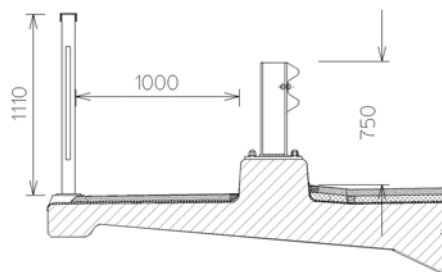
1.8.att. Barjeru stabiņu izolācija

## 1.2.2 Tilta brauktuvi un ietvi norobežojošās sistēmas

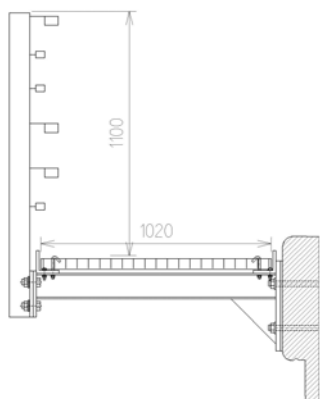
Ietvju konstrukcijas ir paredzētas drošas gājēju kustības nodrošināšanai. Pēc konstruktīvā izveidojuma izšķir paaugstinātās ietves, ja tās atrodas virs brauktuves līmeņa, vai pazeminātās ietves, ja tās atrodas vien līmenī ar brauktuvi, pieliekamas ietves, ja tās tiek piestiprinātas pie laiduma konstrukcijas un uzliktās ietves, kuras tiek novietotas virs laiduma konstrukcijas (1.9.att.).



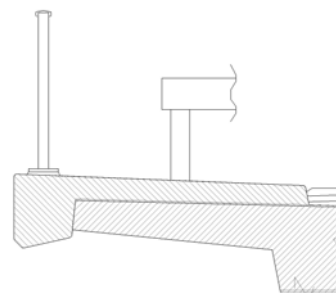
a) paaugstinātā ietve



b) pazeminātā ietve



c) pieliekamas ietves



d) Uzliktās ietves konstrukcija

### 1.9.att. Ietvju konstruktīvie risinājumi

Starp uzlikto ietvi un laiduma konstrukciju tiek ieklāta hidroizolācijas kārtā.

Visbiežāk ietves no brauktuves puses norobežo drošības barjeras, bet no sānu malas - margu konstrukcija. Ietves platumu nosaka Būvnormatīvi.

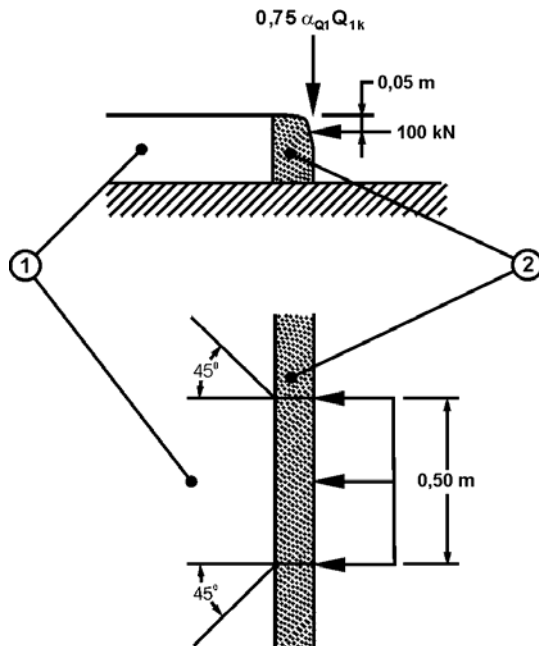
Minimālajam drošības barjeras augstumam virs brauktuves ir jābūt 75 cm, bet margas augstumam – 110 cm.

Ja ietve ir apvienota ar velosipēdistu ceļu, tad ietves minimālais platumš ir jāpieņem 2.75 m, bet margu augstumu ieteicams palielināt līdz 130 cm.

Brauktuves drošības barjeru uzdevums ir aizkavēt transporta līdzekļu nobraukšanu no brauktuves vai koriģētu transporta līdzekļu kustības trajektoriju (1.10.att.). Var tikt pielietotas dažādas konstrukcijas drošības barjeras. Drošības barjeru lietošanas noteikumi ir doti LVS 94:2006, kas nosaka, ka minimālais noturēšanas līmenis tiltu drošības barjerām ir H2 (saskaņā ar LVS EN 1317-2 noteikumiem), bet drīkst tikt lietotas arī augstāka noturēšanas līmeņa - H3, H4a, H4b barjeras. Uz tiltiem attālums no brauktuves apmales līdz barjeras profilam ir jābūt robežās no 0.1 līdz 0.5 m.

