

Univerza  
v Ljubljani

Fakulteta  
*za gradbeništvo  
in geodezijo*



Jamova cesta 2  
1000 Ljubljana, Slovenija  
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

**DRUGG** – Digitalni repozitorij UL FGG  
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

Golob, U., 2013. Razlike pri gospodarjenju med javnimi in gozdnimi cestami. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Juvanc, A., somentor Rijavec, R.): 77 str.

University  
of Ljubljana

Faculty of  
*Civil and Geodetic  
Engineering*



Jamova cesta 2  
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia  
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

**DRUGG** – The Digital Repository  
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Golob, U., 2013. Razlike pri gospodarjenju med javnimi in gozdnimi cestami. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Juvanc, A., co-supervisor Rijavec, R.): 77 pp.

Univerza  
v Ljubljani

Fakulteta za  
*gradbeništvo in  
geodezijo*



Jamova 2  
1000 Ljubljana, Slovenija  
telefon (01) 47 68 500  
faks (01) 42 50 681  
fgg@fgg.uni-lj.si

**VISOKOŠOLSKI ŠTUDIJ  
GRADBENIŠTVA  
PROMETNOTEHNIČNA  
SMER**

Kandidat:

**UROŠ GOLOB**

**RAZLIKE PRI GOSPODARJENJU MED JAVNIMI IN  
GOZDNIMI CESTAMI**

Diplomska naloga št.: 490/PTS

**DIFFERENCES IN MANAGEMENT BETWEEN PUBLIC  
AND FOREST ROADS**

Graduation thesis No.: 490/PTS

**Mentor:**

doc. dr. Alojzij Juvanc

**Predsednik komisije:**

doc. dr. Tomo Cerovšek

**Somentor:**

viš. pred. mag. Robert Rijavec

Ljubljana, 11. 10. 2013

## **STRAN ZA POPRAVKE**

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

**IZJAVE**

Spodaj podpisani **Uroš GOLOB** izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom: **RAZLIKE PRI GOSPODARJENJU MED JAVNIMI IN GOZDNIMI CESTAMI**.

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici.

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v repozitoriju UL FGG.

Ljubljana, 26. 8. 2013

Uroš Golob

## **BIBLIOGRAFSKO -DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK**

|                         |   |
|-------------------------|---|
| <b>UDK:</b>             | 625.711(497.12)(043.2)  |
| <b>Avtor:</b>           | Uroš Golob  |
| <b>Mentor:</b>          | doc. dr. Alojzij Juvanc   |
| <b>Somentor:</b>        | asist. mag. Robert Rijavec  |
| <b>Naslov:</b>          | Razlike pri gospodarjenju med javnimi in gozdnimi cestami   |
| <b>Tip dokumenta:</b>   | Diplomska naloga – visokošolski študij  |
| <b>Obseg in oprema:</b> | 77 str., 13 preglednic, 33 slik   |
| <b>Ključne besede:</b>  | javne ceste, gozdne ceste, kategorija, predpisi, planiranje, projektiranje, gradnja, vzdrževanje, odvodnjavanje, spodnji ustroj, zgornji ustroj |

### **Izvleček**

S projektiranjem cest se ukvarjata dve stroki. Gozdne prometnice projektirajo inženirji gozdarstva, ki se opirajo le na Pravilnik o gozdnih prometnicah in Pravilnik o gradnji, vzdrževanju in načinu uporabe gozdnih prometnic. Javne ceste pa projektirajo gradbeni inženirji, ki pri svojem delu upoštevajo več različnih zakonov, pravilnikov ter tehničnih specifikacij za ceste.

V diplomski nalogi je prikazana primerjava najpomembnejših del pri načrtovanju, projektiranju, gradnji in vzdrževanju cest, vključno s primerjavo stroškov gradnje med javnimi in gozdnimi cestami. Za nazornejši prikaz so ob koncu vsake vrste del predstavljene razlike pri gospodarjenju s cestami.

V zaključku so predstavljene in primerjane bistvene razlike pri gospodarjenju med javnimi in gozdnimi cestami, za katere menimo, da bi jih morali v določeni meri poenotiti tako na eni kot tudi na drugi vrsti ceste. S tem bi pripomogli k boljši funkcionalnosti ceste in njeni varnosti. Razlike najpogosteje nastajajo zaradi količine vloženih finančnih sredstev, zato je na koncu narejena tudi primerjava količine porabljenega denarja za posamezne vrste cest.

**BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT**

|                       |  |
|-----------------------|--|
| <b>UDC:</b>           | 625.711 (497.12) (043.2)   |
| <b>Author:</b>        | Uroš Golob   |
| <b>Supervisor:</b>    | Assist. Prof. Alojzij Juvanc, Ph. D., M. Sc., B. C. E.   |
| <b>Co Supervisor:</b> | Assist. Robert Rijavec, M. Sc., B. C. E.   |
| <b>Title:</b>         | Differences in management between public and forest roads  |
| <b>Document type:</b> | Graduation Thesis - Higher professional studies  |
| <b>Notes:</b>         | 77 p., 13 tab., 33 fig.  |
| <b>Key words:</b>     | public roads, forest roads, category, regulations, planning, construction, maintenance, drainage, substructure, superstructure |

**Abstract**

Road planning is dealt by two professions. Forest roads are planned by forestry engineers, only relying on two policies: Pravilnik o gozdnih prometnicah and Pravilnik o gradnji, vzdrževanju in načinu uporabe gozdnih prometnic. Public roads are planned by civil engineers, who use a number of different laws, policies and technical specifications at their work.

The thesis focuses on the comparison of the most important fields of managing in planning, designing, construction and maintenance of roads, including a comparison of construction costs in public and forest roads. For better demonstration the differences in the management of roads are presented at the end of each type of work.

In the summary the essential differences in the fields of managing public and forest roads are presented and also compared. We believe they should be standardized to a certain degree, which would contribute to a better functionality of a road as well as its safety. As the differences are to a large extent due to invested financial resources, the thesis ends with the comparison of the amount of money spent on each type of road.

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se doc. dr. Alojziju Juvancu za mentorstvo in strokovno pomoč pri izdelavi diplomske naloge. Zahvaljujem se tudi Milanu Podlogarju, ki je s svojim strokovnim znanjem o gozdnih prometnicah pripomogel k boljšemu razumevanju samega dela in lažjemu pisanju diplomske naloge. Posebej bi se želel zahvaliti očetu, ki me je navdihnil za delo v gradbeništvu in me naučil številnih praktičnih stvari na področju gradnje in vzdrževanja prometnic. Zahvaljujem se tudi ostalim članom družine, ki so me med študijem spodbujali in pripomogli k njegovemu uspešnemu zaključku.

**KAZALO**

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>UVOD.....</b>  | <b>1</b>  |
| 1.1      | NAMEN IN CILJ DIPLOMSKE NALOGE.....                               | 3         |
| <b>2</b> | <b>SPLOŠNI DEL .....</b>  | <b>4</b>  |
| 2.1      | PREDPISI .....  | 4         |
| 2.2      | VRSTE PROMETA .....   | 5         |
| 2.3      | KLASIFIKACIJA .....   | 5         |
| 2.4      | UPRAVLJANJE CEST.....   | 8         |
| <b>3</b> | <b>PROSTORSKI DEL .....</b>                                       | <b>9</b>  |
| 3.1      | PLANIRANJE.....   | 9         |
| 3.2      | RAZLIKE PRI PLANIRANJU .....                                      | 11        |
| <b>4</b> | <b>TEHNIČNI DEL .....</b>   | <b>12</b> |
| 4.1      | PROJEKTIRANJE .....   | 12        |
| 4.1.1    | PROJEKTIRANJE ELEMENTOV VOZIŠČA .....                             | 14        |
| 4.1.1.1  | Elementi osi ceste v tlorisu (horizontalni elementi).....         | 15        |
| 4.1.1.2  | Elementi osi ceste v vzdolžnem profilu (vertikalni elementi)..... | 18        |
| 4.1.1.3  | Odvodnjavanje .....   | 20        |
| 4.1.1.4  | Projektiranje priključkov .....                                   | 22        |
| 4.1.1.5  | Projektiranje signalizacije .....                                 | 24        |
| 4.1.1.6  | Preglednost.....  | 25        |
| 4.1.2    | RAZLIKE PRI PROJEKTIRANJU .....                                   | 26        |
| 4.2      | GRADNJA .....   | 29        |
| 4.2.1    | VRSTE MATERIALA IN MEHANIZACIJA.....                              | 30        |
| 4.2.2    | ZAKOLIČENJE IN PRIPRAVA TERENA .....                              | 35        |
| 4.2.3    | GRADNJA SPODNJEGA USTROJA .....                                   | 37        |
| 4.2.3.1  | Gradnja na nosilnih tleh .....                                    | 37        |
| 4.2.3.2  | Gradnja na slabo nosilnih in nenosilnih tleh .....                | 45        |



|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 4.2.4    | CESTNI OBJEKTI.....                            | 49        |
| 4.2.5    | ZGORNJI USTROJ.....                            | 54        |
| 4.2.6    | RAZLIKE PRI GRADNJI .....                      | 57        |
| 4.3      | VZDRŽEVANJE CEST.....                          | 59        |
| 4.3.1    | PLANIRANJE IN IZVAJANJE VZDRŽEVALNIH DEL ..... | 59        |
| 4.3.2    | VRSTE VZDRŽEVANJA .....                        | 60        |
| 4.3.3    | VRSTE POŠKODB.....                             | 65        |
| 4.3.4    | INVESTICIJSKI STROŠKI.....                     | 68        |
| 4.3.5    | RAZLIKE PRI VZDRŽEVANJU.....                   | 69        |
| <b>5</b> | <b>ZAKLJUČEK.....</b>                          | <b>70</b> |
|          | <b>VIRI.....</b>                               | <b>75</b> |

