

LATVIJAS LAUKSAIMNIECĪBAS UNIVERSITĀTE
Meža izmantošanas katedra

MELIORĀCIJA UN KOKMATERIĀLU TRANSPORTS

**Metodiskie norādījumi kursa projekta izstrādei Meža fakultātes
profesionālā bakalaura studiju programmas „MEŽINŽENIERIS”
studentiem**

Jelgava 2011

Meliorācija un kokmateriālu transports: metodiskie norādījumi kursa projekta izstrādāšanai.
Sastādīja A.Drēska.
Jelgava: LLU, 2011. 43 lpp.

Metodiskie norādījumi paredzēti Meža fakultātes profesionālās studiju programmas „Mežinženieris” pilna un nepilna laika studentiem un tajos doti kursa projektā risināmie uzdevumi, to izpildes metodika, kursa projekta noformēšanas noteikumi un aizstāvēšanas kārtība.

Metodiskie norādījumi izskatīti Meža izmantošanas katedras 2011.gada 22.februāra sēdē

Saturs

Saturs	3
Ievads	4
1. Projekta ievads	5
2. Meža meliorācija.....	5
2.1. Objekta vispārējs raksturojums un nosusināšanas nepieciešamība.....	5
2.2. Novadtīkla projektēšana.....	5
2.3. Nosusināšanas grāvju projektēšana.....	6
2.4. Grāvju garenprofilu un šķērsprofilu projektēšana.....	8
2.5. Transporta un hidrotehniskās būves.....	11
2.6. Galveno darba apjomu noteikšana	13
3. Meža ceļu projektēšana un būve.....	14
3.1. Grunts un reljefa raksturojums meža ceļa būves apvidū.....	15
3.2. Ceļa trases plāns	15
3.3. Ceļa garenprofils	16
3.4. Ceļu krustojumi un nobrauktuves	20
3.5. Ceļa zemes klātnes šķērsprofils	21
3.6. Zemes darbu apjoma aprēķins.....	21
3.7. Caurtekas.....	24
3.8. Ceļa zemes klātnes būvdarbi	24
3.9. Ceļa segas konstrukcija un stiprības aprēķini	26
3.10. Ceļa segas izbūve	31
3.11. Ceļa segas izbūvei nepieciešamo materiālu daudzuma aprēķins	32
4. Kokmateriālu transports.....	33
4.1. Autovilciena raksturojums	33
4.2. Autovilciena reisa kravas lieluma aprēķins.....	33
4.3. Transporta darbs un vidējais kokmateriālu izvešanas attālums	35
4.4. Autovilciena ražīgums maiņā un izstrāde gadā.....	36
4.5. Nepieciešamā autovilcienu skaita noteikšana.	37
4.6. Degvielas un smērvielu patēriņš gadā.....	37
5. Kurša projekta struktūra, saturs un noformēšanas noteikumi.....	39
Literatūra.....	39
PIELIKUMI	40
Kurša projekta uzdevums.....	41
Kurša projekta titullapas noformējums.....	43

Ievads

Kursa projekta mērķis ir nostiprināt studiju kursā ‘Meliorācija un kokmateriālu transports’ iegūtās teorētiskās zināšanas un sasaistīt tās ar praktiskā darbā risināmiem reāliem ražošanas jautājumiem.

Kursa projekts sastāv no trīs nodaļām:

- ◆ meža meliorācija;
- ◆ meža ceļu projektēšana un būve;
- ◆ kokmateriālu transports.

Meža meliorācijas nodaļas izstrādāšanai studentam izsniedz meža nogabala topogrāfisko plānu mērogā 1:5000 ap 100 ha lielai platībai. Nosusināmā platībā jāizanalizē nosusināšanas nepieciešamība un jāizvēlas nosusināšanas paņēmieni. Nodaļā ietveramas sekojošas apakšnodaļas.

1. Objekta vispārējs raksturojums un nosusināšanas nepieciešamība.
2. Novadītāla projektēšana.
3. Nosusināšanas grāvju projektēšana.
4. Grāvju garenprofilu un šķērsprofilu projektēšana.
5. Transporta un hidrotehniskās būves.
6. Galveno darbu apjoma noteikšana:
 - ◆ apauguma novākšana;
 - ◆ celmu laušana;
 - ◆ zemes darbu apjomi.

Meža ceļu projektēšanas nodaļas izstrādāšanai studenti izmanto meža meliorācijas nodaļas nogabala plānu, tajā ieprojektējot maģistrālā ceļa posmu un uz vienas grāvja atbērtnes bezkategorijas ceļa posmu, kurš pieslēdzas maģistrālajam ceļam. Nodaļā ietveramas sekojošas apakšnodaļas.

1. Grunts un reljefa raksturojums meža ceļa būves apvidū.
2. Topogrāfiskais plāns ar iezīmētu ceļa trasi un atbilstošām transporta un hidrotehniskām būvēm.
3. Ceļa garenprofils.
4. Ceļu krustojumi un nobrauktuves.
5. Ceļa zemes klātnes šķērsprofils.
6. Zemes darbu apjoma aprēķins ceļa klātnes izbūvei.
7. Caurtekas.
8. Ceļa zemes klātnes būvdarbi.
9. Ceļa segas konstrukcija un stiprības aprēķini.
10. Ceļa segas izbūve.
11. Ceļa segas izbūvei nepieciešamo materiālu daudzuma aprēķins.

Katrs students projekta sastādīšanai saņem individuālu uzdevumu (1.pielikums). Tajā dots maģistrālā ceļa segas izbūvei izmantojamais materiāls un attālums no materiāla ieguves vietas līdz maģistrālā ceļa sākumam.

Kokmateriālu transporta nodaļā, saskaņā ar individuāli izsniegtā uzdevuma datiem (1.pielikums), students veic kokmateriālu izvešanas autovilciena tehniski- ekonomisko rādītāju aprēķinus.

1. Apkopo aprēķiniem nepieciešamos tehniskos datus un shematiski parāda autovilciena tipu ar atbilstošām slodzēm uz asīm.

2. Nosaka autovilciena reisa kravas lielumu.
3. Aprēķina kokmateriālu gada apjoma izvešanai nepieciešamo transporta darbu un vidējo kokmateriālu izvešanas attālumu.
4. Aprēķina kokmateriālu izvešanas autovilciena maiņas ražīgumu un izstrādi gadā.
5. Nosaka nepieciešamo autovilcienu skaitu kokmateriālu gada apjoma izvešanai.
6. Aprēķina nepieciešamo degvielu un smērvielu patēriņu gadā.

1. Projekta ievads

Ievadā raksturo meliorācijas nozīmi meža produktivitātes celšanā, analizē meža meliorācijas stāvokli Latvijā un meliorācijas Saistību ar meža ceļu būvi. Raksturo meža ceļu stāvokli Latvijā un tā ietekmi uz meža apsaimniekošanu un autotransporta izmantošanas efektivitāti. Ievada apjoms līdz 10 % no kopējā kursa projekta apjoma.

2. Meža meliorācija

Meža meliorācijas nodaļas izstrādāšanai izsniedz meža nogabala topogrāfisko plānu mērogā 1:5000 ap 100 ha lielai platībai. Nosusināmā platībā jāizanalizē nosusināšanas nepieciešamība, jāizvēlas nosusināšanas paņēmieni, jāieprojektē nosusināšanas un novadtīkls, kā arī nepieciešamās hidrotehniskās būves.

2.1. Objekta vispārējs raksturojums un nosusināšanas nepieciešamība

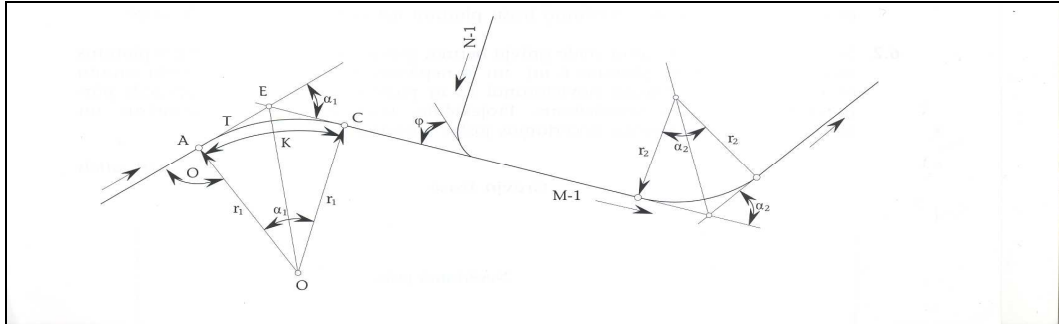
Pēc iepazīšanās ar plānu dod nosusināmā meža nogabala vispārēju aprakstu, t.i. raksturo situāciju, reljefu, gruntis un augsnes veidu, analizē grunts pārmitrinājuma cēloņus, nosaka varbūtējo meža augšanas apstākļu tipu un pamato meža nosusināšanas nepieciešamību.

2.2. Novadtīkla projektēšana

Novadtīkla uzdevums ir uzņemt ūdeņus no regulējošā un norobežojošā tīkla, kā arī uztvert virszemes noteci no nosusināmās platības un novadīt to uz noteku (upi, ezeru, jūru). Novadtīkls var sastāvēt no galvenā novadgrāvja- maģistrālā kanāla un vairākiem savā starpā pakārtotiem novadgrāvjiem.

Novadtīklu projektē pa reljefa zemākām vietām, pa kūdrāju dziļākām vietām, pa noturīgām gruntīm, ievērojot apkārtējo situāciju un regulējošā tīkla prasības. Novadtīkla asi projektē pēc iespējas taisnu, bet atsevišķus taisnos posmus savieno ar plāna līknēm, kuru

rādusū mazbaseina novadgrāvjiem projektē 10...20 m. Trases pagrieziena leņķis α vēlams mazāks par 60° (2.1.att.).



2.1.att. Maģistrālā kanāla (M) ass līnijas taisno posmu savienošana ar līknēm: α -pagrieziena leņķis, $T=AE=EC$ – tangentes, K – līknes loka garums, r – līknes rādusū, ϕ - novadgrāvja pievienojuma leņķis.

Līknes garumu (K , m) aprēķina pēc 2.1.formulas:

$$K = \frac{\pi \cdot \alpha}{180} \quad (2.1.)$$

kur r - līknes rādusū, m;
 α - pagrieziena leņķis, grādi.

Ja situācijas un reljefa dēļ līknes rādusū jāprojektē mazāks par minimālo rādusū, jāparedz gultnes ārējās nogāzes nostiprināšana.

Zemākas kārtas novadgrāvjus ar augstākas kārtas novadgrāvjiem, kā arī novadgrāvjus ar maģistrālo kanālu savieno noteiktā leņķī ϕ (sk. 2.1. att.), kas atkarīgs no maksimālā caurplūduma (Q) pievienojamā novadgrāvī: ja $Q < 0.3 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, tad leņķis ir 90° ; ja $Q = 0.3 \dots 1.0 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, tad leņķis ir 60° ; ja $Q > 1.0 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, tad leņķis ir $45 \dots 50^\circ$ [1].

Pēc novadtīkla ass līnijas galīgā varianta ieprojektēšanas, ik pēc 100 m plānā atliek piketāžu, kas norāda novadtīkla garumu no tā sākuma un sanumurē.

2.3. Nosusināšanas grāvju projektēšana

Nosusināšanas sistēmas svarīgs elements ir regulējošais tīkls, jo tam ir jānovada virszemes notecē un jāpazemina gruntsūdens līmenis. Meža platībās šim nolūkam projektē susinātājgrāvjus, kuri novada ūdeni uz novadtīklu. Tie var būt savstarpēji savienoti un veidot sistēmu, atsevišķos gadījumos tos var tieši ievadīt novadtīklā vai pat notekā.

Nosusināšanas grāvjus mežu platībās projektē kvartāla robežās, ievērojot kvartālu iekšējo situāciju, reljefu, ūdens šķirtnes, projektējamo vai esošo novadtīklu un ceļa tīklu. Nosusināšanas grāvji pēc iespējas jāprojektē ziemeļu – dienvidu virzienā, lai samazinātu

vējgāzes veidošanos vētras laikā. Lai būtu iespējams piekļūt jebkurai cirsmai, šķērsojot ceļu jāieprojektē caurtekas ar diametru 0,5 m.

Grāvji projektējami stigai reljefa augstākajā pusē, lai uztvertu pieplūstošos virszemes ūdeņus, un ceļa klātņi izveidotu zemākajā grāvja pusē.

Nosusināšanas grāvju attālumi atkarīgi no meža augšanas apstākļu tipa un ir apkopoti 2.1.tabulā [2].

2.1.tabula

Regulejošā tīkla attālumi atkarībā no meža tipa

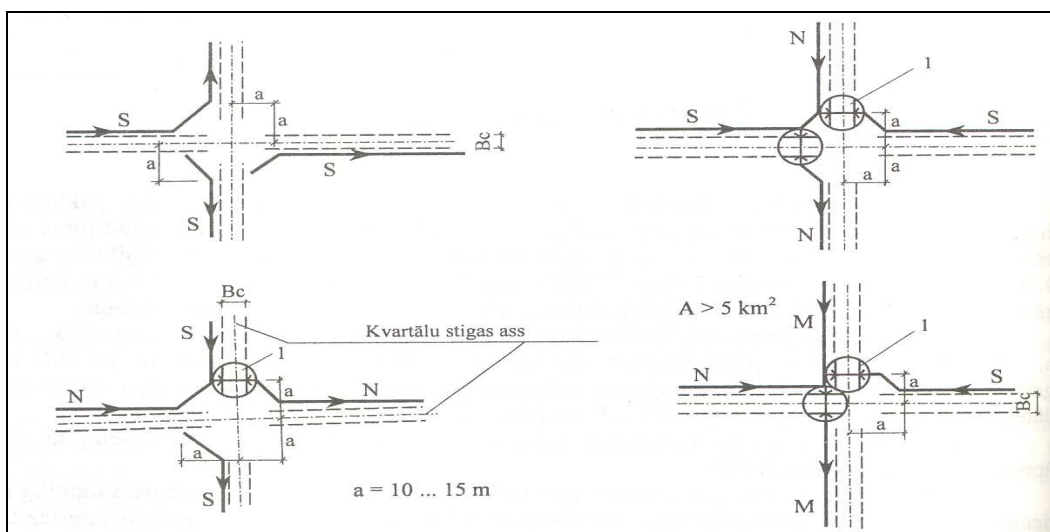
Meža augšanas apstākļu tips	Kokaudzes		Susinātājgrāvju attālumi, m
	bonitāte	mežaudzes tips	
Grīnis (Gs)	V	10P	150-240
Slapjais mētrājs (Mrs)	IV	10P	170-240
Slapjais damaksnis (Dms):	III – IV	10P+E	
- mālsmilts augsne			160-200
- smilšmāla augsne			80-110
Slapjais vēris (Vrs)	III-IV	10E+P	140-200
Slapjā gārša (Grs)	III	10E,B,A,Os	150-190
Purvājs (Pv)	V	10P	100-130
Niedrājs (Nd)	IV-V	10P(B)	130-170
Dumbrājs (Db)	III-IV	10B(P,E)	180-240
Liekņa (Lk)	I-II	10M(Os,B)	180-240

2.1.tabulā grāvju attālumi doti samērā lielā intervālā, tāpēc jāievēro, ka mazākie attālumi projektējami vietās, kur pārmitrinājuma cēloņi ir spiedes ūdeņi, augsnes stipri glejotas, ir izteikts oršteina horizonts, lielās cīsmās un platībās, kur projektēts sekls grāvju tīkls. Lielākie attālumi projektējami platībās ar ūdens caurlaidīgiem grunts slāņiem, ja zemes virsmas slīpums ir lielāks par 2 %, kā arī mežaudzēs ar augstu bonitāti.