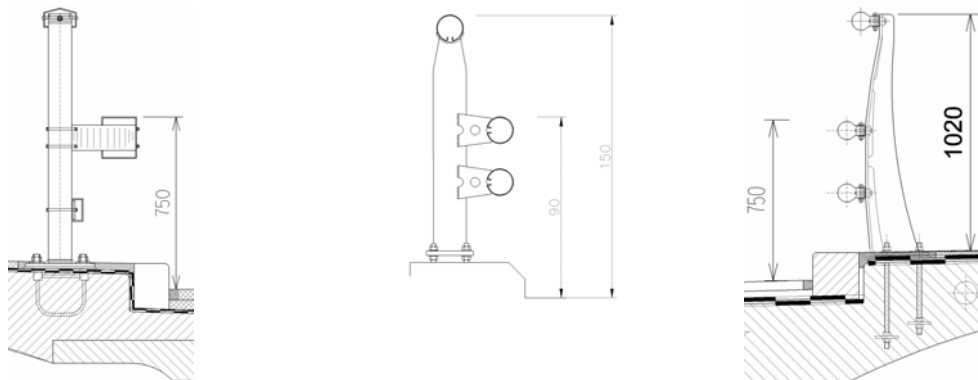
Eirokodekss LVS EN 1991 – „**Error! Style not defined.**”, nosaka, ka transportlīdzekļa sadursmes ar apmalēm vai segas izvirzījumu radītā iedarbe jāpieņem, kā sānspēks vienāds ar 100 kN, kurš darbojas 0,05 m dziļumā zem apmales augšējās virsmas (1.10.att.). Jāpieņem, ka šie spēki darbojas 0,5 m garā posmā un ar apmalēm tos pārnes uz balstošajiem elementiem. Stingos konstruktīvos elementos jāpieņem, ka

slodzes izkliedes leņķis ir  $45^\circ$ . Vienlaicīgi ar sadursmes spēku jāpieliek arī satiksmes vertikālā slodze  $0,75 \alpha_{Q1} Q_{1k}$ , ja tā dod nelabvēlīgu ietekmi



1.10.att. Spēku noteikšana pie transportlīdzekļu sadursmes ar apmalēm (Apzīmējumi: (1) ietve, (2) apmale)

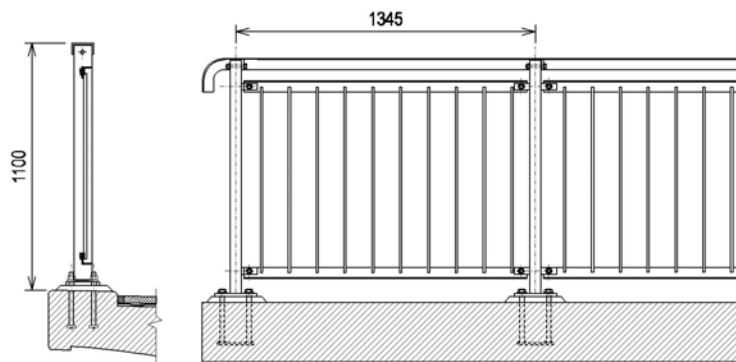
Veidojot tiltus bez gājēju ietvēm, vai kopējās gājēju – velosipēdistu ietves, pielieto apvienotās margas – drošības barjeras (1.11.att.), kuru uzdevums ir pasargāt gājējus un velosipēdistus no transporta līdzekļiem.



1.11.att. Apvienoto atvairbarjeru un margu konstruktīvie risinājumi

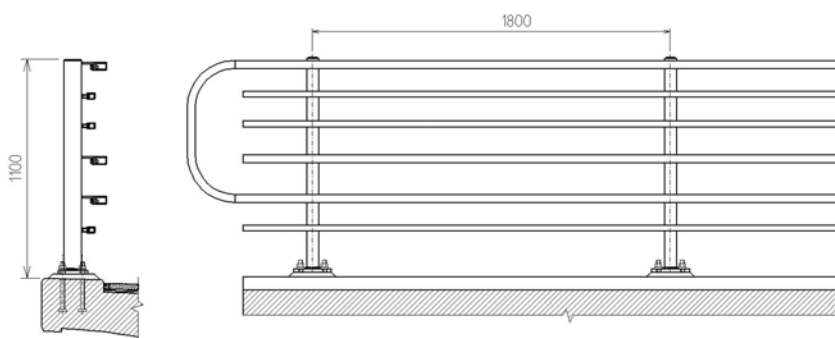
Tilta margas ir svarīgs tilta arhitektūras elements. Tās var veidot no dažāda profila velmētiem tērauda elementiem starp kuriem var atrasties saliekama vai monolīta betona posmi. Margas var tikt veidotas arī ar kaltu vai lietu režģojumu.

Vienkāršas margas, kas sastāv no tērauda stabiņiem, roktura un margu pildījumu ir parādītas 1.12.att.. Margu stabiņi ir pieskrūvēti pie dzelzsbetona plātnē iebetonētiem enkuriem.



1.12.att. Metāla margu konstrukcija

Margu pildījumu var izvietot arī no kvadrātiskiem vai apaļiem slēgta profila elementiem, kas piestiprināti margu stabiņam.



1.13.att. Tērauda margas no slēgta profila elementiem.

Visiem margu un drošības barjeru elementiem ir jābūt saskrūvējamiem, lai to bojājumu gadījumā tos ātri varētu demontēt un nomainīt pret jaunām konstrukcijām, vai veikt to remontu darbnīcā.

Visiem margu un atvairbarjeru tērauda elementiem ir jābūt cinkotiem, tā nodrošinoties pret tērauda koroziju.

Veicot margu vai drošības barjeru stiprības pārbaudi ir jāizmanto slodzi, kuras minimāli rekomendējamā vērtība (saskaņā ar LVS EN 1991 – „**Error! Style not defined.**”) ir 1,0 kN/m, un kas darbojas kā izkļiedētā slodze (horizontāla vai vertikāla) drošības barjeras vai margas virsmas vai roktura līmenī.