**KAZALO SLIK**

|  |    |
|--|----|
| Slika 1: Javna cesta (vir: lastni, 2013).....  | 1  |
| Slika 2: Gozdna cesta (vir: lastni, 2013). ....  | 1  |
| Slika 3: Idejni projekt – cestna os (vir: lastni, 2013).....   | 12 |
| Slika 4: Elaborat ničelnic (vir: lastni, 2013).....  | 13 |
| Slika 5: Ustrezno izvedeno odvajanje površinske vode na priključku z JC – drežnik (vir: lastni, 2013). ... | 23 |
| Slika 6: Neustrezno izvedeno odvajanje vode na priključku z JC (vir: lastni, 2013).....                    | 23 |
| Slika 7: Signalizacija in oprema na JC (vir: lastni, 2013). ....   | 24 |
| Slika 8: Signalizacija in oprema na GC (vir: lastni, 2013).....  | 24 |
| Slika 9: Preglednost pred križiščem na JC (vir: lastni, 2013). ....  | 25 |
| Slika 10: Preglednost v krivini na JC (vir: lastni, 2013). ....  | 25 |
| Slika 11: Prikaz testa CBR (vir: www.dur.ac.uk, 2013). ....  | 31 |
| Slika 12: Asfaltna baza (vir: www.labin.com, 2013).....  | 34 |
| Slika 13: Izvedba stopničenja (vir: lastni, 2013).....   | 38 |
| Slika 14: Neurejen stranski odvzem materiala ob GC (vir: lastni, 2013).....                                | 39 |
| Slika 15: Nekontroliran odziv materiala ob GC (vir: lastni, 2013).....                                     | 39 |
| Slika 16: Prečenje vode z utrjenim voziščem (vir: lastni, 2013). ....                                      | 43 |
| Slika 17: Prečni prerez prečenja vodotoka (vir: lastni, 2013). ....  | 43 |
| Slika 18: Izkop slabo nosilne zemljine in zamenjava z novo (vir: lastni, 2013). ....                       | 46 |
| Slika 19. Izvedba mostu na JC (vir: lastni, 2013). ....  | 50 |
| Slika 20: Izvedba mostu na GC (vir: lastni, 2013). ....  | 50 |
| Slika 21: Stanje pred neurjem na JC Zali Log–Davča (vir: Renčelj, 2007). ....                              | 50 |
| Slika 22: Stanje po neurju na JC Zali Log–Davča (vir: Renčelj, 2007). ....                                 | 50 |
| Slika 23: Vtočna glava prepusta na JC (vir: lastni, 2013). ....  | 52 |
| Slika 24: Iztok iz prepusta na GC (vir: lastni, 2013).....   | 52 |

|   |    |
|---|----|
| Slika 25: Obrabna asfaltna plast na JC (vir: lastni, 2013). .....                 | 55 |
| Slika 26: Nevezana obrabna plast na GC (vir: lastni, 2013). .....                 | 55 |
| Slika 27: Krpanje razpok (vir: lastni, 2013). .....                               | 61 |
| Slika 28: Košnja obcestnega pasu (vir: www.labin.si, 2013). .....                 | 62 |
| Slika 29: Pluženje in posipanje ceste (vir: www.dc.gov.si, 2013). .....           | 63 |
| Slika 30: Površinske poškodbe in izmet na JC (vir: lastni, 2013). .....           | 66 |
| Slika 31: Udarne jame in poškodbe zaradi zmrzali na GC (vir: lastni, 2013). ..... | 66 |
| Slika 32: Mrežne razpoke na JC (vir: lastni, 2013). .....                         | 66 |
| Slika 33: Žlebovi na GC (vir: lastni, 2013). .....                                | 66 |

**KAZALO PREGLEDNIC**

|   |    |
|---|----|
| Preglednica 1: Dolžine javnih cest (vir: <a href="http://www.stat.si/novica_prikaz.aspx?id=5313">http://www.stat.si/novica_prikaz.aspx?id=5313</a> ).....                       | 2  |
| Preglednica 2: Dolžine gozdnih cest (vir. <a href="http://sl.wikipedia.org/wiki/Gozdna_cesta">http://sl.wikipedia.org/wiki/Gozdna_cesta</a> ) .....                             | 2  |
| Preglednica 3: Kategorije cest in njihova funkcija (ZJC, Ur. l. RS, št. 33/2006; Pravilnik o gozdnih prometnicah (Ur. l. RS, št. 4/2009)) .....                                 | 6  |
| Preglednica 4: Razlike pri planiranju med javnimi in gozdnimi cestami po sklopih (vir: lastni) .....  | 11 |
| Preglednica 5: Minimalni polmer na JC, Pravilnik o projektiranju cest (Ur. l. RS, št. 91/2005).....   | 16 |
| Preglednica 6: Najmanjši radij horizontalne krivine, Pravilnik o gradnji, vzdrževanju in načinu uporabe gozdnih prometnic (Ur. l. RS, št. 7/2000) .....                         | 17 |
| Preglednica 7: Dopustne velikosti maksimalnega nagiba nivelete glede na vrsto ceste in vrsto terena, Pravilnik o projektiranju cest (Ur. l. RS, št. 91/2005) .....              | 18 |
| Preglednica 8: Dopustne velikosti maksimalnega nagiba po kategoriji gozdnih cest, Pravilnik o gradnji, vzdrževanju in načinu uporabe gozdnih cest (Ur. l. RS, št. 7/2000) ..... | 19 |
| Preglednica 9: Potrebna izdelava projekta na javnih in gozdnih cestah (vir: lastni).....  | 26 |
| Preglednica 10: Razlike pri projektiranju med javnimi in gozdnimi cestami po sklopih (vir: lastni).....   | 27 |
| Preglednica 11: Kategorije materiala (vir: učno gradivo FGG, Zemeljska dela ).....  | 33 |
| Preglednica 12: Razlike pri gradnji med javnimi in gozdnimi cestami po sklopih (vir: lastni) .....  | 57 |
| Preglednica 13: Razlike pri vzdrževanju med javnimi in gozdnimi cestami (vir: lastni).....  | 69 |

## **KRATICE**

|      |   |
|------|---|
| JC   | Javne ceste                             |
| GC   | Gozdne ceste                            |
| ZJC  | Zakon o javnih cestah                   |
| ZVCP | Zakon o varnosti cestnega prometa       |
| ZMV  | Zakon o motornih vozilih                |
| ZG   | Zakon o gozdovih                        |
| ZGS  | Zavod za gozdove Slovenije              |
| TSC  | Tehnične specifikacije za ceste         |
| PVO  | Presoja vplivov projekta na okolje      |
| DARS | Družba za avtoceste Republike Slovenije |
| DRSC | Direkcija republike Slovenije za ceste  |
| ARSO | Agencija Republike Slovenije za okolje  |
| PLDP | Povprečni letni dnevni promet           |
| GPS  | Glavna prometna smer                    |
| ZU   | Zgornji ustroj                          |
| SU   | Spodnji ustroj                          |



## 1 UVOD

Že na začetku procesa načrtovanja in gradnje cest sta bili osnovni funkciji povezovanje in omogočanje dostopa do posameznih lokacij. Skozi čas so jih zaradi različnih potreb gradili, pozneje pa tudi načrtovali iz številnih razlogov. Sprva so jih gradili zaradi blagovne menjave (trgovina, surovine) in v vojaške namene, pozneje pa tudi za povezovanje gospodarskih subjektov (surovine, polizdelki) ter zagotavljanje socialnih stikov med ljudmi, ki so prihajali iz različnih krajev. S tehnološkim in civilizacijskim razvojem (potovalne razdalje, hitrost, udobje) so se spremenile potrebe po vrstah uslug, ki jih ceste nudijo. Namembnost cest se je spreminjala. To je v cestni terminologiji označeno s pojmom »kategorija ceste«, ki v bistvu predstavlja seznam oskrbovalnih možnosti, ki jih posamezna vrsta ceste nudi, in parametrov za povezovanje z drugimi vrstami cest.