Intensīvās meža audzēšanas platībās – plantācijās, kur iegūst paātrinātu koksnes pieaugumu, nosusināšanas grāvju attālumi projektējami mazāki – 50...120 m (egļu plantācijās).

Nosusināmai platībai var uzplūst virszemes ūdeņi vai gruntsūdeņi no blakus platībām, kas atrodas relatīvi augstāk. Šo ūdeņu uztveršanai jāprojektē norobežotājgrāvji jeb kontūrgrāvji. Tie jāprojektē pa juridiskām robežām, platību situācijas kontūrām un reljefa lūzuma vietās, kur var parādīties izplūstoši gruntsūdeņi. Kontūrgrāvji veic arī nosusināšanas funkcijas, tāpēc to attālumi līdz paralēli esošiem nosusināšanas grāvjiem ir tādi paši kā nosusināšanas grāvju savstarpējie attālumi. Ja kontūrgrāvji uztver izplūstošos gruntsūdeņus, tad to attālums līdz nosusināšanas grāvjiem ir jāsamazina.

Nosusināšanas grāvjiem un kontūrgrāvjiem, šķērsojot kvartālu stīgu krustojumus, jāveido īpašs grāvju izvietojums plānā, lai varētu izvest kokmateriālus (2.2.att.).

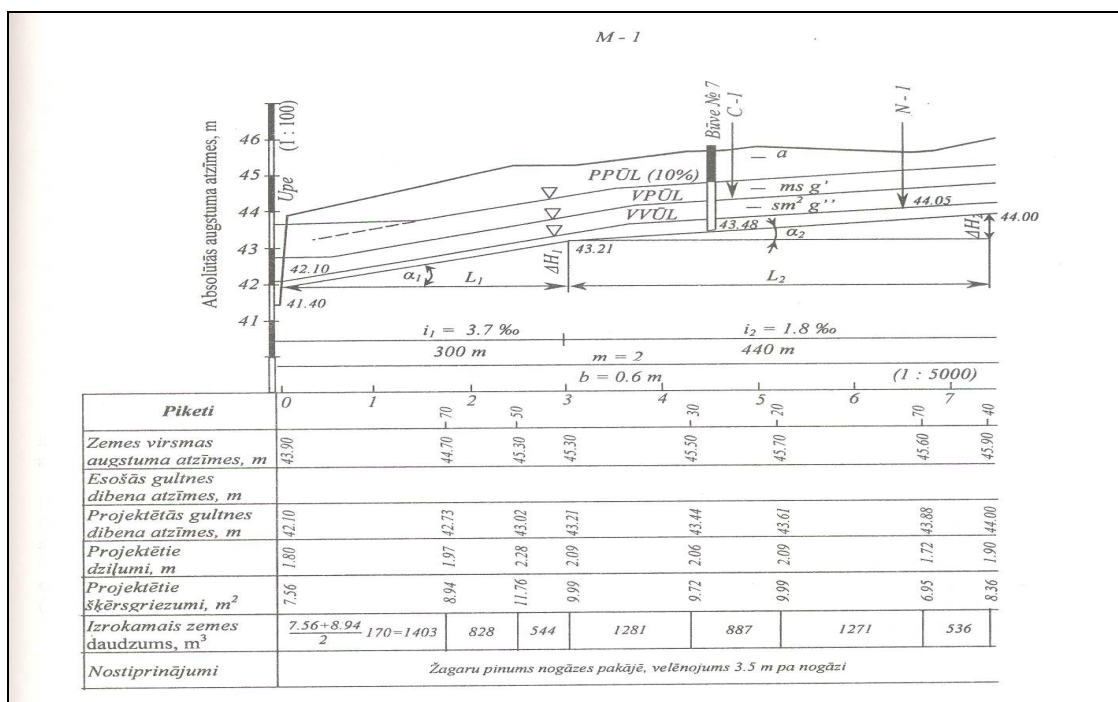


2.2.att.Meža nosusināšanas sistēmas tīkla savienojumi kvartālstīgu krustojumā:
 1-caurteka, Bc – ceļa klātnes platums.

Visi nosusināšanas un arī kontūrgrāvji plānā jāsanumurē (S-1; S-2; K-1; K-2 utt.) un to garumus parāda ar piketiem ik pēc 100 m.

2.4. Grāvju garenprofilu un šķērsprofilu projektēšana

Grāvju projektēšanai vertikālā plaknē ir jāzīmē gareprofili (2.3.att.), izmantojot plāna materiālus ar zemes virsmas augstuma atzīmēm un horizontālēm. Garenprofilā lieto divus mērogos: vertikālais mērogs ir 1:100, horizontālais mērogs parasti 1:5000.



2.3.att. Maģistrālā kanāla (M-1) garenprofils: PPŪL- pavasara palu ūdens līmenis, VPŪL – vasaras-rudens plūdu ūdens līmenis, VVŪL-vasaras vidējais ūdens līmenis.

Garenprofilā maģistrālām kanālam parāda ietilpstošo novadgrāvju (N), nosusināšanas grāvju (S), ceļa grāvju (C), kontūrgrāvju (K) un caurteku (būvju) pievienojumu vietas un to projektētās atzīmes. Novadītīkla dziļumi jāprojektē vismaz par 0.10...0.20 m dziļāki par nosusināšanas grāvjiem. Gultnes dibena līniju garenprofilā ieprojektē aptuveni paralēli zemes virsmai, ar nemainīgu slīpumu pēc iespējas garākos posmos, gultnes dziļumu novadītīklam pieņemot 1.5...2.5 m, atkarībā no regulējošā tīkla un citu novadgrāvju prasībām. Nosusināšanas grāvju dziļumus minerālgrūntīs projektē 0.9...1.3 m (vidēji 1.2 m). Nosusinot kūdrainās un kūdras augsnes jāreķinās ar kūdras nosēšanos, palielinot grāvju dziļumus. Aptuvenos aprēķinos var pieņemt, ka zemā (zāļu) purva nosēde ir 10...15 %, bet augstā (sūnu) purva nosēde – 15...20 % no kūdras slāņa dziļuma.

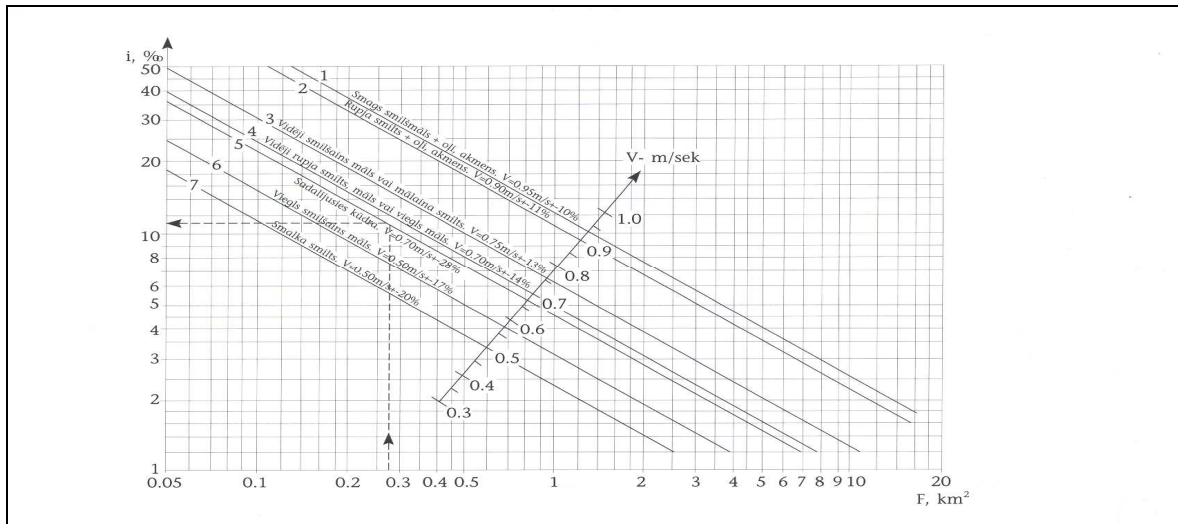
Ieprojektētajiem grāvju dibena līnijas posmiem (L, m) garenslīpumu (i, ‰) aprēķina pēc 2.2.formulas:

$$i = \frac{H_2 - H_1}{L} 1000 = \frac{\Delta H}{L} 1000, \quad (2.2.)$$

kur H_1 un H_2 – projektētās grāvja dibena augstumu atzīmes posma sākumā un beigās, m;
 L – grāvja posma garums, m;
 ΔH - projektētā grāvja dziļuma samazinājums posmā L , m.

Augstuma atzīmes aprēķina ar precizitāti ± 1 cm. Meža platībās minimāli pieļaujamie grāvju dibena (gultnes) garenslīpumi ir 0.5 ‰ (izņēmuma gadījumos līdzenās platībās

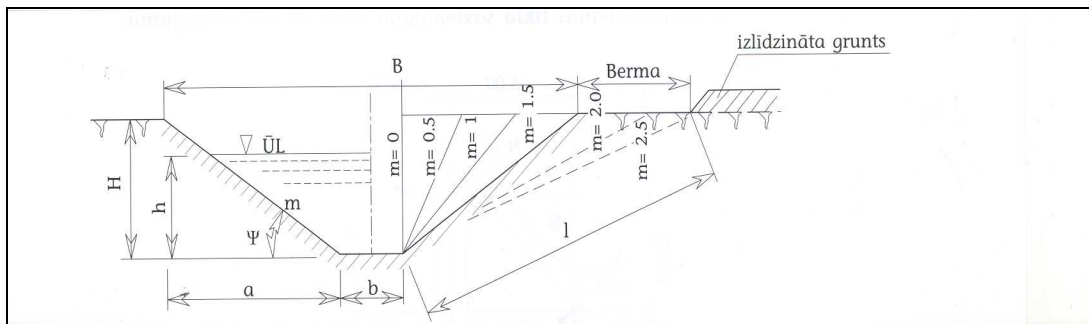
pieļaujams 0.3 ‰). Optimālais grāvju dibena garenslīpums atkarībā no grunts mehāniskā sastāva ir 2.5...8.0 ‰. Savukārt maksimāli pieļaujamie gultnes garenslīpumi nenostiprinātās gultnēs nosakāmi izmantojot 2.4.attēlu.



2.4.att. Pieļaujamie maksimālie garenslīpumi nenostiprinātās gultnēs: V-ūdens plūsmas ātrums, m s⁻¹, F-sateces baseina lielums, km².

Pie lielākiem grāvja gultnes garenslīpumiem jāveido gultnes nostiprinājumi, kuri doti meža infrastruktūras projektēšanas tehniskajos noteikumos [2].

Vaļējiem novadiem parasti pielieto trapecveida šķērsprofilu (2.5.att.).



2.5.att. Trapecveida grāvja šķērsprofils: B-virsas platums, H – dziļums, h-ūdens dziļums, b-dibena platums, l-nogāzes garums, m-nogāzes slīpuma rādītājs, φ - nogāzes slīpuma leņķis.

Novadgrāvju dibena platums 0,6 m, susinātājgrāvju un kontūrgrāvju dibena platums 0.4 ... 0.6 m. Meža platībās grāvju nogāžu slīpuma rādītāju (m) projektē 1.5. Nenoturīgās gruntīs nogāzes slīpuma rādītāju praksē nepieņem lēzenāku par m>2.0, bet nepieciešamības gadījumā paredz atbilstošu nogāžu nostiprinājumu.

Grāvja šķērsprofila virsas platumu (b, m) aprēķina pēc 2.3.formulas:

$$b = b_o + 2mH, \quad (2.3.)$$

kur b_o -grāvja dibena platums, m;
 m - grāvja nogāzes slīpuma rādītājs;
 H -grāvja dziļums, m.

Trapeces veida šķērsprofila laukumu (w , m^2) aprēķina pēc 2.4.sakarības:

$$W = (b_o + mH)H \quad (2.4.)$$

Izrokamās grunts daudzumu (V , m^3) aprēķina pēc 2.5.formulas:

$$V = \frac{W_1 + W_2}{2} L, \quad (2.5.)$$

kur W_1 un W_2 - grāvju šķērslaukumi posma sākumā un posma beigās, m^2 ;
 L - posma, kurā nemainās zemes virsmas un grāvja dibena slīpumi, garums, m.