### 1.2.3 Deformācijas šuves

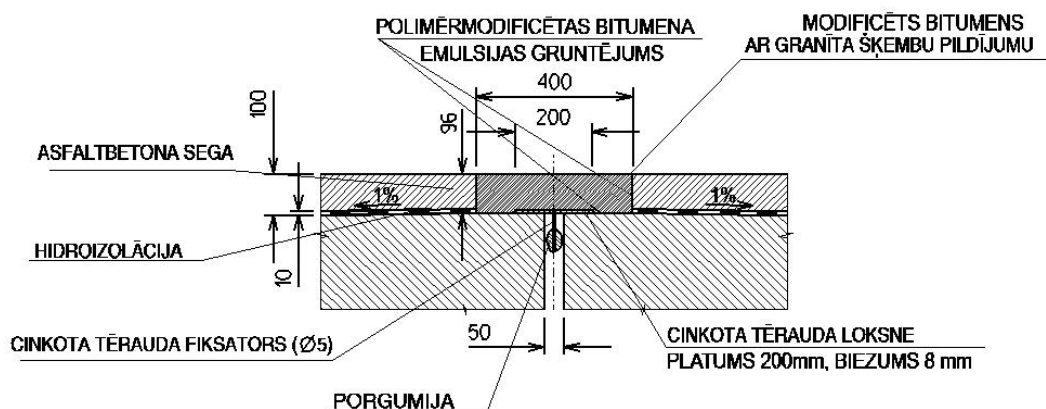
Deformācijas šuves izveido ar mērķi nodrošināt brīvas laiduma konstrukcijas deformācijas temperatūras vai satiksmes slodzes ietekmē. Šuvēm ir jānodrošina ne tikai laiduma konstrukcijas brīva pagriešanās vai deformēšanās (izstiepšanās vai saīsināšanās), bet arī ūdens necaurlaidība un gluda brauktuves virsma. Deformācijas šuves, parasti, izbūvē šķērsām brauktuvei.

Pēc sagaidāmā pārvietojuma lieluma un konstrukcijas visas deformācijas šuves var iedalīt [2]: asfalta šuves, gumijas šuves, zāģveida šuves; vairāku posmu šuves; slīdošās šuves.

#### 1.2.3.1 Deformāciju šuvju konstrukcijas

Nelieliem, līdz  $\pm 25$  mm lieliem pārvietojumiem, tiek pielietotas asfalta šuves. **Asfalta šuves** (1.14.att.) izveido pēc asfaltbetona segas ieklāšanas. Asfaltbetona segu, virs šuves vietas, izzāģē vai izkaļ līdz hidroizolācijai. Izveidotā šuves gultne atbrīvojama no visām asfaltbetona atlūzām. Gultnes virsmai pirms šuves izveidošanas jābūt sausai un tīrai. Pēc tam betona virsmu un asfalta malas pārklāj ar polimērmodificētu bitumenu,

šuvē ievieto hermetizējošu materiālu (porgumiju), pie kuras ar tērauda stieņiem piestiprina tērauda loksni un veic asfalta šuves aizpildīšanu. Izzāgēto segas daļu aizpilda ar modificētu bitumenu un granīta šķembām.



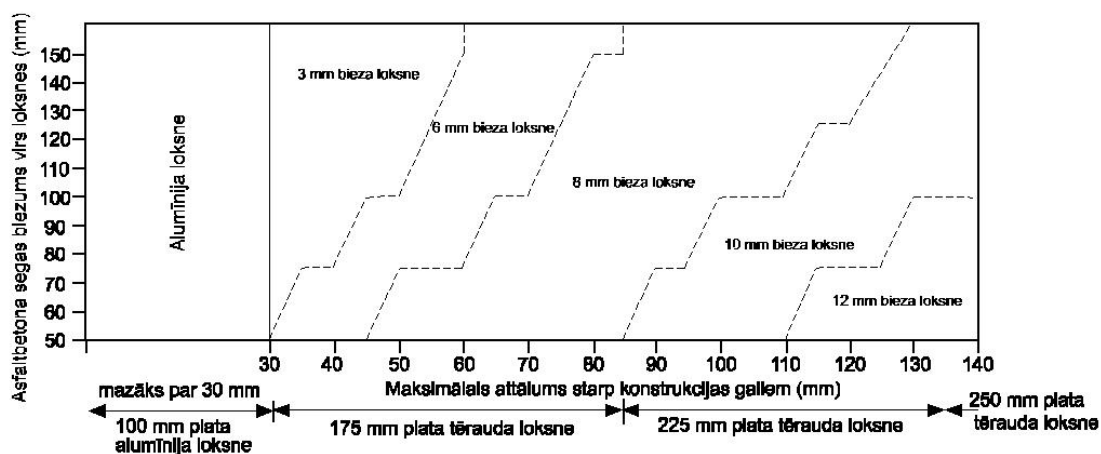
1.14.att. Asfalta šuves konstrukcija

Šuves standarta platums ir 500 mm, tomēr tās platums var būt no 300 mm līdz 750 mm. Šuves maksimālais horizontālais pārvietojums ir atkarīgs no šuves augstuma un platuma un dots 1.1.tabulā. Šuvi pārklājošās tērauda loksnes biezums ir atkarīgs no loksnes platuma un segas biezuma un dots 1.2.tabulā.