Slika 1: Javna cesta (vir: lastni, 2013).



Slika 2: Gozdna cesta (vir: lastni, 2013).

Med cestami za izvajanje gospodarskih dejavnosti imajo skozi zgodovino zelo vidno vlogo gozdne ceste (slika 2), saj je bil les človeku vedno najuporabnejša surovina. Običajno gre za ceste, ki so se največkrat razvile iz gozdnih stez in kolovozov. Ker niso namenjene javnemu prometu, je njihova umestitev v prostor v pretežni meri odvisna od velikosti in razpršenosti gozdnih parcel, dimenzije pa od količine prevozov. Zato se jih uradno uvršča med »nekategorizirane poti«. Ne glede na to se je tudi pri gozdnih cestah uveljavila razvrstitev cest po kategorijah. Gre za samostojno kategorijo cest, pri katerih so parametri, ki jih definirajo, drugačni kot tisti za javne ceste.

Razvoj upravljanja in gospodarjenja z gozdnimi cestami pa še zdaleč ni sledil tistemu, ki so ga doživele javne ceste (slika 1). Razen tega, da na njih namesto vprežnih vozil (konjska ali volovska vleka) »kraljujejo« motorna vozila (traktorji, tovornjaki, vlačilci), se na njih ni skoraj nič spremenilo.

### Dolžina javnih cest v Sloveniji leta 2010

Preglednica 1: Dolžine javnih cest (vir: [http://www.stat.si/novica\\_prikaz.aspx?id=5313](http://www.stat.si/novica_prikaz.aspx?id=5313)).

|                             | <b>Skupaj</b> | <b>Ceste s sodobnim voziščem</b> | <b>Gramozne ceste</b> |
|-----------------------------|---------------|----------------------------------|-----------------------|
| <b>Javne ceste - skupaj</b> | 39.070        | 28.071                           | 10.999                |
| <b>Državne ceste</b>        | 6.728         | 6.406                            | 322                   |
| <b>Občinske ceste</b>       | 32.342        | 21.665                           | 10.677                |

### Dolžina gozdnih cest v Sloveniji leta 2003

Preglednica 2: Dolžine gozdnih cest (vir: [http://sl.wikipedia.org/wiki/Gozdna\\_cesta](http://sl.wikipedia.org/wiki/Gozdna_cesta)).

|                        |        |
|------------------------|--------|
| <b>Skupna dolžina</b>  | 12.508 |
| <b>Državni gozdovi</b> | 3.994  |
| <b>Zasebni gozdovi</b> | 8.044  |

Bistvene razlike se med javnimi in gozdnimi cestami kažejo v pravni in tehnični regulativi (zakonih, pravilnikih, tehničnih specifikacijah in drugem), kar je v besedilu prikazano v štirih poglavjih, ki zajemajo naslednje faze del:

- planiranje,
- projektiranje,
- gradnja,
- vzdrževanje.

V vsakem poglavju so na začetku predstavljene njihove značilnosti, v podpoglavjih pa so prikazani osnovni in najznačilnejši elementi ter bistvene razlike med javnimi in gozdnimi cestami.



## **1.1 NAMEN IN CILJ DIPLOMSKE NALOGE**

### **Namen diplomske naloge**

Namen diplomske naloge je poiskati razlike med javnimi in gozdnimi cestami v vseh delovnih fazah.

### **Cilj diplomske naloge**

Cilj diplomske naloge je predstaviti in obravnavati razlike med javnimi in gozdnimi cestami v različnih delovnih fazah ter opozoriti na vzroke za nastale razlike.

## 2 SPLOŠNI DEL

### 2.1 PREDPISI

Ko gre za cestno-prometno zakonodajo, poznamo različne zakone, predpise in tehnične specifikacije. Zakon ima pred predpisom višjo veljavo, kar pomeni, da morajo biti predpisi v skladu z zakonom, tehnične specifikacije pa v skladu s predpisi. Pri planiranju, projektiranju, gradnji in vzdrževanju na posameznih cestah se opiramo na naslednje akte:

#### **Javne ceste:**

- Zakon o javnih cestah (ZJC),
- Zakon o varnosti cestnega prometa (ZVCP),
- Zakon o motornih vozilih (ZMV),
- Pravilnik o projektiranju cest,
- Pravilnik o cestnih priključkih na javne ceste,
- Pravilnik o prometni signalizaciji in prometni opremi na javnih cestah,
- Pravilnik o nivojskih prehodih ceste preko železniške proge,
- Pravilnik o načinu označevanja in zavarovanja del na JC in ovir v cestnem prometu,
- Pravilnik o vrstah vzdrževalnih del na javnih cestah in nivoju rednega vzdrževanja javnih cest,
- Pravilnik o tehničnih normativih in minimalnih pogojih, ki jih morajo izpolnjevati avtobusna, postajališča na glavnih in regionalnih cestah,
- Pravilnik o načinu označevanja javnih cest in o evidencah o javnih cestah in objektih na njih,
- Tehnične specifikacije za javne ceste (TSC),
- uredbe.

#### **Gozdne ceste:**

- *Zakon o gozdovih,*
- *Pravilnik o gozdnih prometnicah,*
- *Pravilnik o gradnji, vzdrževanju in načinu uporabe gozdnih prometnic.*

*Pri projektiranju javnih cest je treba upoštevati več različnih zakonov in pravilnikov kot pri gozdnih cestah. Poleg tega pri javnih cestah obstajajo še različne TSC in uredbe.*

## 2.2 VRSTE PROMETA

Ceste delimo glede na prevozna sredstva. Pri javnih in gozdnih cestah so uporabniki naslednji:

| Javne ceste        | Gozdne ceste   |
|--------------------|----------------|
| motorna vozila     | motorna vozila |
| kolesarji in pešci |                |

Vrsta prevoznega sredstva je pomembna pri določitvi širine voznega pasu in elementov vozišča. Na javnih cestah imamo zato v Pravilniku o projektiranju cest projektne dimenzije merodajnih vozil, poleg tega pa moramo upoštevati tudi vrsto terena in količino PLDP.

*Pri projektiranju gozdnih cest količina PLDP ni pomembna, merodajno vozilo pa je tovorno vozilo.*

## 2.3 KLASIFIKACIJA

### a) Vrste klasifikacij in kriteriji

Ceste delimo na posamezne kategorije. Da jih lahko uvrstimo v posamezno kategorijo, moramo poznati klasifikacije s kriteriji. Poznamo dve vrsti klasifikacij:

- prostorsko (potek v prostoru, urbanizacija v koridorju ceste in obsežnost centrov),
- funkcionalno (vrsta in pomembnost prometne funkcije ter območje izvajanja).

Pri JC so kriteriji prostorska razsežnost, intenzivnost povezave, vrsta prometne funkcije in delež vrste prometa, pri GC pa intenzivnost gozdnega prirastka in razparceliranje parcel (GC praviloma poteka po parcelnih mejah - kjer je to mogoče).

## b) Glede na promet

Pri kategorizaciji cest je pomembna tudi količina prometa. Ugotavljamo jo s povprečnim letnim dnevnim prometom (PLDP). Poleg tega pa podatke o PLDP uporabljamo tudi za ugotavljanje potrebe po širitvi vozišč, novih gradnjah, izdelavi prometnih študij ter ugotavljanje koristi in stroškov cestnih uporabnikov. Za ustrezne analize se uporabljajo urne vrednosti, ki nudijo natančnejše podatke o npr. jutranji konici, popoldanski konici itd.

*Pri GC je vedno merodajno tovorno vozilo, ne glede na kategorijo.*

## c) Glede na kategorijo

Pri projektiranju javnih in gozdnih cest obstajajo kategorije. Poznavanje posameznih kategorij je pomembno zlasti zato, ker so pravilniki za gradnjo in načrtovanje cest sestavljeni tako, da opisujejo posamezne omejitve za različne elemente cest pri različnih kategorijah.