Nepieciešamības gadījumā trapeces veida šķērsprofila nogāzes garumu (l , m) aprēķina pēc 2.6.formulas (sk.2.5.att.):

$$l = H\sqrt{1 + m^2} \quad (2.6)$$

Nogāzes slīpuma rādītāju (m) izsaka 2.7. sakarība (sk.2.5.att.):

$$m = \frac{a}{4} = ctg\varphi, \quad (2.7.)$$

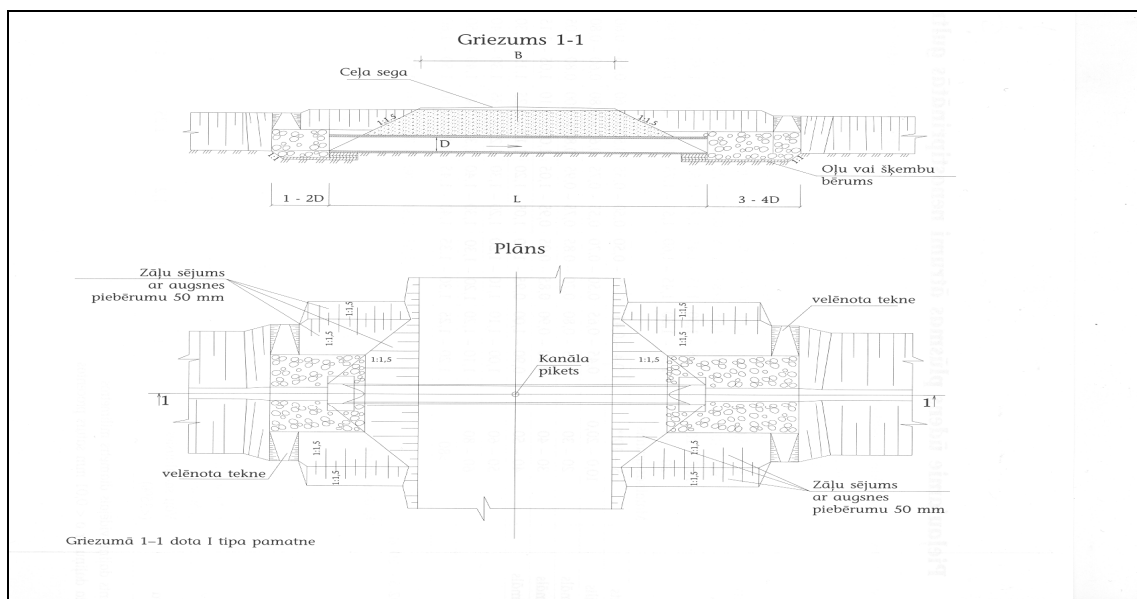
kur a – grāvja nogāzes projekcijas garums uz horizontālās ass, m;

φ - nogāzes slīpuma leņķis, grādi.

2.5. Transporta un hidrotehniskās būves

Visbiežāk pielietotās satiksmes būves uz nosusināšanas sistēmas tīkla ir caurtekas, kurām jānodrošina ērta nosusinātās platības apsaimniekošana. Hidromelioratīvā būvniecībā visvairāk izmanto bezspiediena caurtekas, bet pie lielākiem caurplūdumiem tās var būt

appludinātas un īslaicīgi darboties spiediena režīmā. Caurtekas parasti izgatavo no dzelzsbetona ar apaļu vai taisnstūra šķērsriezumu. Pēdējā laikā pielieto arī gofrētās plastmasas caurules ar iekšējiem diametriem 0.50m, 0.80m, 1.00m, 1.20 m, 1.40 m un 1.60 m. Caurules iegulda izraktā tranšējā, apber ar grunti, sablīvējot to kārtām līdz ceļa klātnes augstumam, nolīdzina un nostiprina uzbēruma nogāzes. Ja nav gala nostiprinājumi, caurules gali paliek redzami. Caurtekas ieplūdes un izplūdes daļas gultnē nostiprina ar akmeņiem, dzelzsbetona plātnēm, oļiem, šķembām u.c. materiāliem (2.6.att.).



2.6.att. Caurteka bez gala sienām uz planētas vietējās nesaistītas un vāji saistītas grunts pamatnes

Cauruļu garuma samazināšanai caurtekas galos, kā galu nostiprinājumus, var izbūvēt dažādas konstrukcijas vertikālu sienu no dzelzsbetona.

Caurtekas garumu (L_c , m) nosaka pēc 2.8. formulas:

$$L_c = B + 2mH_{uzb}, \quad (2.8.)$$

kur B – ceļa klātnes platums, m;

H_{uzb} – grunts uzbēruma augstums no grāvja dibena līdz ceļa virsmai (ja projektē gala sienīņu, tad no caurules augšējās virsmas līdz ceļa virsmai), m.

Minimālais uzbēruma augstums virs caurules 0.5 m. Uz regulējošā un norobežojošā tīkla izbūvē caurtekas ar iekšējo diametru ne mazāku kā 0.5 m, bet, ja caurtekas garums pārsniedz 10 m, kā arī uz mazbaseina novadgrāvjiem ne mazāku kā 0.8 m. Uz ceļa nobrauktuvēm caurtekas diametru var samazināt līdz 0,4 m.

Lai caurtekas neaizsērētu, tās projektē ar garenslīpumu ne mazāku par 5 %, pie kam caurtekas garenslīpums nedrīkst būt mazāks par grāvja garenslīpumu augšpus tās.

Ja caurteku izbūvē putekļainās vidēji blīvās smilts, putekļainās plūstošās smilšmāla un māla gruntīs, tad cauruli iegulda uz vismaz 0.2 m bieza sablīvētas smilšainas, mālsmilts vai smilšmāla grunts pamata un otrās vai trešās klases neausta ģeotekstila pamatojuma. Biogēnās gruntīs (pārkūdrota smilts, kūdra, sapropelis) pamatojums caurulēm jāveido vēl izturīgāks [2].

Dzelzbetona caurteku posmu savienojumu vietas izveido ūdens necaurlaidīgas, caurules aizsargā ar karsta bitumena vai bitumena emulsijas hidroizolāciju. Gofrētās plastmasas caurules savieno ar blīvgumijām.

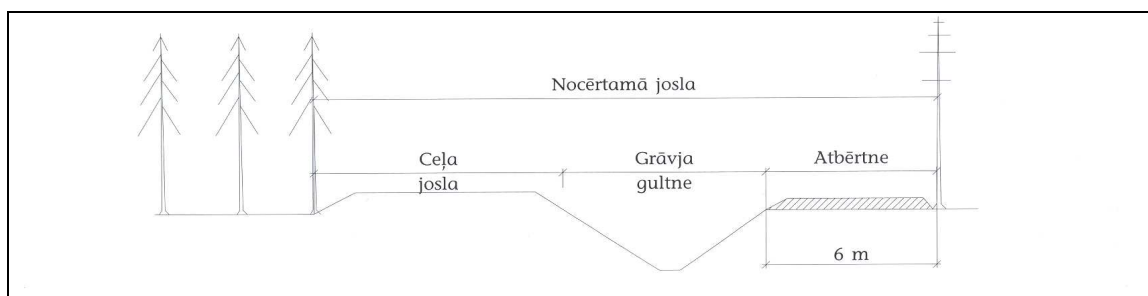
Ceļa zemes klātnes uzbēruma un grāvja gultnes nogāzes caurtekas ieplūdes un izplūdes posmos jānostiprina 0.3 m augstāk par caurtekas virsas atzīmi. Caurtekas ieplūdes daļu nostiprina 1...2 caurtekas diametru garumā, bet izplūdes daļu 3...4 caurtekas diametru garumā. Nostiprināšanas veidu skatīt 2.6.attēlā.

Gājēju vajadzībām uz novadtīkla pie sakaru un elektrolīnijām, ja tuvumā nav tilts vai caurteka, projektē kājnieku laipas [2].

Nepieciešamības gadījumos pie ceļiem meža faunas vajadzībām un nelielu vietējo ugunsgrēku lokalizēšanai projektējami ūdens baseini līdz 300 m² ar dziļumu no 2.0...3.0 m, kuri izvietojami hidroloģiski piemērotās ieplakās pēc tipveida vai individuāliem projektiem.

2.6. Galveno darba apjomu noteikšana

Lielāko darba apjomu nosusināšanas sistēmas būvniecībā mežu platībās veido dažādas nozīmes grāvju gultņu izrakšana. Lai nodrošinātu projektētā šķērsriezuma ekskavāciju aizaugušā apvidū, izcērtama attiecīgā platuma trase. Nocērtamās trases platumu veido grāvja berma, grāvja virsplatums, atbērtnes platums (vismaz 6 m) un, ja nepieciešams, atbērtnes pusē josla izrakto celmu un izrakto akmeņu novietošanai (2 m platumā). Celmu joslā jāparedz pārrāvumi mežizstrādes vajadzībām. Projektētājs izvērtē grāvja parametrus un mežaudzes stāvokli un nosaka nocērtamās joslas platumu (2.7.att.).



2.7.att.Grāvja trase.

Ja uz grāvja atbērtnes veido meža ceļu, tad atbērtnes joslas platumu atkarībā no ceļa nozīmes palielina par 1...2 m. No apauguma jāatbrīvo arī vismaz 5 m garš posms aiz grāvja augšgala – ekskavatora stāvvietai.

Notīrāmās platības laukumu aprēķina katram grāvim atsevišķi pareizinot trases platumu ar trases garumu. Celmu novākšana jāveic grāvja virsmas platumā. Ja uz atbērtnes paredzēts meža ceļš, tad celmi jānovāc arī ceļa klātnes robežās pie nosacījuma, ka ceļa klātnes augstums ir mazāks par 0.5 m. Pretējā gadījumā kokus nozāgē pēc iespējas zemāk un celmus var atstāt.

No grāvjiem izrokamās zemes daudzumu katram grāvim aprēķina saskaņā ar 2.5.formulu pa posmiem un pēc tam iegūtos lielumus summē. Vidēji uz atbērtnes izlīdzina 50 % no izraktās grunts. Aprēķinos iegūtos datus apkopo 2.2.tabulā.

2.2.tabula

Galveno darbu apjomu aprēķins

Grāvja apzīmējums	Grāvja garums, m	Sagatavojamās trases		Celmu novākšanas platība, ha	Izrokamās grunts daudzums, m ³	Izlīdzināmās grunts daudzums, m ³
		platums, m	platība, ha			

Visās novadtīkla un nosusināšanas grāvju vietās, kur tos šķērso ceļi vai nobrauktuves ir jāprojektē caurtekas. Visām nepieciešamajām caurtekām veido sarakstu, kurā apkopo caurteku parametrus (2.3.tabula). Caurtekas garumu aprēķina pēc 2.8.formulas.

2.3.tabula

Caurteku saraksts

Būves Nr.	Būves atrašanās vieta		Caurtekas diametrs, m	Caurtekas garums, m	H _{uzb} , m	Ceļa klātnes platums, m
	Grāvja Nr.	Pikets				

3. Meža ceļu projektēšana un būve

Meža ceļi ir viens no svarīgākajiem nosacījumiem meža vērtības paaugstināšanai un meža apsaimniekošanas izmaksu samazināšanā. Ceļš ir jebkuras saimnieciski izmantojamās teritorijas ražošanas infrastruktūras pamats. Arī racionāla meža apsaimniekošana nav iedomājama bez ceļiem. To būve ir darbietilpīga un dārga, bet nepieciešama gan iegūto kokmateriālu nogādei uz pārstrādes vai patēriņa vietām, gan meža atjaunošanas, kopšanas, un apsardzības nodrošināšanai. Lai gan AS „Latvijas valsts meži” bilancē ir vairāk kā 10000 km meža ceļu, to kopgarums ir nepietiekošs. Meža ceļu blīvums Latvijā vēl tālu atpaliek no šī rādītāja Rietumeiropas valstīs. Tādēļ jaunajiem mežizstrādes speciālistiem ir jābūt zināšanām par meža ceļu projektēšanu, būvi un uzturēšanu, lai nodrošinātu meža ceļu tīkla attīstību nākotnē.

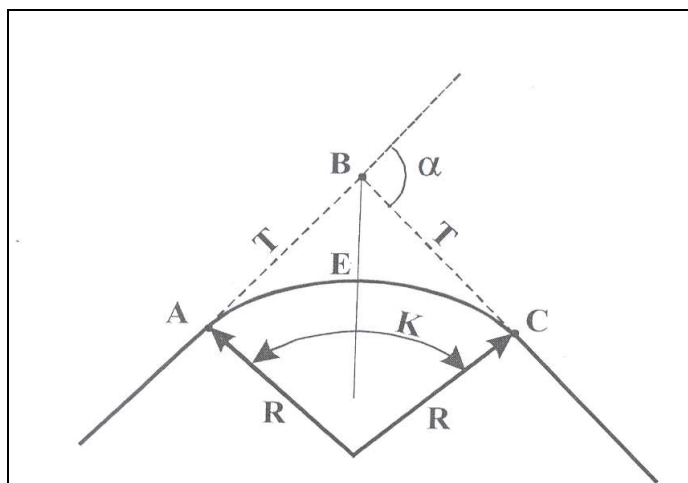
3.1. Grunts un reljefa raksturojums meža ceļa būves apvidū

Dati iegūstami no topogrāfiskās izmeklēšanas plāna, kurā dotas augstuma atzīmes virs jūras līmeņa, parādītas horizontāles un grunts sastāvs urbumu vietās. Iegūto datu analīzes rezultātā un ņemot vērā ieprojektēto nosusināšanas tīklu, plānā tiek iezīmēta maģistrālā un bezkategorijas ceļa, kurš pieslēdzas maģistrālām ceļam, trase. Maģistrālo ceļu lietderīgi ieprojektēt pa kādu no kvartālstigām, lai samazinātu izcērtamā meža platību, bet bezkategorijas ceļu pa kādu no grāvju atbērtņēm. Optimālais ceļa virziens no meža kopšanas un izmantošanas viedokļa ir šķērsām projektētiem cirsma virzieniem.

3.2. Ceļa trases plāns

Pēc ceļa trases ieprojektēšanas sastāda trases plānu mērogā 1:2000. Plānā parāda ceļa trasi ar situāciju 50 m joslā uz katru pusi no trases, plāna līknes, pieslēgumus un nobrauktuves, autotransporta maiņas punktus, paredzamo krautuvju vietas un citus elementus.

Vietās, kur ceļa trase maina virzienu, veidojas plāna līknes. Katru plāna līkni (3.1.att.) raksturo pagrieziena leņķis (α , grādi) un liekuma rādiuss (R , m). Minimālais rādiuss 100 m (izņēmuma gadījumos 30 m).



3.1.att. Autoceļa plāna līknes parametri: α - trases pagrieziena leņķis starp trases iepriekšējo un nākamo virzienu, A-līknes sākuma punkts, B-pagrieziena leņķa virsotne, C-līknes beigu punkts, R-līknes rādiuss, T-tangentes, K-līknes garums.

Lai noteiktu trases saīsinājumu braucot pa līkni, ir jāaprēķina līknes parametri. Tangenti (T , m) aprēķina pēc 3.1. formulas:

$$T = R \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \quad (3.1.)$$

kur α - trases pagriezienu leņķis, grādi.

Līknes garumu (K, m) aprēķina pēc 3.2.sakarības:

$$K = \frac{\pi R \alpha}{180} \quad (3.2.)$$

Nospraustās trases garums pa taisnām līnijām, salīdzinot ar projektējamā ceļa garumu pa plāna līkni būs garāks par noteiktu lielumu (D, m), ko sauc par diferenci un aprēķina pēc 3.3.formulas:

$$D = 2T - K, \quad (3.3.)$$

Piketu līknes sākumā (A) nosaka no pagriezienu leņķa virsotnes piketa (B) atskaitot tangenti (T), bet piketu līknes beigās attiecīgi līknes sākuma piketam pieskaitot līknes garumu (K).