1.1.tabula. Maksimālie horizontālie pārvietojumi

Šuves platums (mm)	Šuves augstums (segas biezums) (mm)	Maksimālais horizontālais pārvietojums (mm)
750	100 +	± 25
	75 - 100	± 25
	50 - 70	± 12
500	100 +	± 25
	75 - 100	± 25
	50 - 70	± 12
300	100 +	± 5
	50 - 100	± 5

1.2.tabula Tērauda loksnes parametru izvēles principi

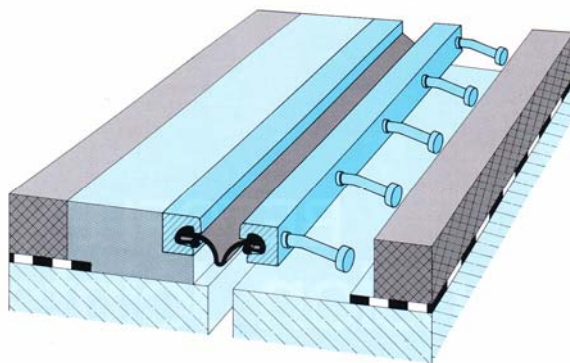
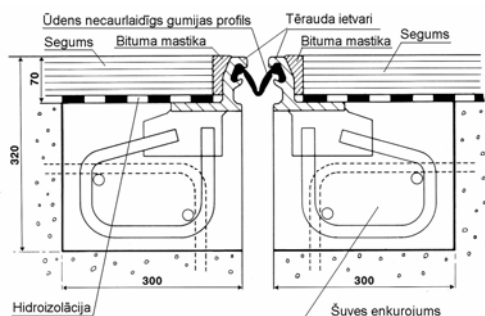


Šādu šuvju kalpošanas laiks aprobežojas ar 5 – 7 gadiem un ir ļoti atkarīgs no būvētāja pieredzes un izmantoto materiālu kvalitātes.

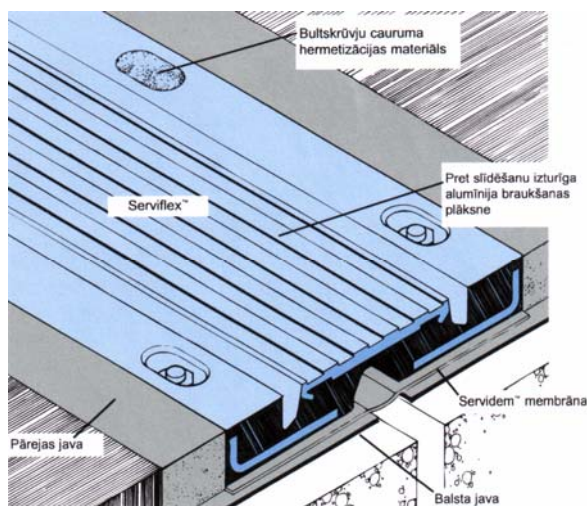
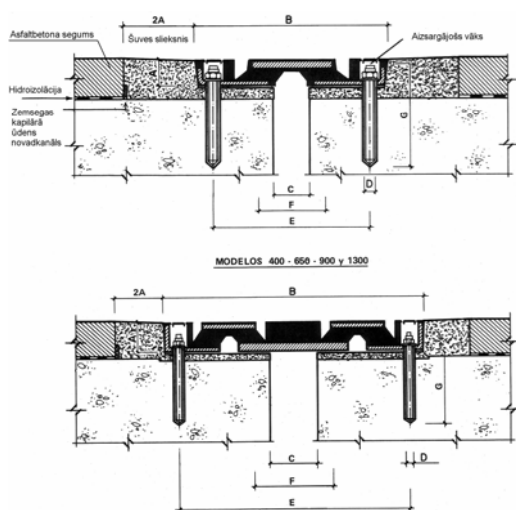
Vidējiem, no ± 25 mm līdz ± 80 mm lieliem pārvietojumiem, tiek izmantotas gumijas šuves.

**Gumijas šuves** ir visizplatītākais no rūpnieciski izgatavotu šuvju veidiem. To konstrukcija sastāv no profilēta elastomēra (stiegotas gumijas), kas pievienots šuves malās nostiprinātiem elementiem. Raksturīga šuves konstrukcija, kas paredzēta līdz  $\pm 50$  mm pārvietojumam ir parādīta 1.15.att., lielāka pārvietojumu amplitūda (līdz  $\pm 80$  mm) ir šuvēm, kas parādītas 1.16.att. un 1.17.att..

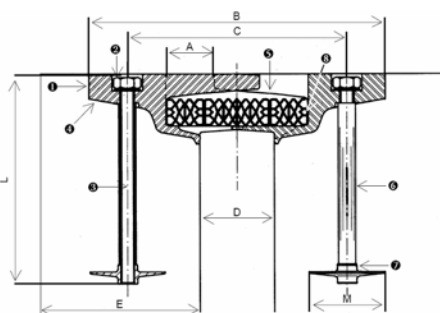
Gumijas šuves ir slēgtās šuves, kas paredz šuvju ūdensnecaurlaidību.