Preglednica 3: Kategorije cest in njihova funkcija (ZJC, Ur. l. RS, št. 33/2006; Pravilnik o gozdnih prometnicah (Ur. l. RS, št. 4/2009)).

| Državne ceste                                     | Občinske ceste      | Gozdne ceste               | Funkcija ceste     |
|---|---------------------|----------------------------|--------------------|
| AC - avtocesta                                    |                     |                            | DP                 |
| HC - hitra cesta                                  |                     |                            | DP-P               |
| G1 - glavna cesta I.reda                          |                     |                            | P                  |
| G2 - glavna cesta II.reda                         |                     |                            | P-Z                |
| R1 - regionalna cesta I.reda                      | LC - lokalna cesta  |                            | Z                  |
| R2 - regionalna cesta II.reda                     | KC - krajevna cesta | G1 - gozdna cesta I.reda   | Z-D                |
| R3/RT - regionalna cesta<br>III.reda (turistična) | JP - javna pot      | G2 - gozdna cesta II.reda  | D                  |
|   |                     | G3 - gozdna cesta III.reda | Priključek - dovoz |

Prometna funkcija ceste: DP – daljinsko povezovanje, P – povezovanje, Z – zbiranje, D – dostop

Z izjemo JP in nekategoriziranih cest vse ceste dimenzioniramo na voznodinamični način. Te ceste se dimenzionirajo glede na zagotavljanje prevoznosti.

*Nekategorizirane ceste so gozdne ceste, ki se uporabljajo na lastno odgovornost in so namenjene predvsem gospodarjenju z lesnimi sortimenti, turizmu, rekreaciji itd. Nekategorizirane ceste niso v sistemu, ki ga obravnava Zakon o javnih cestah. Načrtovanje in gradnja teh cest je treba izvajati glede na določene potrebe in strokovno uveljavljena načela. Ko načrtujemo cesto, ki ni dimenzionirana na voznotehničnih osnovah, je treba posamezne tehnične elemente, zlasti prečni nagib, urejati glede na pričakovane vozne hitrosti [2].*

*Kljub temu da Pravilnik o projektiranju cest (Ur. l. RS, št. 91/2005) gozdnih cest ne kategorizira, jih Pravilnik o gozdnih prometnicah (Ur. l. RS, št. 4/2009) deli na tri kategorije: G1, G2 in G3.*

1. Gozdne ceste G1 so tiste, »na katerih je poleg prometa, namenjenega gospodarjenju z gozdovi, pomemben tudi vsakodnevni javni promet, ki lahko doseže tudi več kot 50 % delež. Na gozdnih cestah G1 je osebni promet brez omejitev, za tovorni promet pa se v času odjuge oziroma velike razmočenosti cestišča določi omejitev osnega pritiska. Z režimom uporabe gozdnih cest se lahko določijo dodatne omejitve njihove rabe. Zapora na gozdni cesti G1 je lahko praviloma največ enodnevna. Na teh cestah se zagotavlja tekoče in periodično vzdrževanje. Stroške vzdrževanja, ki nastajajo zaradi javne uporabe, financirajo občine v sorazmernem deležu glede na stroške vzdrževanja in dolžino gozdne ceste.«

2. Gozdne ceste G2 so tiste, »ki odpirajo več kot 1000 ha gozda in na njih prevladuje promet, namenjen gospodarjenju z gozdovi. Na gozdnih cestah G2 je osebni promet prav tako brez omejitev, za tovorni promet pa se lahko določi omejitev osnega pritiska. Z režimom uporabe gozdnih cest se lahko določijo dodatne omejitve njihove uporabe. Na gozdni cesti G2 se lahko določi tudi trajna zapora. Na teh gozdnih cestah se zagotavlja vzdrževanje po potrebi oziroma tekoče vzdrževanje, če cesta vodi do kmetij, zaselkov oziroma vasi ali objektov javnega značaja.«

3. Gozdne ceste G3 so tiste, »ki odpirajo manj kot 1000 ha gozda in na njih prevladuje promet, namenjen gospodarjenju z gozdovi. Tudi na cestah G3 je osebni promet praviloma brez omejitev, za tovorni promet pa se lahko določi omejitev osnega pritiska. Z režimom uporabe gozdnih cest se lahko določijo dodatne omejitve njihove uporabe. Na gozdni cesti G3 se lahko določi trajna in popolna zapora. Na teh gozdnih cestah se zagotavlja vzdrževanje po potrebi.« (Pravilnik o gozdnih prometnicah, Ur. l. RS, št. 4/2009)

### č) Glede na vrsto vozišč

V osnovi delimo vozišča na gibka in toga. Gibka vozišča so makadamska, asfaltna in tlakovana, toga vozišča pa so cementnobetonska. Materiali, iz katerih so zgrajena vozišča:

- agregati (različnih frakcij),
- vezni materiali (bitumen, cement, apno, voda),
- polnila (kremenčev pesek, zdrobljena opeka, premogov prah in zdrobljena guma).

Cestno telo je sestavljeno iz spodnjega ustroja ceste ter voziščne konstrukcije. Spodnji ustroj je zgrajen iz temeljnih tal ali nasipa ter posteljice.

Cestna konstrukcija se projektira glede na vrsto in količino prometa ter kategorijo ceste in je sestavljena iz več nosilnih plasti in obrabne plasti.

Nosilni plasti voziščne konstrukcije sta:

- zgornja nosilna plast, ki se deli na vrhno stabilizirano plast in stabilizirano nosilno plast,
- spodnja nosilna ali nevezana nosilna plast.

Stabilizirane plasti so iz zmesi asfalta ali cementa.

Obrabna ali zaključna plast voziščne konstrukcije je lahko:

- asfaltna,
- betonska,
- nevezana obrabna plast (makadam).

*Pri gozdnih cestah se voziščne konstrukcije posebej ne projektira, razen na cestah G1, kjer je obrabna plast iz asfalta.*

## 2.4 UPRAVLJANJE CEST

Pri upravljanju, vzdrževanju in razvoju cest govorimo o posameznih kategorijah. Kategorije cest in njihovi upravljavci:

- avtoceste in hitre ceste (DARS),
- regionalne in glavne ceste, ki so državne (DRSC),
- občinske ceste (upravlja koncesionar posamezne občine).

*Pri občinskih gozdnih cestah je upravljavec pogodbeni izvajalec, ki je izbran prek razpisa.*

### **3 PROSTORSKI DEL**

#### **3.1 PLANIRANJE**

Planiranje je začetna faza del pri novi gradnji ali obnovi ceste. Glede na to, ali gre za novo gradnjo ali za obnovo ceste, je odvisen tudi sam postopek planiranja in obsega del. Planiramo z namenom doseganja določenega cilja, ki se mora skladati z različnimi pravilniki.

##### **a) Namen planiranja**

Javne ceste planiramo iz drugih razlogov kot gozdne. Javne ceste gradimo, da bi povezali različne kraje, mesta in države ter pospešili njihov gospodarski razvoj. Pri različnih kategorijah cest (avtoceste, hitre ceste, regionalne ceste ...) med planiranjem in gradnjo upoštevamo njihov namen.

*Pri gozdnih cestah je namen planiranja in gradnje v tem, da omogočimo dostop do gozdnih virov in prevoz lesa. Poleg osnovnega namena pa gozdne ceste planiramo tudi zaradi dostopa do požarno ogroženih območij. Zato gradimo protipožarne ceste in protipožarne poti (namenjene protipožarnemu varstvu), ki jih imenujemo protipožarne preske. Danes se pri planiranju upošteva tudi možnost razvoja turističnih kmetij, rekreacijo in druge vrste turizma.*

##### **b) Postopek planiranja**

Javne ceste po uredbi o razvrščanju objektov glede na zahtevnost gradnje spadajo med zahtevne objekte, gozdne ceste pa med manj zahtevne oziroma enostavne.

*Ker so gozdne ceste enostavni objekti, zanje gradbeno dovoljenje ni potrebno.*

Pri planiranju javnih cest izdelamo plansko zasnovo (projektno nalogo), ki temelji na vrsti in funkciji ceste, ki jo bomo gradili. Po izvedeni projektni nalogi je za planske dokumente treba pridobiti potrdilo o skladnosti s PVO.

*Na gozdnih cestah se planska zasnova izdeluje le za G1, vendar je treba tudi tu pridobiti potrdilo o skladnosti s PVO.*

**c) Način planiranja**

Elemente osi na cestah določamo glede na:

| <b>Javne ceste</b>                 | <b>Gozdne ceste</b>                |
|------------------------------------|------------------------------------|
| prostor in prometni volumen        | prostor in relief                  |
| potovalna hitrost (V rač)          | intenzivnost prirastka             |
| vrste uporabnikov (tipično vozilo) | vrste uporabnikov (tipično vozilo) |
| horizontalna preglednost           |                                    |
| obremenitev prometa                |                                    |

Dodatni ukrepi, ki jih moramo pri planiranju upoštevati:

| <b>Javne ceste</b>               | <b>Gozdne ceste</b>                |
|----------------------------------|------------------------------------|
| križišča                         | razširitve za prevoz dolgih bremen |
| priključki                       | izogibališča in obračališča        |
| signalizacija in prometna oprema |                                    |

**č) Umestitev v prostor**

Kadar planiramo novo gradnjo ali zahtevno rekonstrukcijo javne ceste, mora ARSO potrditi, da je planiranje v skladu s PVO (presoja vplivov projekta na okolje). Če ta pogoj ni izpolnjen, je treba določiti drugo traso.