Uz autoceļa plāna parāda ZD virzienu un izvieto tabulu ar aprēķinātiem plāna līkņu parametriem (3.1.tab.).

3.1.tabula

Ceļa plāna līkņu parametri

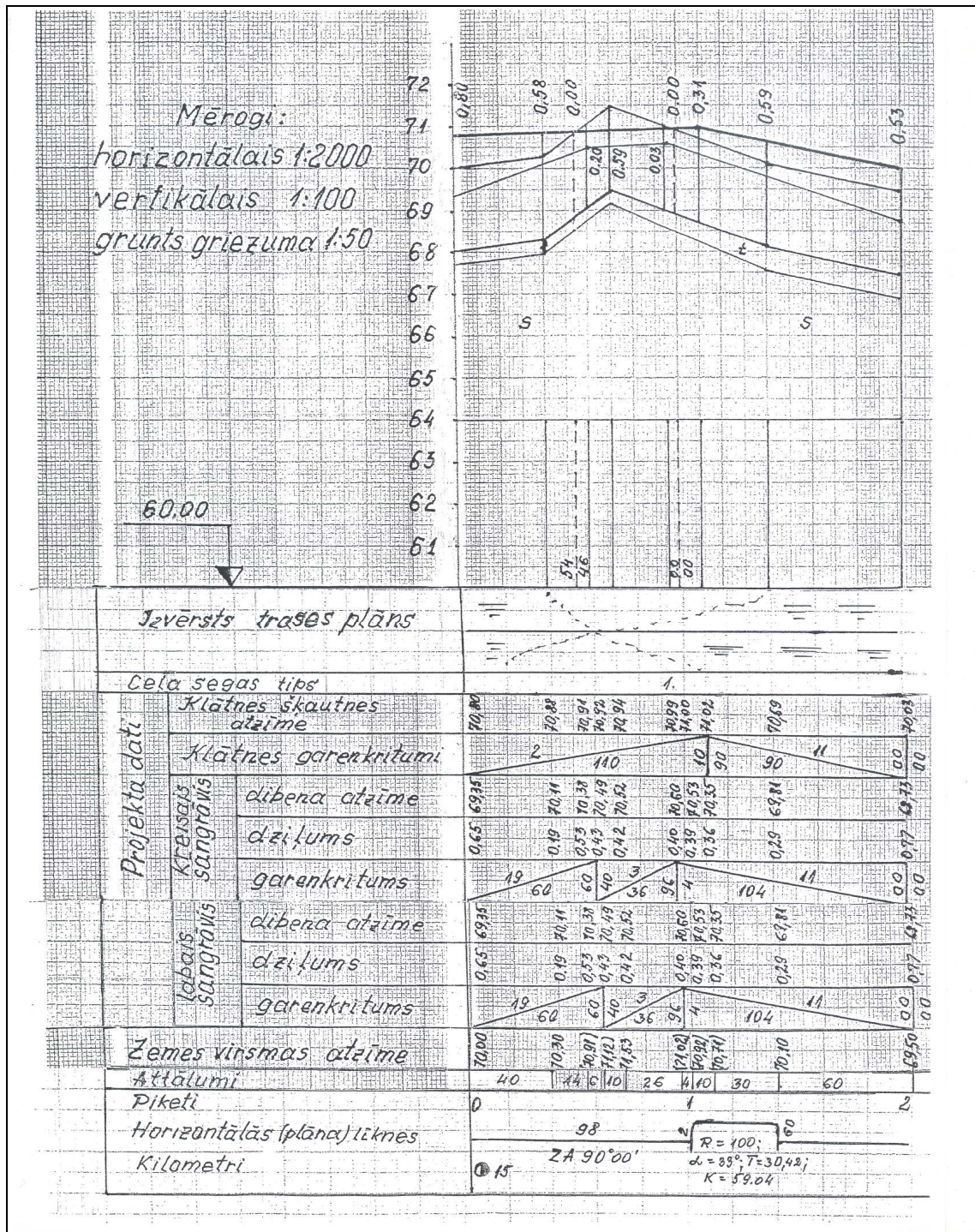
Līknes Nr.	Virsošnes		Pagriezienu leņķis, grādi		Līkņu parametri, m				Līknes			
	pikets	+	pa labi	pa kreisi	R	T	K	D	sākuma		beigu	
									pikets	+	pikets	+

3.3. Ceļa garenprofils

Kursa projektā ceļa garenprofilu zīmē maģistrālam ceļam. Ceļa garenprofils ir zemes klātnes vertikālais griezumus pa ceļa asi un tas ir viens no galvenajiem ceļa projekta dokumentiem. Garenprofilā parāda zemes virsmas (melno) un projekta (sarkano) līniju, darba atzīmes un profilīknes, grunts ģeoloģisko griezumumu, ceļa inženiertehniskās būves, ceļa segas konstruktīvo izveidojumu, ceļa sāngrāvjus vai sānu rezerves, piketu un pluspiketu stāvokli, izvērstu ceļa trases plānu ar situāciju 50 m platā joslā uz abām pusēm no ceļa ass, reperu atrašanās vietas un citus elementus (3.2.att.).

Kursa projektā ceļa garenprofilu zīmē uz 29 cm plata un līdz 100 cm gara milimetru papīra. Labākas uzskatāmības un reljefa iezīmēšanas dēļ garenprofila horizontālo mērogu pieņem 1:2000, vertikālo 1: 100 un grunts ģeoloģiskā griezumā 1:50.

Zemes virsmas augstumus (melno līniju) pa ceļa asi nosaka nivelējot, bet kursa projektā tie ņemami no topogrāfiskā plāna. Garenprofilā zemes virsmas līniju iezīmē kā tievu (0,2 mm) melnu līniju. Visas augstuma atzīmes garenprofilā nosaka ar precizitāti 0.01 m.



3.2.att.Ceļa garenprofils

Ceļa projektlīnija nosaka zemes klātnes stāvokli un augstumu ceļa garenprofilā. Zemes klātne veido ceļa segas pamatni un no tās izturības un noturības ir atkarīgi ceļa kvalitātes rādītāji – segas līdzenuma un stiprība. Tādēļ projektlīnija jāizvelk tā, lai tā nodrošinātu optimālus mitruma apstākļus zemes klātnē zem ceļa segas, ātru virszemes ūdeņu novadīšanu, ceļa aizsargāšanu pret aizputināšanu, iespējami mazākus zemes darbu apjomus un to mehānizētu izpildi, kā arī lai būtu nodrošināta vienmērīga un droša transportlīdzekļu kustība ar aprēķina ātrumu (maģistrālam ceļam – 30 km h⁻¹).

Zemāko kategoriju autoceļiem ar mazu kustības intensitāti projektē aptverošu sarkano līniju, kura atrodas virs zemes virsmas un pēc iespējas ir pieskaņota melnajai līnijai. Tomēr stipri lauzīta reljefa apstākļos, lai nodrošinātu pieļaujamus ceļa garenslīpumus, projektē šķērsojošu sarkano līniju.

Iezīmējot projektlīniju, jāvadās no pastāvošiem trases kontrolpunktiem, kuru minimālie augstumi ir precīzi fiksēti. Pie kontrolpunktiem pieskaitāmas pieslēgšanās augstuma atzīmes pie pastāvošiem ceļiem, sliežu galviņas augstums pie dzelzceļa pārbrauktuvēm, izbūvējamo tiltu klāju un caurteku augstumu atzīmes, minimālie augstumi virs augstākā gruntsūdens līmeņa atkarībā no grunts sastāva u.c. Caurteku izbūves vietās minimālam grunts slāņa biezumam virs tās jābūt 0.5 m. Periodiski pārplūstošās vietās un vietās, kur uzbērumu apskalo ūdens, zemes klātnes šķautnei jābūt vismaz par 0.5 m augstākai par visaugstāko ūdens līmeni. Meža infrastruktūras objektu projektēšanas tehniskie noteikumi arī nosaka, ka minimālajam, ceļa klātnes šķautnes augstumam jābūt virs augstākā gruntsūdens līmeņa vismaz par 0.7 m smalkas un vidējas smilts gruntis, 1.2 m – plūstošas smilts un smagas mālsmilts gruntis, 1.5 m – plūstošas mālsmilts, smilšmāla un māla gruntis.

Lai atvieglotu ūdens novadīšanu no ceļa klātnes, to ieteicams projektēt uzbērumā 0.5...0.6 m virs melnās līnijas. Uzkalnos projektlīniju var tuvināt reljefam, turpretī iepakās vēlams to nedaudz paaugstināt. Tāds sarkanās līnijas izvietojums atbilst grunšu mitruma apstākļiem un sniega masas sadalījumam. No ierakumiem pēc iespējas jācenšas izvairīties, bet, ja nepieciešams, tie projektējami ar vismaz 5 % lielu garenslīpumu.

Pēc projektlīnijas kontrolpunktu un normatīvajos aktos pieļaujamo ceļa klātnes šķautnes minimālo augstumu noteikšanas un atlikšanas garenprofilā, tajā sāk iezīmēt projektlīnijas aptuveno stāvokli, ko pēc tam precizē, ievērojot ceļa maksimāli pieļaujamus garenslīpumus (60 ‰). Projektētos garenslīpumus noapaļo līdz veselām promilēm (‰).

Faktiskās projektlīnijas augstuma atzīmes piketos un pluspiketos aprēķina sākot no ceļa sākuma pēc 3.4. sakarības:

$$H_{nāk.} = H_{iepr.} \pm id, \quad (3.4.)$$

kur $H_{nāk.}$ - nākošā piketa vai pluspiketa augstuma atzīme, m;

$H_{iepr.}$ - iepriekšējā piketa vai pluspiketa augstuma atzīme, m;

i – projektlīnijas posma garenslīpums, decimāldaļas;

d – projektlīnijas posma garums, m.

Projektlīnijas garenslīpumus (i) aprēķina:

$$i = \frac{H_2 - H_1}{d}, \quad (3.5.)$$

kur H_2 un H_1 - projektlīnijas taisnā posma beigu un sākuma punktu augstumu atzīmes, m.

Garenprofila lūzumus, kuros garenslīpuma izmaiņa lielāka par 20 %, jānoapaļo ar vertikālajām līknēm (kursa projektā šo līkņu aprēķini nav jāveic).

Projektlīniju garenprofilā iezīmē 0.8 mm biezumā ar sarkanu krāsu un tā attiecas uz jaunbūvējamā ceļa zemes klātnes šķautni. Visas projekta atzīmes garenprofilā iezīmē ar sarkanu krāsu, atšķirībā no lauku darbos uzmērītajiem datiem, kurus parāda ar melnu krāsu.

Darba atzīmes ir vienādas ar starpību starp projekta un zemes virsmas atzīmēm. Tās raksta 0.5 cm attālumā virs sarkanās līnijas, ja ceļš iet uzbērumā un attiecīgi zem tās, ja ceļu veido ierakumā.

Ja projektlīnija šķērso zemes virsmas līniju (nulles vietas), tad jānosaka uzbēruma un ierakuma robežas. Nulles vietas atrašanās attālumu (d_o , m) no iepriekšējā piketa vai pluspiketa aprēķina pēc 3.6.formulas:

$$d_o = \frac{H'_d}{H'_d + H''_d} d, \quad (3.6.)$$

kur H'_d un H''_d - ierakumā un uzbērumā blakus esošās darba atzīmes, m;

d – attālums starp darba atzīmēm, m.

Nulles vietu garenprofilā parāda kā raustītu zilu līniju, norādot tās attālumu līdz blakus esošiem piketiem, kurus raksta virs zemprofila tabulas.

Zemprofila tabulas rindiņā „Klātnes garenkritumi” virs svītras parāda sarkanās līnijas slīpumu promilēs, bet zem tās posma garumu, kura slīpums ir nemainīgs. Ar vertikālu līniju norāda garenprofila lūzuma vietas un katrā tās pusē raksta attālumu līdz blakus esošiem piketiem.

Grunts ģeoloģisko griezumam, lai tas būtu uzskatāmāks, iezīmē atkāpjoties par 2 cm zem melnās līnijas. To iegūst savienojot ar līnijām šurfos vai urbumos iegūtos attiecīgo grunts slāņu robežpunktus. Kursa projektam datus ņem no topogrāfiskā plāna, kurā urbumu vietās formulas veidā doti grunts slāņu biezumi un atbilstošās grunts veids. Ja uz ceļa trases urbumu nav, datus grunts ģeoloģiskam griezumam iegūst interpolācijas ceļa no blakus esošajiem urbumiem. Grunts veidu attiecīgā ceļa posmā nepieciešams zināt, lai izvēlētos ceļa konstrukciju un veiktu ceļa segas stiprības aprēķinus. Ceļa posmu garumus ar nemainīgiem ceļa segas parametriem, norādot arī segas tipu, ieraksta zemprofila tabulas atbilstošā rindiņā.

Lai no ceļa novadītu virszemes ūdeni, tā vienā vai abās pusēs projektē sāngrāvjus. Garenprofilā iezīmē grāvja dibena augstuma līniju, pie tam ar nepārtrauktu līniju aiz ceļa esošā un ar pārtrauktu – tuvākā grāvja dibena līniju. Ceļa sāngrāvjus projektē pēc vajadzības. Mitrās vietās tie veic arī susinātājgrāvju funkcijas. Sāngrāvju parametri un minimālie garenslīpumi tādi paši kā susinātājgrāvjiem (sk.2.4.apakšnodaļu). Minimālais attālums no sāngrāvja dibena līdz ceļa drenējošam slānim – 0.4 m. No sāngrāvjiem izraktā derīgā grunts izmantojama zemes klātnes būvei. Ceļa sāngrāvjiem noteiktās dibena atzīmes,

slīpumus un dziļumus ieraksta garenprofila atbilstošajās rindiņās. Grāvja dibena garenslīpuma rindiņu aizpilda līdzīgi kā ceļa klātnei.

Garenprofilā iezīmē arī visas ceļu šķērsojošās caurtekas, norādot to atrašanās vietas piketu, caurtekas numuru un diametru. Virs projekta līnijas ar atbilstošām apzīmēm parāda nobrauktuvju, transpora izmainīšanās un apgrīšanās laukumu, kā arī reperu atrašanās vietas.