1.15.att. Gumijas deformācijas šuve ar V – profila elastīgo elementu



1.16.att. Gumijas deformācijas šuve ar plāksņveida elastīgo elementu

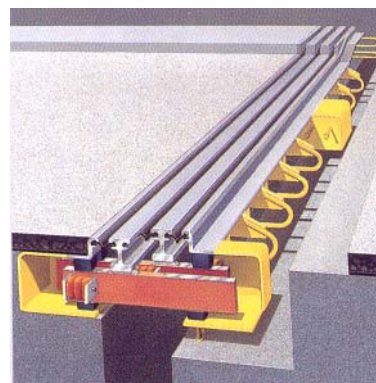
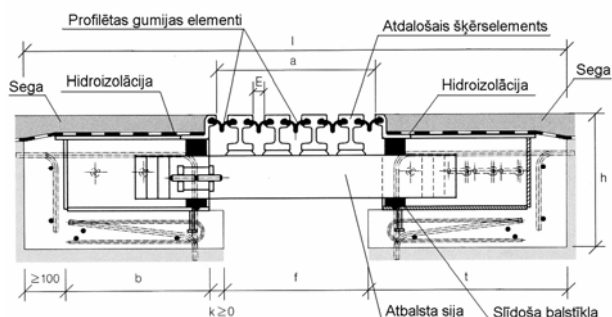


1.17.att. Gumijas deformācijas šuve ar plāksņveida elastīgo elementu un zāģveida pārklājuma plātnēm

Gumijas šuves ir dārgākas par asfalta šuvēm, tomēr to kalpošanas laiks ir ievērojami lielāks. Šuves kalpošanas laiks, lielā mērā, ir atkarīgs no regulāri veiktiem uzturēšanas darbiem.

Lielu, virs  $\pm 80$  mm pārvietojumu uzņemšanai, tiek izmantotas vairāku posmu, zāģveida vai slīdošās šuves.

**Vairāku posmu šuves** ir paredzētas lielu deformāciju uzņemšanai. Tās sastāv no vairākiem, tilta šķērsvirzienā, novietotiem I-veida elementiem, kas savienoti ar profilēta elastomēra elementiem (1.19.att.) un balstās uz tilta garenvirzienā novietotām sijām. Vairākposmu šuve ir slēgtā šuve, kas nodrošina ūdens necaurlaidību.

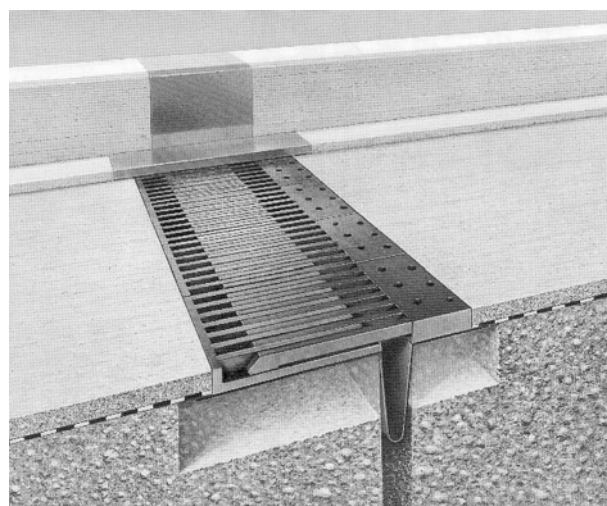
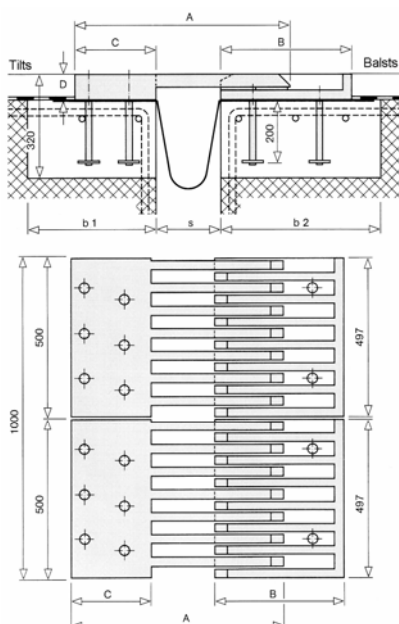


1.19.att. Vairāku posmu šuve

Tā kā šuve var izrādīties pietiekoši plata tad tās elementi ir jāuzņem gan bremsēšana, gan vilces slodzes.

Šādas šuves var uzņemt deformācijas ar amplitūdu no dažiem desmitiem centimetru līdz metram un, speciālos gadījumos, arī vairāk. Atdalošo elementu skaits lielām deformācijām domātās šuvēs var sasniegt vairākus desmitus.

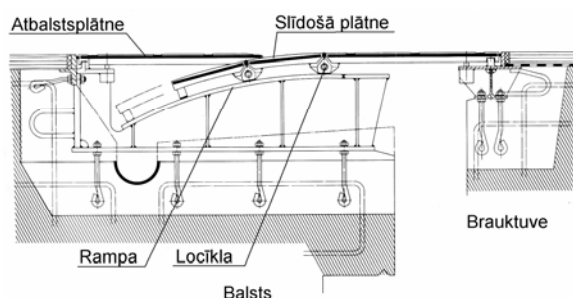
**Zāģveida šuves** ir atklātās šuves, caur kurām plūstošo ūdeni uztver speciālas no polimērmateriāliem izgatavotas renes. Caur renēm ūdens tiek novadīts uz brauktuves malām (1.18.att.). Šādām šuvēm ir dažas priekšrocības: tām mazāks konstruktīvais augstums, zāģveida elementos rodas mazāki spriegumi, jo tie netiek laužti vai liekti. Tomēr šādas šuves prasa rūpīgu uzturēšanas darbu un regulāru renes tīrīšanu.



1.18.att. Zāģveida šuve ar reni ūdens uztveršanai

Pie negatīvajām īpašībām ir jāpieskaita šuves lielais stingums brauktuves šķērsvirzienā, kas, pie šķērsdeformācijām, šuves konstrukcijā rada papildus spriegumus. Pie lieliem laidumiem un smagām transporta slodzēm, laiduma konstrukcijai ieliecoties šuves zāģveida gali var pacelties virs brauktuves plaknes un traucēt normālai transporta plūsmai.