*Za gozdne ceste zakon tega ne zahteva, vendar pa se v praksi preverjanje vseeno izvaja.*



### 3.2 RAZLIKE PRI PLANIRANJU

#### Pomembnejše razlike pri planiranju javnih in gozdnih cest

Preglednica 4: Razlike pri planiranju med javnimi in gozdnimi cestami po sklopih (vir: lastni).

| <b>Področje</b>            | <b>Javne ceste</b>  | <b>Gozdne ceste</b>  |
|----------------------------|---|--|
| <b>Namen planiranja</b>    | povezovanje<br>zbiranje<br>dostop   | zbiranje<br>dostop   |
| <b>Postopek planiranja</b> | Izdelamo plansko zasnovo.   | Plansko zasnovo izdelamo le za G1.   |
| <b>Način planiranja</b>    | Javne ceste se planira na podlagi PLDP, hitrosti, tipičnega vozila in horizontalne ter vertikalne preglednosti. | Gozdne ceste se načrtuje na podlagi tipičnega vozila, količini prirastka in reliefa. |
| <b>Kategorizacija</b>      | Pravilnik o projektiranju javnih cest gozdne ceste uvršča med ne kategorizirane.                                | Pravilnik o gozdnih prometnicah gozdne ceste deli na tri kategorije.                 |
| <b>Umestitev v prostor</b> | Preverimo PVO.  | PVO ne preverimo.  |

## 4 TEHNIČNI DEL

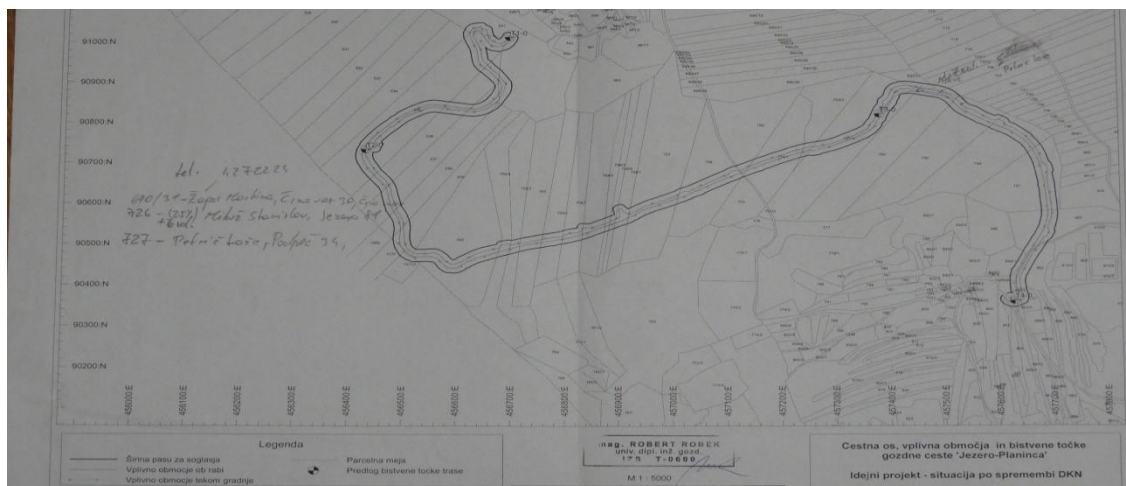
### 4.1 PROJEKTIRANJE

Naslednja delovna faza (po izdelavi planske zasnove) je projektiranje, pri kateri izdelamo projekte po določenem postopku. Postopek je odvisen od tega, ali cesta spada med zahtevne ali nezahtevne objekte. Po današnji zakonodaji spadajo javne ceste med zahtevne, gozdne pa med manj zahtevne objekte.

#### a) Postopek pri javnih cestah

Pri planiranju smo plansko zasnovo poslali Agenciji Republike Slovenije za okolje (ARSO), da preveri, ali so upoštevani vsi projektni pogoji, in če so, je postopek izdelave dokumentacije naslednji:

- izdelava idejne študije (IDS), katere namen je izbrati najustreznejše variante,
- izdelava idejnega projekta (IDP), katerega namen je izbrati najustreznejšo varianto (slika 3),
- izdelava projekta za gradbeno dovoljenje (PGD),
- izdelava projekta za izvedbo (PZI),
- izdelava projekta za razpis (PZR), katerega namen je pridobiti najugodnejšega izvajalca del,
- izdelava projekta izvedenih del (PID, po končanih delih), da lahko opravimo tehnični prevzem ceste in s tem pridobimo uporabno dovoljenje [15].



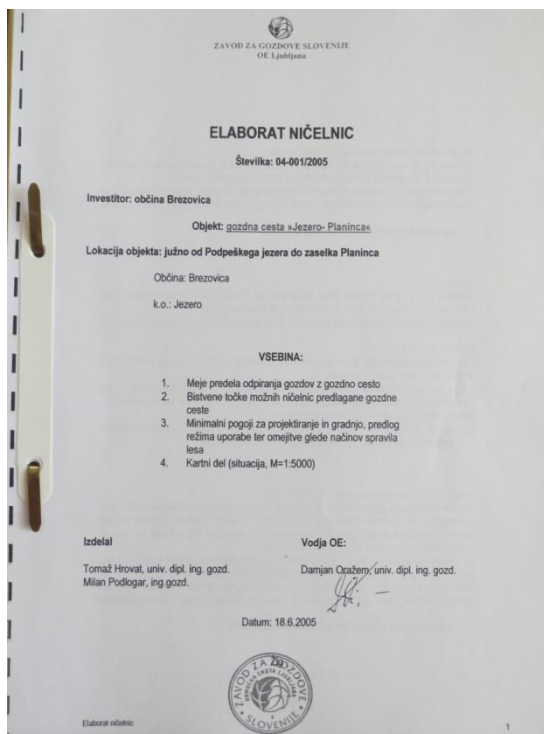
Slika 3: Idejni projekt – cestna os (vir: lastni, 2013).

## b) Postopek pri gozdnih cestah

Gozdne ceste uvrščamo med manj zahtevne objekte, zato zanje ni treba pridobiti gradbenega dovoljenja. Kljub temu morajo lastniki gozdov na Zavod za gozdove vložiti zahtevo za izdelavo elaborata ničelnic (slika 4). Po izdelavi elaborata ničelnic mora pooblaščen projektant izdelati načrt in pridobiti vsa potrebna soglasja [18].

V praksi pa je za gozdne prometnice višje kategorije navadno treba pridobiti gradbeno dovoljenje, zato je treba izdelati projekt. Postopek za pridobitev gradbenega in uporabnega dovoljenja je naslednji:

- izdelava idejnega projekta (IDP) in elaborata ničelnic,
- izdelava projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja (PGD),
- začetek del (po pridobitvi gradbenega dovoljenja),
- izdelava projekta izvedenih del (PID, po končanih delih), da lahko opravimo tehnični prevzem ceste in s tem pridobimo uporabno dovoljenje. V praksi se PID zaradi finančnih stroškov načeloma ne izdeluje.



Slika 4: Elaborat ničelnic (vir: lastni, 2013).

#### 4.1.1 PROJEKTIRANJE ELEMENTOV VOZIŠČA

Pri projektiranju so pomembni pravilna uporaba cestnih elementov (prema, prehodnica, krožni lok in niveleta), preglednost, razširitve in odvodnjavanje.

Ko se odločimo, katero cestno kategorijo bomo projektirali, moramo upoštevati:

| Javne ceste  | Gozdne ceste                               |
|--|--|
| projektiranje na višje in visoke hitrosti                        | projektiranje na nizke hitrosti            |
| potovalna hitrost  | tipično vozilo                             |
| količina prometa (PLDP)  | nakladalna mesta za hlodovino              |
| projektiranje na voznodinamični način, KP in JP pa na prevoznost | projektiranje na zagotavljanje prevoznosti |
| prometna obremenitev   |  |
| prometna varnost (preglednost)                                   |  |
| vrsta in način odvodnjavanja                                     |  |

*Dimenzioniranje elementov osi ceste se na gozdnih cestah izvaja na podlagi tipičnega vozila. Tipično vozilo je triosni kamion ali pa vlečno vozilo, ki je osnova za prometni in prosti profil.*

#### Prometni in prosti profil:

Prostor nad voziščem imenujemo prometni profil, ki ga sestavljajo:

- prerez merodajnega vozila,
- prostor, potreben za obratovanje vozila,
- pas varnostne širine med vozili.

Tudi pri prometnem profilu za kolesarje ter kolesarje in pešce so te sestavine iste. V prometnem profilu, ki je sestavljen iz prometnih in robnih pasov, ne sme biti nobene fizične ovire.