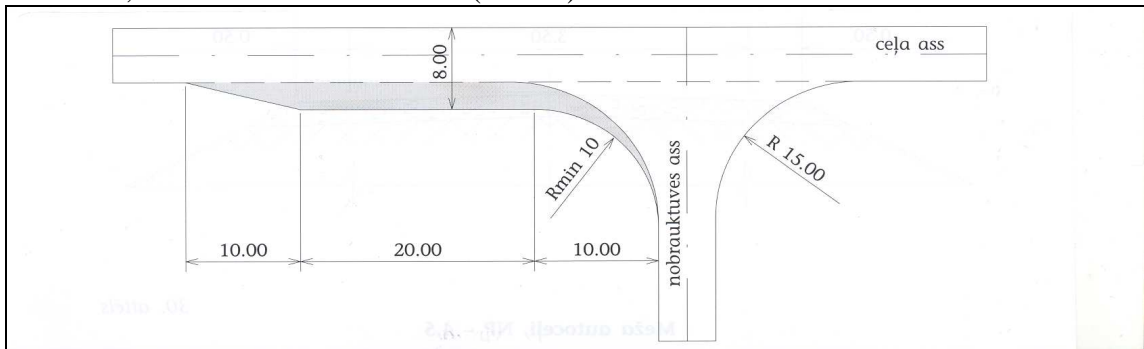
Garenprofilā katrā projektlīnijas, grāvja dibena garenslīpuma, zemes virsmas lūzuma un piketa vietā veido mēru ķēdes un nosaka attālumus starp tām. Šie dati nepieciešami zemes darbu apjoma noteikšanai. Datus mēru ķēdēm iegūst aprēķinu ceļā (sk. 3.4., 3.5.formulas). Aprēķinātās zemes virsmas augstuma atzīmes liek apaļās iekavās, lai tās atšķirtu no nivelēšanas ceļā iegūtām augstuma atzīmēm. Attāluma summai starp mēru ķēdēm piketa robežās jābūt 100 m.

Garenprofila atsevišķā rindiņā ievelk ceļa asi un parāda situācijas plānu. Rindiņā „Horizontālās līknes” parāda ceļa taisno posmu garumus, to virzienus (azimutus) un plāna līknes ar to parametriem. Taisnā posma garumu liek virs līnijas, bet tā virzienu zem līnijas. Parāda arī līknes sākuma un beigu punktu attālumus līdz piketiem. Ja iezīmētais lociņš uz augšu, tad ceļš pagriežas pa labi un otrādi. Garenprofila pēdējā rindiņā ar pusiekrāsotu aplīti parāda projektētā ceļa sākuma un turpmākos kilometrus.

3.4. Ceļu krustojumi un nobrauktuves

Meža ceļu krustojumi ar valsts autoceļiem jāprojektē atbilstoši valsts autoceļu projektēšanas normatīvo aktu prasībām un jāsaskaņo ar VAS „Latvijas valsts ceļi”. Meža autoceļu savstarpējie krustojumi un nobrauktuves, no kurām perspektīvā paredzēti jauni ceļu atzari, jāprojektē ceļa taisnajos posmos vai plāna līknēs, kur ir nodrošināta ceļa virsmas redzamība vismaz 100 m (izņēmuma gadījumā 25 m). Krustojumi un nobrauktuves jāveido taisnā leņķī vai tuvu tam. Izņēmuma gadījumos leņķi var samazināt līdz 30°, bet tas atbilstoši jāpamato. Minimālais noapaļojuma rādiuss krustojumā – 15 m. Mazsvarīgākā ceļa garenslīpums 30 m garumā no ceļa krustpunkta nedrīkst pārsniegt 40 ‰. Vienādas nozīmes ceļu krustojumā šis noteikums attiecas uz visiem ceļiem. Ja meža ceļam ar segumu pieslēdzas grunts ceļš, tam jāparedz segums 15...20 m garumā no ceļa ass.

Meža ceļiem ik pēc 300-400 metriem, kvartālstīgu krustojumos un krustojumos ar bezkategoriju ceļiem projektē 15...20 m garas un 3.5...4.5 m platas nobrauktuves ar noapaļojuma rādiusu 10...15 m. Kvartālstīgu krustojumos projektē autotransporta maiņas laukumus, savienotus ar nobrauktuvi (3.3.att.).



3.3.att. Autotransporta maiņas laukums pie nobrauktuves

Kursa projektā jādod maģistrālā un bezkategorijas ceļa krustojuma rasējums un tā apraksts.

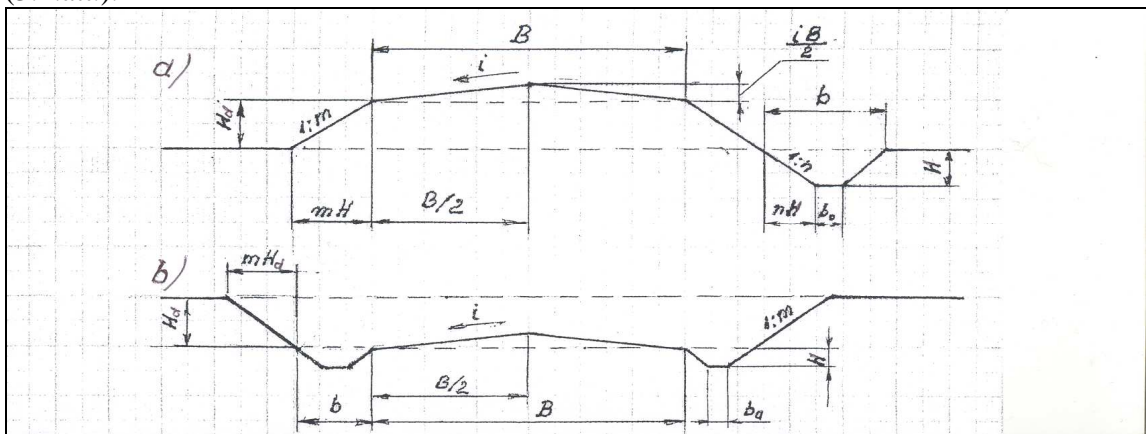
3.5. Ceļa zemes klātnes šķērsprofils

Ceļa vertikālo griezumu plaknē perpendikulāri tā asij sauc par ceļa šķērsprofilu. Zemes klātnes šķērsprofila veids ir atkarīgs no apvidus reljefa, ceļa klātnes augstuma atzīmes, augsnes – grunts apstākļiem, gruntsūdens dziļuma un virszemes ūdens noteces apstākļiem. Virszemes ūdens novadīšanai ceļa klātni veido ar 30...40 % lielu šķērsslīpumu uz abām pusēm no ceļa ass. Ceļa līkumos, kur veido virāžas, klātnes šķērsslīpumu veido vienpusēju, vērstu uz līknes centru.

Kursa projektā jādod trīs raksturīgākie maģistrālā ceļa zemes klātnes šķērsriezuma rasējumi, norādot to atrašanās vietas (piketūs) un pieliekot visus nepieciešamos izmērus, kā arī augstuma atzīmes klātnes šķautnei, zemes virsmai un grāvja dibenam. Šķērsprofilam kūdras gruntīs jādod tā konstruktīvais risinājums.

3.6. Zemes darbu apjoma aprēķins

Zemes klātnes būvei meža ceļiem, atšķirībā no vispārējas nozīmes ceļiem, izmanto vietējo derīgo grunti, ko iegūst no ceļa sāngrāvjiem, sānu rezervēm un ierakumiem. Tādēļ jāveic zemes darbu apjoma aprēķins, lai noteiktu vai vietējā grunts pietiks ceļa klātnes veidošanai un cik daudz grunts būs jāpieved no karjera. Izejas datus aprēķiniem ņem no ceļu garenprofila. Aprēķinus veic pa ceļa posmiem, kuros izveidojas mēru ķēdes. Vispirms nosaka katra posma vidējo šķērslaukumu un to pareizina ar posma garumu, iegūstot piedēdamās vai liekās grunts apjomu posmā. Lai noteiktu zemes klātnes šķērslaukumus, tos sadala vienkāršās ģeometriskās figūrās, kurām nosaka laukumus un pēc tam tos summē (3.4.att.).



3.4.att. Zemes klātnes šķērsprofils ceļa uzbērumā (a) un ierakumā (b)

Nepieciešamās grunts apjomu uzbērumam (V_u, m^3) nosaka pēc 3.7.formulas:

$$V_u = (a + BH_{dv} + mH_{dv}^2 - ZW_v)d, \quad (3.7.)$$

kur a - ūdens noteces prizmas šķērslaukums, m^2 ;
 B - ceļa klātnes platums, m ;
 H_{dv} - vidējā darba atzīme posmā, m ;
 m - klātnes nogāzes slīpuma rādītājs;
 Z - sāngrāvju skaits;
 W_v - vidējais grāvja šķērslaukums, m^2 ;
 d - posma garums, m .

Ūdens noteces prizmas šķērslaukumu aprēķina pēc 3.8. izteiksmes:

$$a = \frac{iB^2}{4}, \quad (3.8.)$$

kur i - klātnes šķērsliņums, decimāldaļas.

Vidējo darba atzīmi (H_{dv}, m) nosaka kā šī lieluma vidējo aritmētisko posma sākumā un posma beigās.

Vidējais sāngrāvja šķērslaukums aprēķināms pēc 3.9.formulas:

$$W_v = (b_o + nH_v)H_v, \quad (3.9.)$$

kur b_o - trapecveida sāngrāvja dibena platums, m ;
 n - sāngrāvja nogāzes slīpuma rādītājs;
 H_v - vidējais grāvja dziļums posmā, ko aprēķina kā vidējo aritmētisko no grāvja dziļuma posma sākumā un posma beigās.

Liekās grunts apjomu ierakuma posmā (V_i, m^3) aprēķina pēc 3.10. izteiksmes:

$$V_i = [(B + 2b)H_v + mH_v^2 + ZW_v - a]d, \quad (3.10.)$$

kur b -grāvja augšmalas platums, m .

$$b = b_o + 2nH_v \quad (3.11.)$$

Ja darba atzīmju starpība posma sākumā un posma beigās ir lielāka par 1.0 m, tad zemes darba apjomiem pieskaita korekciju (ΔV , m³), ko aprēķina pēc 3.12. sakarības:

$$\Delta V = \frac{m(H_{d2} - H_{d1})^2}{12} d, \quad (3.12.)$$

kur H_{d2} un H_{d1} - darba atzīmes posma beigās un posma sākuma, m.

Atsevišķos ceļa posmos veiktajiem aprēķiniem jāveic labojumi. Ceļu krustojumu, nobrauktuvju, automobiļu maiņas vietās un ceļa līkumos klātņi paplašina un līdz ar to nepieciešama papildus grunts, ko aprēķina pēc 3.13.formulas:

$$\Delta V_p = \Delta B_v H_{dv} L_p, \quad (3.13.)$$

kur ΔV_p – papildus grunts klātnes paplašinājuma vietās, m³;
 ΔB_v – vidējais ceļa klātnes paplašinājums ceļa posmā, m;
 H_{dv} – vidējā darba atzīme posmā, m;
 L_p – paplašinājuma garums, m.

Veidojot uzbērumus, kuru augstums mazāks par 0,5 m, ierakumus un sānu rezerves, tehniskie noteikumi paredz augsnes un trūdvielu slāņa norakšanu. Līdz ar to uzbēruma veidošanai būs nepieciešams vairāk grunts, bet savukārt no ierakumiem un sānu rezervēm iegūsim mazāku grunts apjomu. Nepieciešamo grunts apjoma (ΔV_a , m³) kompensāciju aprēķina pēc 3.14. sakarības:

$$\Delta V_a = h_a B' L_c, \quad (3.14.)$$

kur h_a – norokamās augsnes, trūdvielu vai kūdras slāņa biezums, m;
 B' – uzbēruma, ierakuma vai sānu rezervju platums, mērot pa zemes virsmu, m;
 L_c – ceļa posma garums, m.

Būvējot ceļu uz kūdras gruntīm, jāņem vērā kūdras sēšanās un līdz ar to projektētās ceļa klātnes augstuma samazināšanās. Kūdras sēšanās kompensēšanai nepieciešamās grunts apjomu (ΔV_s , m³) aprēķina pēc 3.15. formulas:

$$\Delta V_s = S B' L_c, \quad (3.15.)$$

kur S – klātnes sēšanās dziļums, m.

Aptuveniem aprēķiniem klātnes sēšanās dziļumu var pieņemt 0.3...0.4 daļas no kūdras slāņa biezuma, ja zem klātnes nav veidots zaru klājums vai ieklāts ģeotekstils un 0.15...0.26 daļas – ja klātnes pamatne pastiprināta ar zaru klājumu un ģeotekstilu.

Zemes darbu apjoma aprēķināšanai var izmantot arī speciālas tabulas, grafikus vai datorprogrammas. Tomēr kursa projektā jādod aprēķinu metodika ar piemēriem. Iegūtie rezultāti apkopojami zemes darbu apjoma aprēķinu tabulā. Piemēru skatīt 3.2.tabulā.

3.7. Caurtekas

Caurtekas, to veidi, tehniskās prasības, galu un pamatnes nostiprinājumu veidi aplūkoti 2.5.apakšnodaļā. Kursa projektā jādod vienas caurtekas uz maģistrālā ceļa garengriezuma rasējums, jāaprēķina tās garums, jāapraksta izbūves tehnoloģija, pamatnes, grāvju nogāžu un caurteku galu stiprinājumi un citi veicamie darbi.

3.8. Ceļa zemes klātnes būvdarbi

Kursa projektā jāapraksta maģistrālā ceļa zemes klātnes būvdarbu izpildes tehnoloģija pa darba operācijām, sākot ar trases sagatavošanas darbiem un beidzot ar zemes klātnes profilēšanu un nogāžu planēšanu, norādot katrā darba operācijā izmantojamās iekārtas un mašīnas.