**Slīdošā šuve** sastāv no posmos sadalītas plātnes, kas savienotas ar locīklām un slīd pa liektu siju-rampu, kā arī atbalstplātnes, kas nodrošina gludu transporta līdzekļu kustību (1.20.att.).



1.20.att. Slīdošā šuve

Slīdošā šuve ir atklāta tipa šuve, kas nav ūdens necaurlaidīga un ūdens var nokļūt uz laiduma konstrukcijas gala. Slīdošo šuvi lieto lielu laiduma konstrukciju garendeformāciju gadījumā. Uzņemamās garendeformācijas lielums ir atkarīgs no slīdošās plātnes posmu skaita un garuma. Pie slīdošo šuvju trūkumiem ir jāpieskaita: viegli lūstošās locīklu konstrukcijas, slīdošo elementu nodilums, kā arī pamatplātnes piespiedošo mehānismu nelielā mehāniskā izturība.

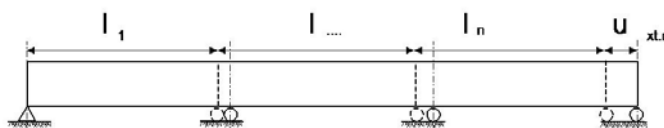
Visu augstāk minēto šuvju izmērus un pārvietojumu lielumus var iegūt ražotājfirmu katalogos. Deformācijas šuves ražo tādas firmas, kā: Proceq, Freyssinet, Transflex, Maurer Sohne, Mageba, un citas.

Lai nodrošinātu pareizu deformācijas šuves darbu, ir jāņem vērā faktiskā temperatūra šuves instalēšanas laikā. Tas nozīmē, ka pirms tam ir jāaprēķina attālums starp šuves malām tā, lai ziemā nodrošinās plānoto atvērumu, bet vasarā plānoto sakļaušanos.

### 1.2.3.2 Deformācijas šuvju pārvietojumu aprēķins

Tilta konstrukciju pagarināšanos vai saīsināšanos (1.21.att.) izsauc temperatūras izmaiņas, bet betona un tēraudbetona tiltos arī betona rukums un šļūde.

Termiskās izplešanās koeficients betonam:  $\alpha_T = 1.0 \cdot 10^{-5} /K$ , bet tēraudam:  $\alpha_T = 1.2 \cdot 10^{-5} /K$ .



1.21.att. Laiduma konstrukcijas pagarināšanās vai saīsināšanās shēma [3]

Laiduma konstrukcijas garendeformāciju temperatūras ietekmē var noteikt pēc formulas:

$$u_{x,l,n} = \alpha_T \cdot \sum_{i=1}^n l_i \cdot \Delta T_i, \quad (1.1)$$

kur,  $\alpha_T$  – materiāla termiskās izplešanās koeficients;  $l_i$  – laiduma garums (m);  $\Delta T$  – temperatūras starpība kelvinos (K). No LBN 003-01 "Būvklimatoloģija" var iegūt, ka Latvijā minimālā temperatūra ir  $-41^{\circ}C$ , bet maksimālā  $+36^{\circ}C$  tad  $\Delta T = 76 K$ .

Tilta laiduma konstrukcijas garendeformāciju šļūdes gadījumā nosaka pēc formulas:

$$u_{x,c,n} = -\frac{N_{per}}{E_c \cdot A_c} \cdot \varphi(\infty, t_0) \cdot \sum_{i=1}^n l_i, \quad (1.2)$$

kur,  $N_{per}$  – stiepes spēks (spiede >0),  $\gamma(\infty, t_0)$  – šļūdes koeficients.

Tilta laiduma konstrukcijas garendeformācijas rukuma gadījumā nosaka pēc formulas:

$$u_{xs,n} = \varepsilon_{cs\infty} \cdot \sum_{i=1}^n l_i, \quad (1.3)$$

kur,  $\varepsilon_{cs\infty}$  - rukuma koeficients.

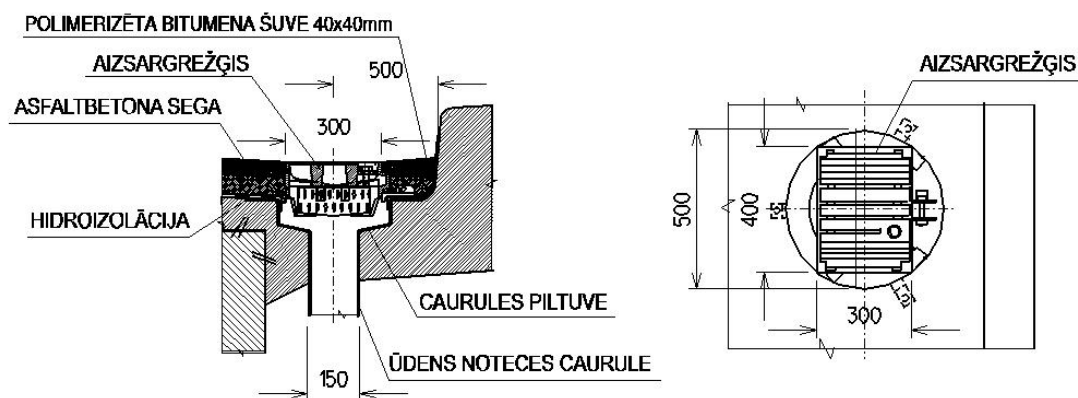
Laiduma konstrukcijas garenpārvietojums ir atkarīgs no tā, kur atrodas nekustīgā balstīkla. Ja nekustīgā balstīkla (nepārtrauktai laiduma konstrukcijai) atrodas uz gala balsta, kā parādīts 1.21.att., tad deformācijas šuvei otrā tilta galā ir jāuzņem pilns pārvietojums. Ja nekustīgā balstīkla atrodas uz vidējā balsta, tad pārvietojumi sadalās vienmērīgi uz abiem galiem.