Prosti ali svetli profil ceste je prometni profil, ki je povečan za varnostno širino in višino. Tudi v tem profilu ne sme biti nobene ovire, razen prometne signalizacije, če ta ne ovira preglednosti. Kljub temu pa mora biti signalizacija zunaj prometnega profila. Varnostna širina in višina sta za posamezne cestne kategorije predpisani s Pravilnikom o projektiranju cest.

#### **4.1.1.1 Elementi osi ceste v tlorisu (horizontalni elementi)**

Geometrijski elementi osi ceste so prema, prehodnica in krožni lok. Na javnih cestah imamo različne omejitve, ki so predpisane s Pravilnikom o projektiranju cest. Pri gozdnih cestah so ti elementi isti, vendar so omejeni z minimalnimi vrednostmi uporabe. S pravilno uporabo elementov dosežemo funkcionalnost ceste, manjše obremenitve okolja, večjo prometno varnost, prijaznejše okolje za voznike ter večjo ekonomičnost.

##### **a) Prema**

Značilnost preme je, da ima obliko ravne črte in je najpreprostejši element osi ceste za trasiranje, gradnjo, vožnjo in vzdrževanje prometnice. Dolžina preme je omejena zaradi razgibanosti terena, vključevanja trase v naravno okolje ter psihofizične sposobnosti voznika. Prema ima tudi nekatere slabe lastnosti, kot so otežena ocena nasproti vozečega vozila, slaba vidljivost izza predhodnega vozila, utrujajoča vožnja ter slepenje luči ponoči [1].

Širina voznega pasu v premi na javnih cestah je odvisna od vrste ceste (funkcije ceste) in projektne hitrosti. Pri cestah, ki jih uvrščamo med maloprometne ceste za enosmerni ali dvosmerni promet, mora biti širina voznega pasu vsaj 3,5 m.

*Pri gozdnih cestah je določena le maksimalna širina vozišča v premi, ki znaša 3,5 m.*

##### **b) Prehodnica**

Prehodnica je element, ki zagotavlja zvezno povezovanje preme v krožni lok ali pa iz krožnega loka v krožni lok. Za izvedbo prehoda se uporablja matematična krivulja klotoida. Pri maloprometnih cestah lahko namesto klotoide uporabimo drugo vrsto krivulje. Na javnih cestah je dolžino prehodnice treba izračunati po predpisani enačbi tako, da ima vsaka prehodnica minimalno in maksimalno dolžino. Minimalna in maksimalna dolžina prehodnice sta odvisni od voznodinamičnega, konstruktivnega in estetskega pogoja.

*Pri gozdnih cestah je ponavadi posebej ne načrtujemo.*

**c) Krožni lok**

Osnovna značilnost krožnega loka je, da ima obliko dela krožnice, in predstavlja tisti del ceste, kjer vozilo enakomerno spreminja smer vožnje. Bistven element krivine je radij, ki ga označimo s črko R. Krožni lok učinkuje na vozilo v gibanju, zato so pri načrtovanju potrebne omejitve.

Na javnih cestah je minimalni polmer krivine odvisen od projektne hitrosti in prečnega nagiba.

Preglednica 5: Minimalni polmer na JC, Pravilnik o projektiranju cest (Ur. l. RS, št. 91/2005).

| Projektna hitrost<br>(km/h) | Minimalni polmer krožne krivine za prečni nagib vozišča (m) |      |      |      |      |      |      |      |     |     |
|-----------------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|
|                             | Prečni nagib (%)  |      |      |      |      |      |      |      |     |     |
|                             | 2,5   | 3    | 3,5  | 4    | 4,5  | 5    | 5,5  | 6    | 6,5 | 7   |
| 30                          | 70  | 60   | 50   | 45   | 40   | 35   | 33   | 30   | 27  | 25  |
| 40                          | 125   | 110  | 90   | 80   | 70   | 65   | 60   | 50   | 47  | 45  |
| 50                          | 200   | 175  | 150  | 127  | 120  | 110  | 98   | 90   | 77  | 75  |
| 60                          | 350   | 280  | 240  | 210  | 180  | 165  | 150  | 140  | 127 | 125 |
| 70                          | 500   | 420  | 360  | 320  | 280  | 250  | 230  | 210  | 190 | 175 |
| 80                          | 700   | 580  | 500  | 420  | 390  | 350  | 320  | 290  | 270 | 250 |
| 90                          | 1000  | 800  | 700  | 620  | 550  | 490  | 450  | 400  | 370 | 350 |
| 100                         | 1250  | 1050 | 920  | 780  | 700  | 640  | 580  | 550  | 480 | 450 |
| 110                         | 1700  | 1400 | 1200 | 1050 | 950  | 850  | 780  | 700  | 650 | 600 |
| 120                         | 2000  | 1750 | 1500 | 1375 | 1175 | 1050 | 960  | 900  | 840 | 750 |
| 130                         | 3000  | 2100 | 1800 | 1550 | 1400 | 1250 | 1150 | 1050 | 950 | 900 |

Na gozdnih cestah so naslednje omejitve:

- minimalni radij krivine je 9,0 m v osi ceste,
- v krivinah, kjer je radij manjši od 50 m, je treba projektirati razširitve [11].

Preglednica 6: Najmanjši radij horizontalne krivine, Pravilnik o gradnji, vzdrževanju in načinu uporabe gozdnih prometnic (Ur. l. RS, št. 7/2000).

|                              |    |    |    |    |
|------------------------------|----|----|----|----|
| <b>Hitrost vožnje (km/h)</b> | 10 | 20 | 30 | 40 |
| <b>Rmin (m)</b>              | 10 | 20 | 30 | 50 |

#### d) Razširitve vozišča

Vozišče je treba ponavadi razširiti zaradi zagotavljanja normalne prevoznosti v krožnih lokih in križiščih ter spremembe širine in števila voznih pasov. Razširitve so odvisne od hitrosti vožnje na določenem cestnem odseku ter vrste vozil.

Na javnih cestah je vozišče v krožnem loku treba razširiti zato, ker zadnja kolesa tipičnega vozila ne tečejo po isti kolesnici kot prednja. Dimenzije razširitve se določi s pomočjo enačb, ki so zapisane v Pravilniku o projektiranju cest in so odvisne od merodajnega vozila in velikosti radija. Razširitve izvajamo po vsej dolžini krožnega loka, in sicer na notranjo stran krožnega loka, na obe strani ali pa izjemoma na zunanjo stran.

Pri spremembi širine in števila voznih pasov poleg načrtovanja razširitev načrtujemo tudi ožanja. Načrtujemo jih na mestih, kjer spreminjamo širino posameznih pasov, ter pri odvzemanju oziroma zaključevanju pasov.

*Pri gozdnih cestah je razširitev vozišča odvisna od radija krivine ter vrste merodajnega tovornega vozila. Pri radiju, manjšem od 50 m, mora biti razširitev vsaj 3,5 m, pri manjšem od 70 m pa vsaj 3,0 m. Razširitev je treba začeti izvajati vsaj 10 m pred začetkom krožnega loka. Na gozdnih cestah se na primernih mestih izdelajo tudi izogibališča, razmik med njimi pa naj ne bi presegal razširitve 300 m. Izogibališča služijo predvsem odmikanju vozil pri srečevanju, deponiranju lesa itd. Obračališča pa se izvedejo vzdolž trase na razdalji 1–2 kilometra.*

#### 4.1.1.2 Elementi osi ceste v vzdolžnem profilu (vertikalni elementi)

##### a) Niveleta

Niveleta je višinski potek ceste, sestavljena iz geometrijskih elementov. Z njimi zagotovimo zveznost linije in enakomerno spreminjanje višin vzdolž ceste. Geometrijski elementi, ki se uporabljajo, so tangente (prema) ter zaokrožitve (krožni lok). Za izvedbo vertikalne zaokrožitve se lahko uporabljajo tudi druge geometrijske funkcije (klotoida, parabola ...), vendar pa morajo zagotavljati minimalne radije pri vertikalnih zaokrožitvah.

##### Vzdolžni nagib nivelete

Vzdolžni nagib je pri različnih vrstah ceste in različnih vozniških hitrostih omejen. Pri načrtovanju vzdolžnega nagiba moramo vselej upoštevati vremenske razmere, možnost zaviranja, čim manjše posege v prostor, stroške vožnje, odvodnjavanje, skladnost z obliko naravnega okolja ...

Maksimalni vzdolžni nagibi so v pravilnikih podani v preglednicah 7 in 8.