Zemes darbu apjoma aprēķinsB -; m; b₀ -; m; m -; n -

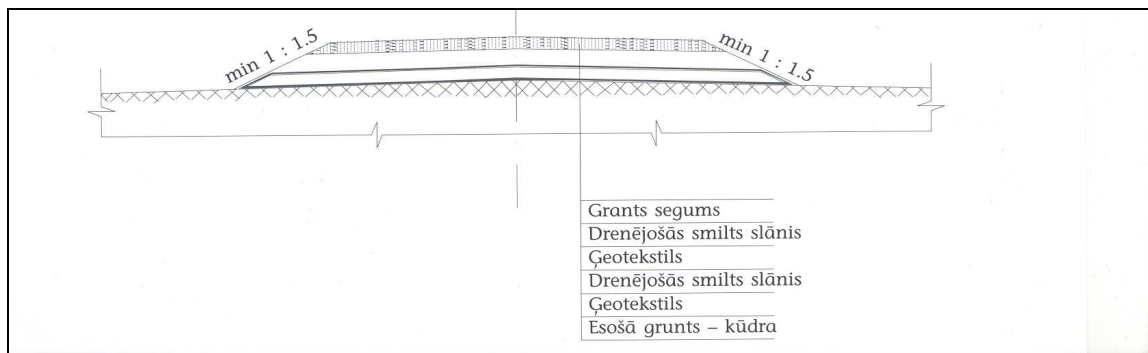
Piketi	Plusi	Attālumi, m	Darba atzīme, m	Vidējā darba atzīme, m	Darba atzīmju starpība, m	Grāvju dziļumi, m				Zemes darbu apjomi, m ³							
						H		H _v		bez labojuma		labojumi				ar labojumiem	
						la-bais	krei-sais	la-bais	krei-sais	uzbē-rumā	iera-kumā	prizma-toidiem	klātnes platuma izmaiņas	augšnes kārtas kompensāc.	klātnes sēšanās kompensāc.	uzbē-rumā	iera-kumā
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

3.9. Ceļa segas konstrukcija un stiprības aprēķini

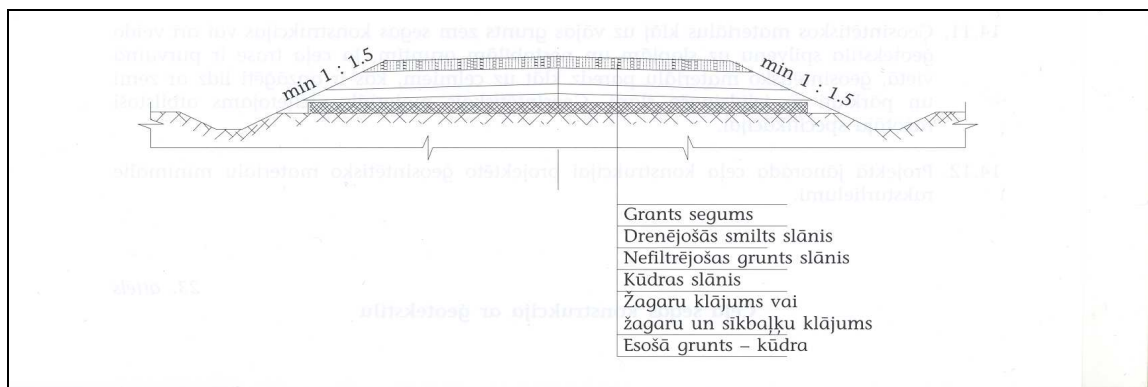
Ceļa segas pēc konstrukcijas var būt no vienas vai vairākām kārtām. Tas atkarīgs no kustības intensitātes, izmantojamo autovilcienu tipa un grunts apstākļiem ceļa būves vietā.

Ja ceļu būves vietā hidroloģiskie apstākļi ir labi un grunts ir no smilts ar filtrācijas koeficientu lielāku par 0.6 m diennaktī, tad ceļa segu var veidot vienā kārtā. Smiltij kā ceļa segas pamatnei ir pietiekoša pretestības spēja slodzēm un spēja novadīt lieko mitrumu uz grunts dziļākiem slāņiem. Nodrošināta arī ir vienmērīga elastības moduļu pāreja no ceļa segas uz grunts pamatni, kuru atšķirība nedrīkst pārsniegt 5...6 reizes. Ja vietējā grunts ir saistīga, kuras elastības modulis ir neliels un atkarīgs no grunts mitruma apstākļiem, šī elastības moduļu atšķirība pārsniedz pieļaujamo. Šādā gadījumā jāveido divkārtu ceļa sega ar izturīgāku pamatni. Elastības moduļu atšķirība segas blakus kārtās nedrīkst pārsniegt 2.5...3.5 reizes. To panāk zem grants vai šķembu segas veidojot pamatni no smilts vai smilts-grants maisījumā. Šāda segas pamatne nelabvēlīgos hidroloģiskos apstākļos nodrošina arī kapilārā ūdens pacelšanās pārtraukšanu no gruntsūdens.

Purvos ar kūdras slāņa biezumu lielāku par 0.5 m zemes klātni pastiprina, veidojot zem drenējošā smilts slāņa ģeotekstila spilvenu (3.5.att.), žagaru vai fašīnu klāju (3.6.att.).



3.5.att. Ceļa segas konstrukcija ar ģeotekstila spilvenu



3.6.att. Ceļa segas konstrukcija uz žagaru klāja kūdrā ar dziļumu 0.5...2.0 m vai žagaru – sīkbalķu klāja ar dziļumu >2.0 m

Ceļa segas stiprības aprēķina pamatā ir nosacījums, ka segas kopējam elastības modulim (E_k , MPa) ir jābūt vienādam vai lielākām par slodzēm, ko radīs autotransports ceļa ekspluatācijas laikā (E_v , MPa), t.i.:

$$E_v \leq E_k \quad (3.16.)$$

Automobilis slodzi uz ceļa segu pārnes ar saviem riteņiem. Tādēļ ļoti svarīgs ir pieļaujamais ass slodzes lielums, kuru nosaka ceļu satiksmes noteikumi [3]. Meža infrastruktūras projektēšanas noteikumi paredz, ka slodze uz divas transportlīdzekļa maksimāli noslogotās ass nedrīkst pārsniegt 100 KN.

Vajadzīgo elastības moduli (E_v , MPa) aprēķina pēc 3.17. formulas [4]:

$$E_v = (50 \lg N \pm a)k, \quad (3.17.)$$

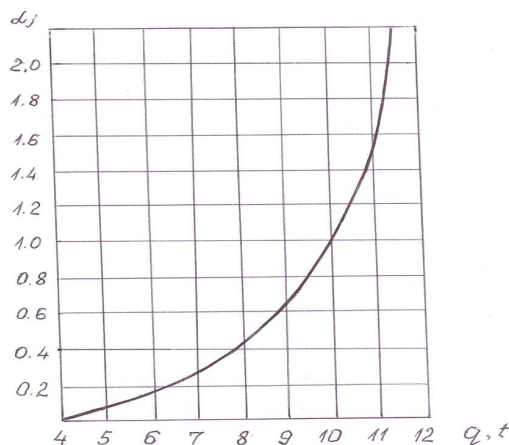
kur N – vidējā aprēķina diennakts kustības intensitāte;
 a – koeficients, kurš atkarīgs no ceļa segas tipa (pārejas tipa segām + 10);
 k – koeficients, kurš ietver papildus slodzes, ko dod automobiļi un piekabju sistēmas bez dubultriepām (1.33).

Vidējo autotransporta diennakts kustības intensitāti aprēķina pēc 3.18.sakarības:

$$N = \frac{Q \sum a_j K_p}{T Q_{av}} \quad (3.18.)$$

kur Q – kokmateriālu izvešanas apjoms pa ceļu, m^3 ;
 α_j – slodzes pielīdzināšanas koeficients katrai autovilcienu asij, atkarībā no slodzes uz tās, t;
 T – darba dienu skaits;
 Q_{av} – autovilciena reisa kravas lielums, m^3 ;
 K_p – koeficients, kas ietver pārējā transporta kustību pa ceļu (pieņemt 1.25).

Slodzes pielīdzināšanas koeficientu katrai autovilciena asij nosaka pēc 3.7.attēlā dotā grafika.



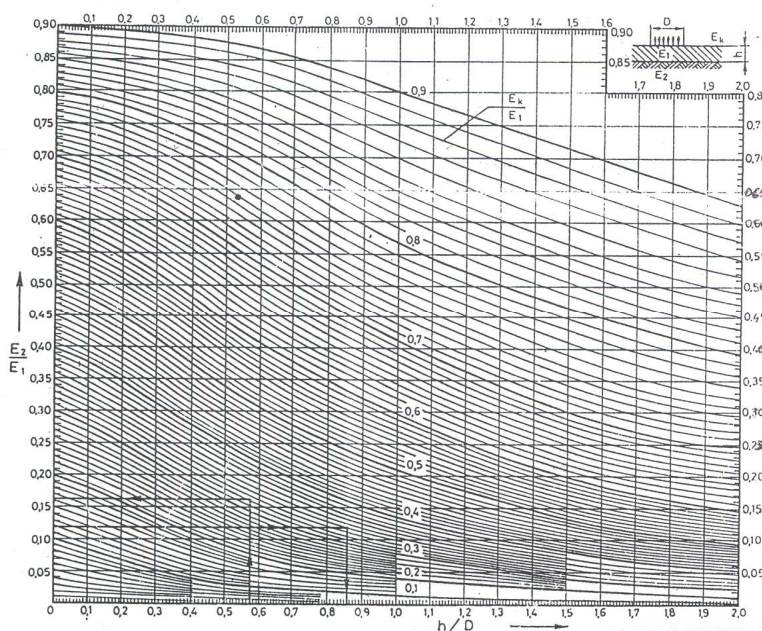
3.7.att. Diagramma slodzes pielīdzināšanas koeficienta (α_j) noteikšanai atkarībā no slodzes uz ass (q, t)

Aprēķināto ceļam vajadzīgo elastības moduli salīdzina ar minimāli pieļaujamo, kurš pārejas tipa ceļa segām ir 65 MPa. Ja noteiktais vajadzīgais elastības modulis ir mazāks, tad turpmākos ceļa segas stiprības aprēķinos pieņem minimāli pieļaujamo vajadzīgo elastības moduli. Tas nodrošina labus ceļa ekspluatācijas apstākļus lieljaudas autovilcieniem arī pie mazas to kustības intensitātes.

Pēc ceļam vajadzīgā elastības moduļa noteikšanas veic ceļa segas stiprības aprēķinus, tas ir ceļa segas vai tās atsevišķo kārtu biezuma noteikšanu, ņemot vērā ceļa segas konstruktīvo risinājumu un izmantojamo materiālu pretestības spēju slodzēm. Vienlīdz izturīgu ceļa segu var iegūt gan mainot segas atsevišķo kārtu biezumus, gan izmantojot segas būves materiālus ar atšķirīgiem elastības moduļiem. Optimizācijas ceļā izvēlamies ekonomiski izdevīgāko variantu.

Zinot ceļa segas konstruktīvo risinājumu un pieejamos būvmateriālus, vispirms nosaka šo materiālu un arī ceļu būves vietā esošās grunts elastības moduļus. Tie atrodami dažādās rokasgrāmatās un mācību – metodiskajā literatūrā [4., 5.]. Elastīgās deformācijas modulis galvenokārt atkarīgs no grunts granulometriskā sastāva, mitruma un blīvuma. Saistīgām gruntīm šis rādītājs atkarīgs no grunts veida un mitruma, kuram palielinoties elastības modulis samazinās. Vidēji mālsmilts gruntīm tas ir robežās no 30...40 MPa, putekļainas mālsmilts, smilšmāla un māla gruntīm attiecīgi 20...30 MPa. Smilšainām gruntīm, atkarībā no putekļu daļiņu piejaukuma un smilts daļiņu raupjuma, tas atrodas robežās no 60...130 MPa. Smalkai grantij elastības modulis ir robežās no 150 līdz 200 MPa, rupjai grantij attiecīgi 200...250 MPa, nešķīrotām šķembām – 200...250 MPa, un šķīrotām šķembām – 250...350 MPa.

Kopējā ceļa segas elastības modeļa aprēķināšanai ir izstrādātas sarežģītas formulas, kuras praktiskām vajadzībām nav piemērotas. Tādēļ šim nolūkam izmanto divkārtu sistēmas kopējā elastības moduļa noteikšanas nomogrammu (3.8.att.).



3.8.att. Nomogramma divkārtu sistēmas kopējā elastības moduļa (E_{kop} , MPa) noteikšanai: E_1 – virsējās kārtas materiāla elastības modulis (MPa), E_2 – apakšējās kārtas materiāla elastības modulis (MPa), h – augšējās kārtas biezums (cm), D – automobiļa riepju nospieduma laukumam ekvivalentā apla laukuma diametrs (cm).

Uz nomogrammas vertikālās ass atliktas segas apakšējās kārtas elastības moduļa attiecības pret segas virsējās kārtas materiāla elastības moduli $\left(\frac{E_2}{E_1}\right)$, bet uz horizontālās ass segas augšējās kārtas biezuma (h , cm) attiecības pret automobiļa riteņa riepu nospieduma laukuma ekvivalento diametru (D , cm), kura minimāli pieļaujamā vērtība pie normētās automobiļa slodzes uz ass 10 t ir 33 cm. Savukārt izliektās līnijas nomogrammā, atkarībā no iepriekš minēto attiecību vērtībām, izsaka abu ceļa segas kārtu kopējā elastības moduļa attiecību pret virsējās kārtas materiāla elastības moduli $\left(\frac{E_k}{E_1}\right)$.

Vienkārtas ceļa segas stiprības aprēķinā ir jānosaka kāds ir minimāli nepieciešamais ceļa segas biezums pie noteikta ceļa segas materiāla elastības moduļa (E_1) un ceļam uzņemamās slodzes lieluma (E_v). Minimālais segas biezums būs, ja kopējais segas elastības modulis (E_k) ir vienāds ar vajadzīgo elastības moduli (E_v), tādēļ aprēķinā abus šos lielumus pielīdzinām ($E_k=E_v$) un turpmāk savstarpēji aizvietojam.

Lai izmantotu nomogrammu, no zināmiem lielumiem sastāda attiecības:

$$\frac{E_o}{E_1} \text{ un } \frac{E_v}{E_1}, \quad (3.19.)$$

kur E_o – grunts elastības modulis, MPa;

E_1 – ceļa segas materiāla elastības modulis, MPa;

E_v – vajadzīgais elastības modulis, MPa.

Aprēķināto attiecību lielumus atliek uz nomogrammas vertikālās ass. No lieluma, kas izsaka attiecību $\left(\frac{E_o}{E_1}\right)$, velk horizontāli, kamēr tā krustojas ar līkni, kas izsaka attiecību $\left(\frac{E_v}{E_1}\right)$. No krustpunkta novelk vertikāli un uz horizontālās ass nolasa attiecību:

$$\frac{h_1}{D} = e; \quad h_1 = eD, \quad (3.20.)$$

kur h_1 – ceļa segas biezums, cm;

D – ekvivalentais riteņu riepu nospieduma laukuma diametrs, cm;

e - uz nomogrammas horizontālās ass nolasītās attiecības lielums.

Šādi aprēķinu ceļā nosakām minimāli nepieciešamās segas biezumu, ņemot vērā tikai auto transporta radītās vertikālās slodzes. Lai ceļa sega uzņemtu arī horizontālās slodzes (paātrinājumu, bremzēšanas spēkus), aprēķinātam ceļa segas biezumam pieskaita 2...3 cm, tā saucamo ceļa segas nodiluma kārtiņu, kuru pēc nodilšanas ceļa uzturēšanas laikā periodiski atjauno.