## 1.2.4 Ūdens novadsistēma

Ūdens novadsistēmai ir jānodrošina ātru un efektīvu atmosfēras ūdens novadīšanu no tilta brauktuves virsmas. Virsmas ūdens savlaicīgai savākšanai vislabāk kalpo brauktuves ar garenkritumu un šķērskritumu. LVS 190-2 [4] nosaka, ka brauktuvei ir jāizbūvē divpusējs šķērskritums ar 2.5%. Tilta laiduma konstrukciju vienmēr būtu ieteicams projektēt ar vienpusēju vai divpusēju garenkritumu.

Šim mērķim kalpo virsmas ūdens novadcaurules un kapilārā zemsegas ūdens novadsistēma.

Ūdens no brauktuves virsmas tiek novadīts caur ūdens notekcaurulēm, kas iebūvētas brauktuves segumā (1.22.att.). Ūdens notekcaurules piltuves daļa tiek pārklāta ar aizsargrežģi, kas novērš liela izmēra atkritumu nokļūšanu novadsistēmā. Ūdens notekcaurulēm, kas tiek iebetonētas brauktuves plātnē ir jābūt cinkotām vai izgatavotām no nerūsējošā tērauda, varētu tikt pielietotas arī no stiegrotiem plastikātiem izgatavotas caurules. Ūdens notekcaurules iekšējais diametrs, parasti, ir 150 mm, bet savācošo cauruļu diametrs: 200 mm.



1.22.att. Virsmas ūdens notekcaurule

Latvijā nav izstrādāti noteikumi, kā izvēlēties ūdens novadcauruļu izvietojumu uz tilta brauktuves. Tādēļ tālāk apskatīti noteikumi, kas tiek pielietoti Zviedrijā, Vācijā un Krievijā.

Zviedru tiltu būvnormatīvs [5] nosaka, ka tiltiem ar garenkritumu  $\leq 1\%$  attālums starp ūdens novadcaurulēm nepārsniedz 10 m, bet tiltiem ar garenkritumu  $> 1\%$  attālumu starp ūdens novadcaurulēm pieņem ne mazāku par 15 m.

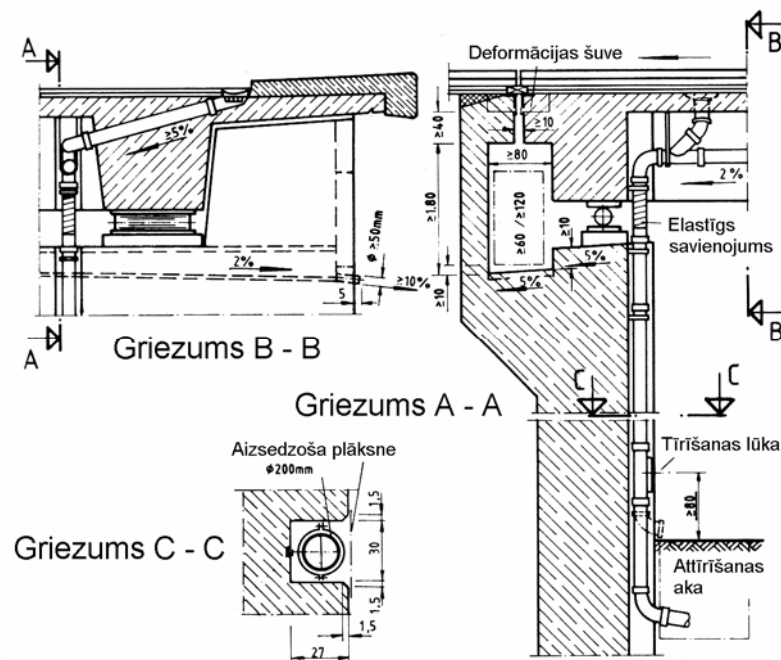
Vācijā, pēc [6] dotajiem datiem attālumu starp ūdens notekcaurulēm uz tilta brauktuves nosaka pēc šādiem apsvērumiem: tiltiem ar garenkritumu  $S \leq 0.5\%$  maksimālais attālums starp ūdens novadcaurulēm ir 10 m, bet speciālos gadījumos tas var tikt samazināts līdz 5 m; minimālā ūdens novadcaurules ieteces (režģa) virsma ir  $500 \text{ cm}^2$ ; tiltiem ar garenkritumu  $0.5 < S \leq 1\%$  attālums starp ūdens notekcaurulēm

tiek palielināts no 10 m līdz 25 m lineārā atkarībā no garenkrituma; minimālā ieteces virsma ne mazāka par 400 cm<sup>2</sup>; tiltiem ar garenkritumu  $S > 1 \%$ , ierīko vienu ūdens notekcauruli uz katriem 400 m<sup>2</sup> brauktuves, tomēr maksimālais attālums starp notekcaurulēm nepārsniedz 25 m. Nepieciešamo ieteces virsmas lielumu nosaka pēc sakarības - 2 cm<sup>2</sup> uz 1 m<sup>2</sup> brauktuves virsmas. Ūdens notekcauruļu iekšējo diametru ieteicams pieņemt 150 mm un lielāku.