Preglednica 7: Dopustne velikosti maksimalnega nagiba nivelete glede na vrsto ceste in vrsto terena, Pravilnik o projektiranju cest (Ur. l. RS, št. 91/2005).

| Vrsta ceste             | Vrsta terena                |           |          |        |
|-------------------------|-----------------------------|-----------|----------|--------|
|                         | Ravninski                   | Gričevnat | Hribovit | Gorski |
|                         | Dopustni nagib nivelete (%) |           |          |        |
| <b>Avtocesta</b>        | 3,0                         | 4,0       | 5,0      | 6,0    |
| <b>Hitra cesta</b>      | 3,0                         | 5,0       | 6,0      | 7,0    |
| <b>Glavna cesta</b>     | 4,0                         | 6,0       | 7,0      | 8,0    |
| <b>Regionalna cesta</b> | 5,0                         | 8,0       | 10,0     | 12,0   |
| <b>Lokalna cesta</b>    | 6,0                         | 10,0      | 12,0     | 15,0   |

Poleg dopustnih nagibov pravilnik predpisuje uporabo minimalnega polmera vertikalnih zaokrožitev pri določenih hitrostih.



Preglednica 8: Dopuszne velikosti maksimalnega nagiba po kategoriji gozdnih cest, Pravilnik o gradnji, vzdrževanju in načinu uporabe gozdnih cest (Ur. l. RS, št. 7/2000).

| Smer polne vožnje | Kategorija | Max. naklon (%) | Izjemoma (%) |
|-------------------|------------|-----------------|--------------|
| Navzdol           | G1, G2     | 8               | 10           |
|                   | G3         | 10              | 12           |
| Protivzpon        | G1, G2, G3 | 6               | 10           |

Pri gozdnih cestah Pravilnik o gradnji, vzdrževanju in načinu uporabe gozdnih cest, poleg maksimalnih vzdolžnih nagibov, predpisuje tudi najmanjši radij vertikalnih zaokrožitev, ki znaša 350 m.

#### b) Prečni nagib vozišča

Z minimalnim prečnim nagibom dosežemo ustrezno odvodnjavanje, z maksimalnim pa uporabo racionalnejših elementov vozišča in večjo prometno varnost. Poznamo tudi rezultirajoči nagib, ki omejuje velikost prečnega nagiba v odvisnosti od vzdolžnega. Prečni nagib na javnih cestah je načeloma enostranski, lahko pa je tudi dvostranski, če je cesta dvopasovna in to dopuščajo horizontalni elementi.

Velikosti prečnih nagibov za različne obrabne plasti na javnih cestah za:

- asfaltno in cementnobetonsko vozišče 2,5–7,0 % zunaj naselja,
- asfaltno in cementnobetonsko vozišče 2,5–5,0 % v naselju,
- makadamsko vozišče 4,0–10,0 %.

Na vozišču mora biti nagib enoten, odstavnici in dodatni pasovi pa morajo imeti enak prečni nagib kot vozišče. V nivojskih križiščih in pri priključevanju dodatnih pasov mora biti prečni nagib 1,5–3,5 %.

*Minimalni prečni nagibi pri gozdnih cestah so za obrabne plasti enaki kot pri JC. Nagib vozišča je lahko enostranski ali dvostranski. V krivini je prečni naklon zaradi možnosti erozije v nasipih vedno enostranski in se ga izvede na notranjo stran krivine. Prečni nagib je konstanten po celotni dolžini in je odvisen od radija krivin. V premi so GC izvedene z enostranskim ali dvostranskim prečnim nagibom, odvisno od terena in načina odvodnjavanja. Za vzdrževanje je primernejši enostranski nagib [5].*

#### 4.1.1.3 Odvodnjavanje

Pri projektiranju je treba rešiti tudi način odvodnjavanja. Odvodnjavanje na prometnicah je zelo pomembno, saj z ustreznim odvodnjavanjem zmanjšujemo neugodne (poplavljanje in erozija) učinke delovanja talne in padavinske vode na cestišče. Da bi sistem odvodnjavanja ustrezno načrtovali in pozneje zgradili, moramo poznati vrste vode, s katerimi se srečujemo, ter naprave za odvodnjavanje.

Delitev voda:

- lastne vode so padavinske in padejo na utrjene cestne površine;
- zaledne vode so padavinske in padejo na neutrjene cestne površine;
- tuje vode so padavinske, ki ne nastanejo na cestnih površinah in odtekajo skozi cestno telo.

V splošnem ločimo dva sistema odvodnjavanja padavinskih voda, in sicer razpršeni ter točkovni. Pri razpršenem odvodnjavanju se voda z javnih cest preliva preko bankine, pri točkovnem odvodnjavanju pa se z javnih cest voda odvaja prek enega ali več izpustov. Da bi načrtovali ustrezne izpuste, moramo poznati naprave za odvodnjavanje.

Naprave za površinsko odvodnjavanje:

- jarki so najenostavnejši in hkrati najučinkovitejši za odvodnjavanje (poznamo segmentne, trapezne in trikotne jarke);
- koritnice – elementi za kontrolirano vzdolžno odvajanje vode, uporabljamo jih pri odvodnjavanju na avtocestah in cestah v vkopih;
- mulde ali kadunjasti jarki – uporabljajo se na maloprometnih cestah, parkiriščih, trgih ...;
- robniki – imajo enako funkcijo, kot jo ima koritnica;
- vtočni jaški – zajemajo vodo iz koritnic, jarkov in kadunjastih jarkov, s čimer omogočimo odvajanje vode prek kanalizacijskega sistema do zbiralnika vode;
- revizijski jaški – načrtujemo jih na mestih spremembe smeri vodenja kanalizacije (sprememba kota, sprememba premera cevi ...);
- kanalizacijski sistem – ima nalogo odvajanja vode, ki priteče od vtočnih jaškov.

Poleg naprav za površinsko odvodnjavanje poznamo tudi naprave, ki služijo za odvajanje vode iz cestnega telesa. To so prepusti, katerih naloga je odvajanje tuje vode skozi cestno telo, prečno na os nivelete.

Naprave za globinsko odvodnjavanje:

- drenažni sistemi imajo nalogo, odvajati podpovršinske vode, ki škoduje cestnemu telesu [12].

### **Projektiranje odvodnjavanja**

Pravilniku o projektiranju (Ur. l. RS, št. 91/2005) za vsako napravo na javni cesti posebej določa maksimalne in minimalne dimenzije ter možnost uporabe. Na cestah višjih kategorij izvedemo hidravlični izračun, v katerem je treba upoštevati količino lastne in zaledne vode. Na podlagi hidravličnega izračuna izberemo ustrezen način odvodnjavanja in potrebne prereze cevi in jaškov. Prav tako na podlagi hidravličnega izračuna dimenzioniramo prepuste [13].

*Na gozdnih cestah za odvajanje vode uporabljamo jarke, koritnice, vtočne jaške in drenažne sisteme. Odločimo se glede na vrsto terena, na katerem bomo gradili. Pravilniku o gozdnih prometnicah (Ur. l. RS, št. 4/2009) za te vrste naprav določa le minimalne širine. Hidravlični izračun uporabimo takrat, ko standardni prepusti zaradi velike količine vode ne bi zadostovali.*

### **Kontroliran odtok vode**

Na javnih cestah, na katerih število vozil (PLDP) presega normirano število 15.000 vozil/dan, moramo zagotoviti kontroliran odtok onesnažene vode z vozišča. Kontrolo odtoka je treba izvesti tudi na vodovarstvenih območjih. Kontroliran odtok onesnažene vode zagotavljamo z vodotesnimi kanalizacijskimi sistemi ter raznimi lovilci (npr. lovilec olj). Take sisteme je treba posebej načrtovati in upoštevati zahteve s področja okolja in vode.

*Pri gozdnih cestah tega ne načrtujemo, saj je količina vozil majhna.*

#### 4.1.1.4 Projektiranje priključkov

Pravilnik o cestnih priključkih na javne ceste (Ur. l. RS, št. 86/2009) določa njihovo ustrezno projektiranje. Določa minimalne zahteve v vseh štirih fazah z namenom zagotavljanja prometne varnosti in predpisane prepustnosti. Projektiranje priključkov je odvisno od njihove funkcije, preglednosti in kategorije cest, na katero ga nameravamo izvesti. Po funkciji ločimo dve vrsti priključkov:

- skupinske (uporablja ga več različnih uporabnikov),
- individualne (uporabnik je eden).

#### Pogoji načrtovanja priključka na javnih cestah

Za določitev lokacije priključka je v idejni zasnovi (IDZ) treba preveriti prepustnost ceste, na katero se priključujemo. Analiza prepustnosti se lahko opusti na maloprometnih cestah in na tistih, kjer znaša PLDP manj kot 5000 vozil na dan, ter pri individualnih priključkih v naseljih. Sam postopek analize je enak kot pri postopku za izračun prepustnosti križišča.