Nomogramma izmantojama arī pie divkārtu ceļa segas stiprības aprēķina, vispirms nosakot kopējo elastības moduli divām kārtām un nākošā etapā ņemot klāt trešo kārtu. Atkarībā no materiālu pieejamības, cenas un to piegādes izmaksām, vienai ceļa segas kārtai pieņem minimāli pieļaujamo biežumu un aprēķinu ceļā nosaka minimāli nepieciešamo biežumu otrai ceļa segas kārtai. Par cik grants vai šķembas ir dārgāks materiāls salīdzinot ar smilti, tad parasti par minimāli pieļaujamo (15 cm) pieņem segas biežumu un aprēķina nepieciešamo drenējošā slāņa biežumu. Šādā gadījumā vispirms kopējo elastības moduli nosaka ceļa segai un smilts drenējošam slānim (pamatnei). Ņem attiecības:

$$\frac{E_v}{E_1} \text{ un } \frac{h_1}{D} \quad (3.21.)$$

Uz nomogrammas vertikālās ass atliek attiecību $\left(\frac{E_v}{E_1}\right)$ un no tās pa līkni virzās uz leju, līdz krustojumam ar perpendikulu, kas vilkts uz augšu no horizontālās ass pie attiecības $\left(\frac{h_1}{D}\right)$. No šī krustpunkta pa horizontāli uz vertikālās ass nolasa koeficientu (f), kurš izsaka attiecību:

$$f = \frac{E'_k}{E_1}; \quad E'_k = fE_1, \quad (3.22.)$$

kur E'_k - kopējais elastības modulis ceļa segai un pamatnei, MPa.

Aprēķina gaita otrajā etapā līdzīga vienkārtas ceļa segas aprēķinam. Ņem attiecības:

$$\frac{E_o}{E_2} \text{ un } \frac{E'_k}{E_2}, \quad (3.23.)$$

kur E_2 – segas pamatnes materiāla elastības modulis, MPa.

Pēc nomogrammas uz horizontālās ass nolasa lielumu g, kurš izsaka attiecību:

$$g = \frac{h_2}{D}; \quad h_2 = gD, \quad (3.24.)$$

kur h_2 – segas pamatnes (drenējošā slāņa) biežums, cm.

Kopējais ceļa segas biežumu (H_s , cm) nosaka pēc 3.25.formulas:

$$H_s = h_1 + h_2 + (2...3) , \quad (3.25.)$$

kur 2...3 – segas nodiluma kārtiņas biezums, cm.

Ja ceļa būves apvidū nav smilts karjeru vai arī ja pēc iepriekš veiktajiem aprēķiniem smilts drenējošā slāņa biezums jāveido ļoti biezs, atsevišķos gadījumos ekonomiski izdevīgāk ir pieņemt minimālo biezumu ceļa segas pamatnei un pēc tam aprēķināt nepieciešamo ceļa segas biezumu.

Minimālie smilts drenējošā slāņa biezumi atkarīgi no grunts veida ceļa būves vietā. Uz mālsmilts un viegla smilšmāla gruntīm tā minimālais biezums ir 15 cm, smaga smilšmāla un māla gruntīm – 20 cm, bet putekļaina māla gruntīm – 25 cm.

Lai aprēķinātu segas biezumu h_1 , pieņemot minimāli nepieciešamo pamatnes biezumu h_2 , aprēķinu sāk no apakšas. Vispirms nosaka kopējo elastības moduli gruntij un ceļa pamatnei (E_k'' , MPa). Šai gadījumā sastāda attiecības:

$$\frac{E_o}{E_2} \text{ un } \frac{h_2}{D} ; \text{ atrod } \frac{E_k''}{E_2} = j \text{ jeb } E_k'' = jE_2$$

Pēc tam ņem attiecības:

$$\frac{E_k''}{E_1} \text{ un } \frac{E_v}{E_1} ; \text{ atrod } \frac{h_1}{D} = o \text{ jeb } h_1 = oD$$

Tālāk pēc 3.25. sakarības nosaka kopējo ceļa segas biezumu. Ceļa segas stiprības aprēķinos uz kūdras gruntīm, kuras pastiprinātas iekļājot žagaru slāni vai ģeotekstilus, ceļa klātnes elastības moduli var pieņemt 10...15 MPa.

Kursa projektā ceļa segas stiprības aprēķins jāveic maģistrālam ceļam, sadalot to pa posmiem, kuros ir atšķirīgi vajadzīgie elastības moduli un vietējie grunts apstākļi. Katram ceļa posmam jādod ceļa segas konstrukcijas skice, norādot segas atsevišķo kārtu raksturojošo parametru apzīmējumus un kādos ceļa posmos (no kāda līdz kādam piketam) šāda tipa ceļa sega tiks būvēta. Tālāk seko ceļa segas stiprības aprēķini.

3.10. Ceļa segas izbūve

Kursa projektā katram maģistrālā ceļa segas tipam jādod šķērsriezuma rasējums un tā izbūves tehnoloģisks apraksts, sākot ar materiālu piegādi un beidzot ar ceļa aprīkojuma ierīkošanu, norādot katrā darba operācijā izmantojamās iekārtas un mašīnas. Aprakstīt atšķirības atsevišķu ceļa segu tipu izbūves tehnoloģijās.

3.11. Ceļa segas izbūvei nepieciešamo materiālu daudzuma aprēķins

Atsevišķas segas kārtas izbūvei nepieciešamo materiālu daudzumu (V , m^3) aprēķina pēc 3.26.formulas:

$$V = B_v h L_c K_s , \quad (3.26.)$$

kur B_v – vidējais segas kārtas platums, m;
 h – kārtas biezums, m;
 L_c – ceļa segas posma garums, m;
 K_s – materiāla sablīvēšanās koeficients (smiltij 1.09...1.17; grantij un šķembām 1.23...1.27).

Ņemot vērā, ka meža infrastruktūras objektu projektēšanas noteikumi paredz ceļa segu būvēt pēc jumtveida šķērsprofila ar segas konstantu biezumu (h_1 , m) visā ceļa klātnes platumā, tad vidējo ceļa segas platumu ($B_{vs,m}$) var aprēķināt pēc 3.27. formulas:

$$B_{vs} = B + m h_1 \quad (3.27.)$$

Smilts drenējošam slānim vidējo platumu (B_{vd} , m) aprēķina pēc 3.28. izteiksmes:

$$B_{vd} = B + m(2h_1 + h_2), \quad (3.28)$$

kur h_2 - smilts drenējošā slāņa biezums, m.

Segas izbūves materiālu patēriņa aprēķinā jāparedz rezerves dažādu iesēdumu izlīdzināšanai un papildināšanai. Rezervju apjoms plānojams 10 % apmērā no kopējā materiālu patēriņa ceļa posmiem uz minerālgruntīm un 20 % uz kūdras gruntīm. Iegūtie rezultāti maģistrālam ceļam pa posmiem kursa projektā apkopojami 3.3.tabulā.

3.3.tabula

Ceļa segas būves materiālu patēriņš, m^3

Posma piketi no ... līdz	Smilts patēriņš			Grants (šķembu) patēriņš		
	posmā	papildināšanai	kopā	posmā	papildināšanai	kopā

4. Kokmateriālu transports

Kokmateriālu izvešana ir noslēdzošā darba operācija kopējā mežizstrādes procesā, kura nodrošina iepriekšējās kokmateriālu sagatavošanas operācijās ieguldīto līdzekļu atgriešanos uzņēmumā. Tādēļ pareizi organizēts autotransporta darbs ir viens no noteicošajiem faktoriem labam uzņēmuma finansiāli – ekonomiskam stāvoklim. Transportdarbu plānošana un organizēšana saistīta ar dažādu tehniski – ekonomisku rādītāju aprēķiniem. Šai kursa projekta nodaļā students saskaņā ar 1.pielikumā doto uzdevumu aprēķina autovilciena reisa kravas lielumu, maiņas ražīgumu, izstrādi gadā, degvielas un smērvielu patēriņu dotā kokmateriālu apjoma izvešanai un citus rādītājus.

4.1. Autovilciena raksturojums

Lai veiktu kokmateriālu izvešanas autovilcienā izmantošanas tehniski – ekonomisko rādītāju aprēķinus, jāzin to galvenie tehniskie rādītāji, kurus var iegūt no firmu prospektiem un interneta mājas lapām. Aprēķiniem nepieciešami šādi rādītāji: automobiļa un piekabju sistēmas kravnesība, pašmasa un pilna masa, slodžu sadalījums uz asīm, automobiļa degvielas patēriņš braucot bez kravas, dzinēja jauda vai vilkmes spēks uz kāša u.c. Ja ir pašiekrāvējs automobilis, jāzin arī hidroceltņa masa darba stāvoklī. Pēc tehniskā raksturojuma dod autovilciena shematisku attēlu, tajā norādot slodzes uz asīm.

4.2. Autovilciena reisa kravas lieluma aprēķins

Autovilciena reisa kravas lielumu nosaka tehniskā kravnesība, automobiļa vilktspēja un saķeres apstākļi starp automobiļa apriepojumu un ceļa segu. Vadoties pēc kravnesības autovilciena reisa kravas lielumu (M_{kc} , t) aprēķina pēc 4.1.formulas:

$$M_{kc} = C_a + C_p - P_t, \quad (4.1.)$$

kur C_a – automobiļa tehniskā kravnesība, t;
 C_p – piekabes tehniskā kravnesība, t;
 P_t – autovilciena tehnoloģiskās iekārtas masa, t.

Autovilciena reisa kravas lielumu nosaka gan vienmērīgā kustībā pie ceļa vadošā kāpuma braucot ar 2. ātrumu, gan kustību uzsākot ar 1. ātrumu.

Autovilciena reisa kravas lielumu vienmērīgā kustībā (M'_{kv} , t) aprēķina pēc 4.2. izteiksmes:

$$M'_{kv} = \frac{F_{k2}}{W_o + i_{max}g} - P_{av}, \quad (4.2.)$$

kur F_{k2} – automobiļa vilkmes spēks uz kāša pie 2. ātruma, kH;
 W_o – autovilciena īpatnējā kustības pretestība, kH t⁻¹;
 i_{max} – vadošais ceļa kāpums kravas kustības virzienā (ņemts no garenprofila),
 decimāldaļas;
 g – brīvas krišanas paātrinājums (9.81), m s⁻²;
 P_{av} – autovilciena pašmasa, t.

Autovilciena reisa kravas lielumu kustību uzsākot (M''_{kv}, t) izsaka 4.3. sakarība:

$$M''_{kv} = \frac{F_{k1}}{W_o + i_{max}g + W_p + \frac{j}{g}} - P_{av}, \quad (4.3.)$$

kur F_{k1} – automobiļa vilkmes spēks uz kāša pie 1. ātruma, kH;
 W_p – papildus pretestība autovilcienam kustību uzsākot (0.10...0.15), kH t⁻¹;
 j – autovilciena sākuma paātrinājums (0.3...0.5), m s⁻².

Automobiļu vilkmes spēku uz kāša pie 1. ātruma var pieņemt 125...150 kH un pie 2. ātruma – 75... 100 kH. Precīziem vilkmes spēku aprēķiniem nepieciešams automobiļu pilns tehniskais raksturojums, kurš prospektos un katalogos netiek dots. Jāņem vērā, ka mūsdienu automobiļiem dzinēju jauda ir pietiekoši liela, bet tās pilnu izmantošanu ierobežo riepu saķeres apstākļi ar ceļa segu (riteņi izslīd). Tāpēc, pirms vilkmes spēku uz kāša ievietošanas 4.2. un 4.3. formulās, tie jāsalīdzina ar automobiļa vilkmes spēku pēc saķeres apstākļiem (F_s, t).

$$F_s = P_s g \varphi_s, \quad (4.4.)$$

kur P_s – autovilciena saķeres masa, t;
 φ_s – saķeres koeficients.

Ja vilkmes spēks pēc saķeres apstākļiem ir mazāks par saķeres spēku uz kāša, tad autovilciena reisa kravas lieluma aprēķina formulās (4.2.; 4.3.) saķeres spēka uz kāša vietā jāievieto vilkmes spēks pēc saķeres apstākļiem.

Automobiļu īpatnējā kustības pretestība un saķeres koeficienti doti 4.1. tabulā.

Automobiļu īpatnējā kustības pretestība (W_o , kH t^{-1}) un saķeres koeficients (φ_s) atkarībā no ceļa segas veida

Ceļa segas veids	W_o	φ_s
Asfaltbetons, cementbetons	0.15 ... 0.20	0.50 ... 0.70
Šķembas un grants apstrādātas ar bitumenu	0.20 ... 0.25	0.50 ... 0.65
Šķembas	0.30 ... 0.40	0.30 ... 0.50
Grants līdzena	0.25 ... 0.30	0.30 ... 0.50
Grants nelīdzena	0.30 ... 0.40	0.30 ... 0.50
Līdzens grunts segums, sauss	0.30 ... 0.45	0.25 ... 0.35
Nelīdzens grunts segums, sauss	0.45 ... 0.60	0.25 ... 0.30
Nelīdzens grunts segums, slapjš	0.5 ... 1.50	0.40 ... 1.70
Smilts sausa	1.2 ... 3.00	0.50 ... 0.60
Smilts mitra	1.0 ... 1.50	0.40 ... 0.5

Par galīgo autovilciena reisa kravas lielumu jāpieņem mazākā no pēc 4.1., 4.2. un 4.3. formulām aprēķinātām reisa kravām. Pēc tam aprēķinām autovilciena pilnu masu. Tā nedrīkst pārsniegt maksimāli pieļaujamo masu (52 t), kurai var saņemt braukšanas atļaujas. Sadalot slodzi uz asīm jāņem vērā ceļu satiksmes noteikumu prasības [3]. Ja kāds no šiem lielumiem tiek pārsniegts, attiecīgi jāsamazina autovilciena reisa kravas lielums. Pēc tam noteikto reisa kravas lielumu pārrēķina no tonnām uz kubikmetriem:

$$Q_{as} = \frac{M_{kmin}}{\gamma}, \quad (4.5.)$$

kur Q_{as} – autovilciena reisa kravas lielums, m^3 ;
 M_{kmin} – autovilciena reisa kravas lielums, t;
 γ – koeficients kokmateriālu tilpuma pārrēķināšanai no kubikmetriem uz tonnām, t m^{-3} .

4.3. *Transporta darbs un vidējais kokmateriālu izvešanas attālums*

Transporta darbs un vidējais kokmateriālu izvešanas attālums ir transporta izmantošanu raksturojoši rādītāji, kuri ietilpst daudzu citu rādītāju aprēķinu formulās.