Krievijā lietotās būvnormas [7] nosaka, ka: tiltiem ar garenkritumu  $S \leq 0.5\%$  attālums starp ūdens notekcaurulēm nepārsniedz 6 m tilta garenvirzienā, bet tiltiem ar garenkritumu  $0.5 < S \leq 1 \%$ , maksimālais attālums starp ūdens notekcaurulēm nepārsniedz 12 m. Ūdens notekcauruļu iekšējam diametram ir jābūt 150 mm vai lielākam. Vienā laidumā ieteicams izveidot ne mazāk par 3 ūdens notekcaurulēm katrā pusē. Brauktuves šķērskritumam ir jābūt  $\geq 2\%$ .

Latvijā vajadzētu izmantot Zviedru tiltu būvētāju pieredzi, kas nosaka, ka tiltiem ar garenkritumu  $\leq 1\%$  attālumam starp ūdens novadcaurulēm jābūt 10 m, bet tiltiem ar garenkritumu  $> 1\%$  attālumam starp ūdens novadcaurulēm pieņemt ne mazāku par 15 m.

Virsmas ūdens ir jāsavāc un jānovada tilta garenvirzienā uz attīrīšanas akām vai iekārtām. Īpaši svarīgi tas ir ceļa pārvadiem, kur virsmas ūdens nedrīkst traucēt apakšā esošās satiksmes plūsmu. Savācējcauruļu konstrukcijas piemērs pie gala balsta ir dots 1.23.att.



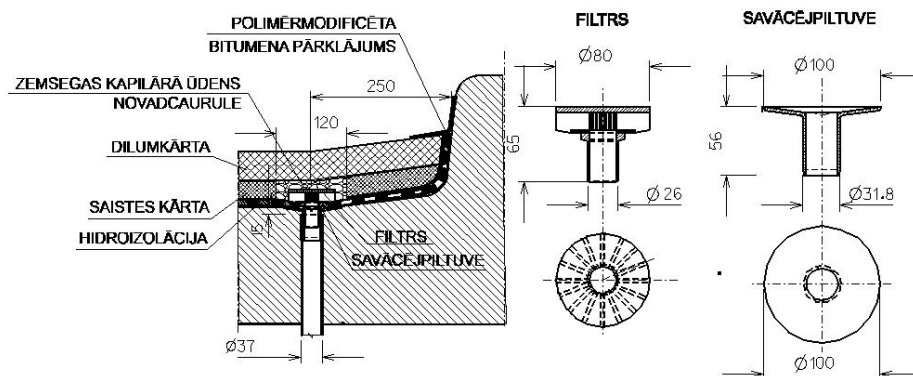
1.23.att. Savācējcauruļu konstrukcijas piemērs pie gala balsta [6]

Zemsegas filtrācijas ūdens novadsistēmu, veido ūdens novadkanāli un ūdens filtri (1.24.att.). Ūdens filtriem izmanto cinkota vai nerūsējoša tērauda detaļas.

Lai uztvertu caur segu izfiltrējušos kapilāro ūdeni, veido visai tilta brauktuvei pa perimetru izbūvē ūdens novadkanālus. Garenkanālus veido gar brauktuves malu apmēram 500 mm attālumā no atvaira malas. Kapilārā ūdens novadkanālus veido 40 mm platus brauktuves segas apakšējā kārtā. Virs novadfiltriem veido kanāla paplašinājumus 120 x 120 mm.

Kanālu pildījumam izmantot mazgātas granīta šķembas (frakcija 8 – 11 mm), kas sastāda 98% no kopējā apjoma un divkomponentu epoksīda līmi, kas sastāda 2% no kopējā apjoma. Ūdens novadfiltru caurules iebetonē Ø50 mm caurumos, kas esošajā brauktuves plātnē tiek izurbti, izmantojot dimanta urbjus. Cauruļu iebetonēšanai izmantot remontjavu ar polimēra piedevām, kas nodrošinātu tās plastiskumu, ātru cietēšanu, nelielu rukumu un spiedes pretestību ne mazāku par 60 N/mm<sup>2</sup>. Hidroizolācijas slāni uz uztvērēja slīpās virsmas ieklāj tā, lai tas neaizsprostotu cauruli.

Gar novadkanālu malām izveidot vietēja rakstura slīpumus ~1.5% (no brauktuves malām uz kanāla pusi un no šuves uz kanāla pusi), kas nodrošinātu ūdens nokļūšanu kanālā.



1.24.att. Zemsegas ūdens filtrācijas notekcaurule

Zemsegas ūdens filtrācijas novadcaurules izvieta ik pēc 6 m un tās ieteicams pievienot savācējcaurulei.

Literatūras saraksts:

1. Tilta klāja hidroizolācija un dilumkārta, LAD, Rīga 2003.
2. Autoceļu specifikācijas 2005, LVC, Rīga 2005.
3. Ramberger G. Structural Bearings and Expansion Joints for Bridges, SED 6, Published by IABSE, 2002.
4. LVS 190 – 2 „Ceļu tehniskā klasifikācija, parametri, normālprofili”.
5. BRO 04, 6. Brodetaljer, Vageverket 2004.
6. Holz K.H. Brücken aus Stahlbeton un Spannbeton. 3.Auflage, Berlin, Ernst&Sohn, 1993.
7. SNIP 2.05.03-84 Mosti i trubi. Moskva 1985