Transporta darbs no atsevišķas augšgala krautuves ir vienāds ar kokmateriālu apjoma reizinājumu ar izvešanas attālumu. Sasummējot transporta darbus no visām kokmateriālu iekraušanas vietām (augšgala krautuvēm), iegūst kopējo transporta darbu noteiktā laika periodā, parasti gadā. Vispārīgā veidā to var izteikt ar 4.6.formulu:

$$R = \sum_n^I q_n l_n, \quad (4.6.)$$

kur R - transporta darbs, $m^3 \text{ km}$;
 q – kokmateriālu apjoms atsevišķā iekraušanas vietā, m^3 ;
 l – kokmateriālu izvešanas attālums no atsevišķās iekraušanas vietās, km ;
 n – kokmateriālu iekraušanas vietu skaits.

Transporta darbu izmanto vidējā izvešanas attāluma ($l_{\text{vid.}}$, km) aprēķināšanai, ko veic saskaņā ar 4.7.formulu:

$$l_{\text{vid}} = \frac{R}{Q} = \frac{\sum_n^I q_n l_n}{\sum_n^I q_n}, \quad (4.7.)$$

kur Q – kopējais kokmateriālu izvešanas apjoms, m^3 .

Nosakot vidējo izvešanas attālumu kursa projektā, ņemt vērā, ka uzdevumā dots attālums līdz jaunbūvējamā ceļa sākumam, nevis kokmateriālu iekraušanas vietām.

4.4. Autovilciena ražīgums maiņā un izstrāde gadā

Kokmateriālu izvešanas autovilciena ražīgumu maiņā (R_m , m^3) nosaka pēc 4.8. formulas:

$$R_m = \frac{(T_m - t_{sn}) \eta_m Q_{av}}{120 \left(\frac{l_1}{V_1} + \frac{l_2}{V_2} + \frac{l_3}{V_3} \right) + T_1 + T_2}, \quad (4.8.)$$

kur T_m – maiņas ilgums, min ;
 t_{sn} – autovilciena sagatavošanas – nobeiguma darbu ilgums (20 ... 30 min), min ;
 η_m – darba laika izmantošanas koeficients;
 Q_{av} – autovilciena reisa kravas lielums, m^3 ;
 l_1, l_2, l_3 – attiecīgi I, II, III klases ceļu garumi, km ;
 V_1, V_2, V_3 – vidējais braukšanas ātrums attiecīgi pa I, II un III klases ceļiem ar un bez kravas, km h^{-1} ;
 T_1 – autovilciena piekraušanas laiks, min ;
 T_2 – autovilciena izkraušanas laiks, min .

Autovilciena piekraušanas laiku (T_1 , min) aprēķina:

$$T_1 = t_n + t_{ie} Q_{av}, \quad (4.9.)$$

kur t_n – laiks autovilciena sagatavošanai iekraušanai un braucienam ar kravu, min;
 t_{ie} – 1 m³ kokmateriālu iekraušanas laiks (1.2...1.4 min), min.

Autovilciena izstrādi gadā (R_g , m³) aprēķina pēc 4.10.formulas:

$$R_g = d_n K_m R_m K_{pl}, \quad (4.10.)$$

kur d_n – darba dienu skaits gadā, dienas;
 K_m – maiņu skaits dienā;
 K_{pl} – plānotais pārpildes koeficients (1.05 ... 1.10).

4.5. Nepieciešamā autovilcienu skaita noteikšana.

Kokmateriālu izvešanas gada plāna izpildes (Q_g , m³) nepieciešamo autovilcienu skaitu (N_{av}) aprēķina pēc 4.11.izteiksmes:

$$N_{av} = \frac{Q_g K_{izv} K_{rez}}{R_g}, \quad (4.11.)$$

kur K_{izv} – kokmateriālu izvešanas darbu nevienmērīguma koeficients (1.1 ... 1.2);
 K_{rez} – koeficients, kurš ietver rezerves autovilcienu skaitu (1.17).

4.6. Degvielas un smērvielu patēriņš gadā

Plānošanas un materiāltehniskās sagādes vajadzībām nepieciešams zināt, cik degvielas un smērvielu nepieciešams kokmateriālu gada apjoma izvešanai.

Degvielu patēriņu aprēķina pēc 4.12. formulas:

$$D = \left[(n_o + n_p \sum P_p) \frac{L_{kop}}{100} + n_p \frac{R'}{100} \right] j_d K_1 K_2, \quad (4.12.)$$

kur D – gada izvešanas apjomam nepieciešamais degvielas daudzums, kg;
 n_o – automobiļa degvielas patēriņš uz 100 km bez kravas, l;

n_p – degvielas patēriņa norma 100 t km transporta darba veikšanai (benzīndzinējiem 2.0...2.5, dzīzelēdzinējiem 1.3...1.5), l;

ΣP_p – nepiekrautas piekabes un autovilciena tehnoloģiskā aprīkojuma masa, t;

L_{kop} – autovilciena kopējais nobraukums gadā, km;

R' – transporta darbs gadā, t km;

j_d – degvielas blīvums (vidēji benzīnam 0.75, dīzeldegvielai 0.85), kg l⁻¹;

K_1 – koeficients, kas ietver garāžas vajadzības pēc degvielas (1.01);

K_2 – koeficients, kas ietver degvielas patēriņa palielinājumu ziemā un braucot pa III klases ceļiem (1.10...1.15).

Autovilciena kopējo nobraukumu gada kokmateriālu apjoma izvešanai aprēķina pēc 4.13. formulas:

$$L_{kop} = \left(2l_{vid} + \frac{L_o}{n_r} \right) \frac{Q_g}{Q_{av}}, \quad (4.13.)$$

kur L_o – papildus brauciens maiņā no garāžas līdz darba vietai un atpakaļ, km;

n_r – reisu skaits maiņā.

Autovilciena reisu skaitu maiņā izsaka 4.14.sakarība:

$$n_r = \frac{R_m}{Q_{av}} \quad (4.14.)$$

Transporta darbu no kubokilometriem ($R, m^3 \text{ km}$) uz tonkilometriem ($R', t \text{ km}$) pārrēķina pēc 4.15.sakarības:

$$R' = R\gamma, \quad (4.15.)$$

kur γ – kokmateriālu vidējais blīvums, t m⁻³.

Pašiekrāvējiem automobiļiem jāaprēķina arī degvielas patēriņš kokmateriālu iekraušanai un, ja nepieciešams, izkraušanai. Kursā projektā īpatnējo degvielas patēriņu var pieņemt 0.35...0.45 l m⁻³. Tas atkarīgs no automobiļa un hidroceltna tipa, kā arī apaļo kokmateriālu garuma.

Smērvielu patēriņu aprēķina procentos no kopējā degvielas patēriņa:

- motoreļļas benzīndzinējiem – 3.5 %;
- motoreļļas dīzelēdzinējiem – 5.0 %;
- transmisijas eļļas automobiļiem ar vienu dzenošo tiltu – 0.8 % un vairākiem dzenošiem tiltiem – 1.5 %;
- ziežvielas – 0.6 %.

5. Kursa projekta struktūra, saturs un noformēšanas noteikumi

Kursa projekts sastāv no titullapas (2.pielikums), satura rādītāja, ievada, projekta pamatdaļas ar nodaļām un apakšnodaļām, secinājumiem, izmantotās literatūras saraksts un pielikumiem.

Ievada apjoms līdz 10 % no kopējā projekta apjoma un tajā jānodrošina darba aktualitāte, mērķis un mērķa sasniegšanai veicamie uzdevumi.

Kursa projekta pamatdaļu iedala nodaļās un apakšnodaļās, kurās sniedz projekta uzdevumā risināmos jautājumus.

Secinājumos īsi rezumē ievada daļā noteikto mērķu un uzdevumu izpildes rezultātus, radušās grūtības vai problēmas, kā arī izsaka vērtējumu, ko projekts devis studiju kursa apgūšanā.

Pielikumā ievieto kursa projekta uzdevumu.

Kursa projekta struktūrai un noformējumam jāatbilst Meža fakultātes Domē apstiprinātajiem metodiskajiem norādījumiem:

- kursa darbu (projektu) metodisko norādījumu izstrādes noteikumi;
- maģistra darbu izstrādāšana un aizstāvēšana: metodiskie norādījumi;
- metodiskie norādījumi diplomprojektu un diplomdarbu izstrādei.

Iepriekš minētie metodiskie norādījumi pieejami Meža fakultātes mājas lapā pēc adreses www.mf.llu.lv → informācija → informācija studentiem → metodiskie norādījumi.

Literatūra

1. Labrencis, V., Sudārs, R. Meža meliorācija: mācību līdzeklis. Jelgava: LLU, 2005. 165 lpp.
2. LV UTN 40003466281-3-2008. Meža infrastruktūras objektu projektēšana: tehniskie noteikumi. Rīga: LVS, 2008. 72 lpp.
3. Ceļa satiksmes noteikumi. Aģentūra DUE. Rīga: FSC, 2004. 87 lpp.
4. Ильин, Б.А. Проектирование, строительство и эксплуатация лесных дорог: учебное пособие. Ленинград: ЛТА, 1983. 86 с.
5. Drēska, A. Gruntsmācības paati: mācību līdzeklis. Jelgava: LLU, 2004. 32 lpp.

PIELIKUMI

Kursa projekta uzdevums
Meža fakultātes profesionālās bakalaura
studiju programmas „Mežinženieris”

studentam _____ matr.Nr. _____
priekšmetā „Meliorācija un kokmateriālu transports”

1. Izejas dati projektēšanai.
 - 1.1. Topogrāfiskās izmeklēšanas plāns Nr. mērogā 1:5000.
 - 1.2. Ceļu būves mašīnu tipus un markas students izvēlas pats.
 - 1.3. Ceļa segas materiāla veids un attālums no ieguves vietas līdz projektējamā maģistrālā ceļa sākumam, km:
 - smilts _____;
 - grants _____;
 - dolomīta šķembas _____.
 - 1.4. Kokmateriālu gada apgrozījums _____ tūkst.m³,
t.sk. pa bezkategorijas ceļu _____.
 - 1.5. Kokmateriālu izvešanas autovilciena tips: _____

 - 1.6. Attālums no kokmateriālu patēriņa vai pārstrādes vietas līdz projektējamā maģistrālā ceļa sākumam _____ km:
t.sk. I ceļa klase _____ km;
II ceļa klase _____ km;
III ceļa klase _____ km.
 - 1.7. Autovilciena vidējais braukšanas ātrums ar un bez kravas, km h⁻¹:
I klases ceļš _____;
II klases ceļš _____;
III klases ceļš _____.
 - 1.8. Kokmateriālu iekraušanas laiks _____ min m⁻³.
 - 1.9. Laiks autovilciena sagatavošanai iekraušanai un braucienam ar kravu _____ min.
 - 1.10. Laiks autovilciena izkraušanai _____ min.
 - 1.11. Darba dienu skaits gadā _____ .
 - 1.12. Maiņu skaits diennaktī _____ .
 - 1.13. Degvielas patēriņa norma automobilim uz 100 km bez kravas _____ l.
 - 1.14. Degvielas patēriņa norma 100 t km transporta darba _____ l.
 - 1.15. Papildus brauciens maiņā no garāžas līdz darba vietai un atpakaļ _____ km.
 - 1.16. Ceļa segas tips:
 - maģistrālā ceļam _____ ;
 - bezkategorijas ceļam uzlabotas grunts ceļa sega pēc studenta izvēles.
2. Projekta daļā risināmie jautājumi.
 - 2.1. Ievads (meža meliorācijas, ceļu būves un kokmateriālu transporta nozīme meža apsaimniekošanā).

- 2.2. Meliorācijas nodaļā:
- 2.2.1. Objekta vispārējs raksturojums un nosusināšanas nepieciešamība.
 - 2.2.2. Nosusināšanas tīkla projektēšana plānā, grāvju parametri.
 - 2.2.3. Grāvju garenprofilu un šķērprofilu projektēšana, to savstarpējā savienošana horizontālā un vertikālā plaknē.
 - 2.2.4. Galveno darbu apjomu aprēķināšana (apauguma novākšana, celmu laušana, zemes darbi).
 - 2.2.5. Transporta un hidrotehnisko būvju celtniecība (dot vienas caurtekas garengriezuma rasējumu).
- 2.3. Meža ceļu projektēšanas un būves nodaļā:
- 2.3.1. Topogrāfiskais plāns ar iezīmētu ceļa trasi un atbilstošām transporta un hidrotehniskām būvēm 100 m joslā ap ceļa trasi.
 - 2.3.2. Maģistrālā ceļa garenprofils.
 - 2.3.3. Maģistrālā un bezkategorijas ceļu krustojuma plāns.
 - 2.3.4. Maģistrālā ceļa zemes klātnes raksturīgākie šķēršļi, norādot to atrašanās piktus.
 - 2.3.5. Zemes darbu apjoma aprēķins maģistrālā ceļa klātnes būvei.
 - 2.3.6. Caurtekas garengriezuma rasējums uz maģistrālā ceļa, galu stiprinājumi un izbūves apraksts.
 - 2.3.7. Maģistrālā ceļa klātnes būvdarbu izpildes secība, būvdarbu tehnoloģija un izmantojamās iekārtas un mašīnas.
 - 2.3.8. Maģistrāla ceļa segas konstrukcijas izvēle un stiprības aprēķini.
 - 2.3.9. Maģistrāla ceļa segas atsevišķo tipu šķēršļa rasējumi un segas izbūves tehnoloģijas apraksts.
 - 2.3.10. Maģistrālā ceļa izbūvei nepieciešamo materiālu daudzuma aprēķins.
- 2.4. Kokmateriālu transporta nodaļā:
- 2.4.1. Autovilciena tehniskais raksturojums, tā shematiskais attēls ar norādītām slodzēm uz asīm.
 - 2.4.2. Autovilciena reisa kravas lieluma aprēķins.
 - 2.4.3. Veicamā transporta darba un vidējā izvešanas attāluma aprēķins kokmateriālu gada apjoma izvešanai.
 - 2.4.4. Autovilciena maiņas ražīguma un gada izstrādes aprēķins.
 - 2.4.5. Nepieciešama autovilcienu skaita aprēķins gada kokmateriālu apjoma izvešanai.
 - 2.4.6. Degvielu un smērvielu patēriņa aprēķins gadā.

Kursa projekta uzdevums izsniegts „ „ _____ 20___ g.

Kursa projekts jānodod „ „ _____ 20___ g.

Pasniedzējs _____
(vārds, uzvārds)

(paraksts)

Kursa projekta titullapas noformējums

LATVIJAS LAUKSAIMNIECĪBAS UNIVERSITĀTE
MEŽA FAKULTĀTE
Meža izmantošanas katedra

Kārlis Krastiņš

**MELIORĀCIJA UN KOKMATERIĀLU
TRANSPORTS**

Kursa projekts

Kursa projekta vadītājs, Dr.sc.ing., prof.

A.Ziediņš

3.kursa students (matr.Mr.951701)

A.Bērzs

Jelgava 2011