Kadar se priključujemo na cesto, na kateri hitrost znaša 70 km/h ali več, je treba zagotoviti vključevanje vozil le v desni smeri. Omejitve hitrosti na cestah zaradi načrtovanja hitrosti niso dovoljene. Za zagotavljanje preglednosti se morajo priključki na javnih cestah izvesti v premi in pod kotom 90° (+/- 15°). Na cestah z večjim PLDP je treba načrtovati tudi dodatne pasove za zavijalce (leve in desne).

Zahteve za odvodnjavanje priključkov:

- z izvedbo priključka ne smemo oslabiti kvalitete odvodnjavanja glavne prometne smeri (GPS);
- voda iz stranske prometne smeri ne sme teči preko glavne ceste;
- zaradi izvedbe priključka ni dovoljeno spreminjati prečnega nagiba na GPS;
- revizijski jaški morajo biti načrtovani zunaj vozišča.

Signalizacijo je treba načrtovati v skladu s Pravilnikom o prometni signalizaciji in prometni opremi na javnih cestah. (Ur. l. RS, št. 46/2000) [8]

## Projektiranje priključka na gozdnih cestah

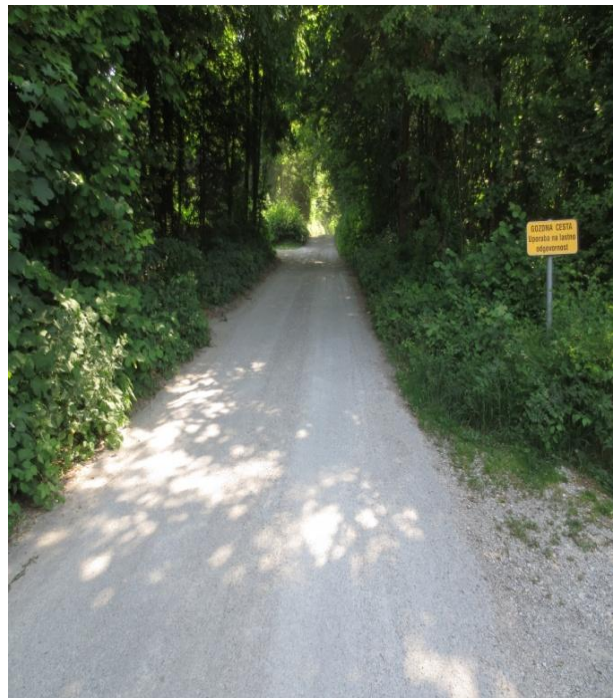
*Pravilnik o gozdnih prometnicah (Ur. l. RS, št. 4/2009) predpisuje izdelavo priključkov gozdnih vlak na gozdne ceste. Ker spadajo gozdne vlake v nižjo kategorijo kot gozdne ceste, je tu treba upoštevati naslednja pravila:*

- *priklop gozdne vlake se na gozdno cesto izvede pod kotom 45° ali blažjim zaradi velikosti obračalnega kroga in strmine;*
- *odvodnjavanje vlake mora biti urejeno tako, da ne oslabimo kvalitete gozdne ceste.*

*Pravilnik o gozdnih prometnicah (Ur. l. RS, št. 4/2009) posebej ne opredeljuje izvedbe priključka na JC (sliki 5 in 6), zato ga je treba izvesti pod pogoji, ki so navedeni v Pravilniku o cestnih priključkih na javne ceste. (Ur. l. RS, št. 86/2009)*



Slika 5: Ustrežno izvedeno odvajanje površinske vode na priključku z JC – drežnik (vir: lastni, 2013).



Slika 6: Neustrezno izvedeno odvajanje vode na priključku z JC (vir: lastni, 2013).

#### 4.1.1.5 Projektiranje signalizacije

Prometno signalizacijo projektiramo za potrebe prometne ureditve (slika 7). Prometna ureditev je način organiziranja, vodenja in nadziranja prometa s predpisano prometno signalizacijo in prometno opremo. Prometna signalizacija vključuje znake (za nevarnost, izrecne odredbe, obvestila, dopolnilne table, svetlobno signalizacijo ...) ter turistično in drugo obvestilno signalizacijo. Prometna oprema pa so varnostne ograje, oprema za označevanje robnega in odstavnega pasu, fizične ovire, zapornice, ogledala ... S pomočjo Pravilnika o prometni signalizaciji in prometni opremi na javnih cestah (Ur. l. RS, št. 46/2000) ustrezno načrtujemo njihovo uporabo. Opredeljeni so prometna signalizacija in prometna oprema, način njene uporabe, postavitve in dimenzioniranja [9].

*Na gozdnih prometnicah prometne signalizacije posebej ne načrtujemo. Pogoj je le označitev gozdne ceste z opozorilno tablo, ki je postavljena na začetku ceste (slika 8). Vsebina table je »GOZDNA CESTA – uporaba na lastno odgovornost«, ki mora biti ustreznih dimenzij. Za kakršno koli spreminjanje ali omejevanje prometne ureditve se uporabljajo standardni prometni znaki .*



Slika 7: Signalizacija in oprema na JC (vir: lastni, 2013).



Slika 8: Signalizacija in oprema na GC (vir: lastni, 2013).

#### 4.1.1.6 Preglednost

Preglednost projektiramo, da bi zagotovili večjo prometno varnost. Preglednost moramo zagotavljati za pregled nad potekom linije ceste, zaustavitev vozila, prehitevanje, pregled v območju križišč (slika 9) in prometno signalizacijo. Ko projektiramo javne ceste, morajo biti vse ovire, razen prometne signalizacije, zunaj polja preglednosti, če to ni mogoče, pa to zagotovimo z ustrežno signalizacijo. S poljem preglednosti je pogojena tudi razdalja, ko se lahko varno (za)ustavimo.

*Pri gozdnih cestah preglednosti ne projektiramo, saj so hitrosti tu nizke, izvedba pa je zaželeno v ostrih zavojih in priključkih (slika 10).*



Slika 9: Preglednost pred križiščem na JC (vir: lastni, 2013).



Slika 10: Preglednost v krivini na JC (vir: lastni, 2013).

#### 4.1.2 RAZLIKE PRI PROJEKTIRANJU

Po uredbi o razvrščanju objektov glede na zahtevnost gradnje spadajo javne ceste med zahtevne objekte, gozdne ceste pa med manj zahtevne. Postopek za izdelavo projektov za javne ceste je zato obsežnejši in dolgotrajnejši, saj moramo pridobiti gradbeno dovoljenje in izdelati vse nadaljnje projekte, ki so predhodno opisani.

Kljub temu da gozdne ceste spadajo med manj zahtevne objekte, je za ceste G1 treba pridobiti gradbeno dovoljenje, zato moramo izdelati PGD. Bistvene razlike pri postopku projektiranja med javnimi in gozdnimi cestami, za katere je potrebno gradbeno dovoljenje, so prikazane v preglednici.

Preglednica 9: Potrebna izdelava projekta na javnih in gozdnih cestah (vir: lastni).

| Izdelava projekta | Javne ceste | Gozdne ceste |
|-------------------|-------------|--------------|
| IDŠ               | Da          | Ne           |
| IDP               | Da          | Da           |
| PGD               | Da          | Da           |
| PZR               | Da          | Ne           |
| PZI               | Da          | Ne           |
| PID               | Da          | Ne           |

Pri projektiranju javnih cest moramo poznati več različnih pravilnikov (Pravilnik o projektiranju cest, Pravilnik o cestnih priključkih na javne ceste, Pravilnik o prometni signalizaciji in prometni opremi na javnih cestah) in tehničnih specifikacij (tehnične specifikacije za odvodnjavanje, malo prometne ceste ...).

Pri projektiranju gozdnih cest se opiramo na Pravilnik o gozdnih prometnicah in Pravilnik o gradnji, vzdrževanju in načinu uporabe gozdnih prometnic.



Preglednica 10: Razlike pri projektiranju med javnimi in gozdnimi cestami po sklopih (vir: lastni).

| <b>Področje</b>              | <b>Javne ceste</b>  | <b>Gozdne ceste</b>  |
|------------------------------|---|--|
| <b>Horizontalni elementi</b> | <p>V premi imamo točno določeno širino voznega pasu.</p> <p>Parametri prehodnice (dolžina, radij) so odvisni od hitrosti.</p> <p>Minimalna velikost krožnega loka je odvisna od prečnega nagiba in projektne hitrosti.</p> <p>Razširitve se izvajajo na vseh horizontalnih elementih. Lahko se tudi opustijo, če ne presegajo določenih omejitev. Poleg razširitev izvajamo tudi zožitve (zaključevanje pasu, sprememba širine pasov...).</p> | <p>Na gozdnih cestah dolžina preme ni omejena. Določena je le maksimalna širina vozišča.</p> <p>Prehodnice se ne načrtuje.</p> <p>Krožni lok je omejen le z minimalnim radijem.</p> <p>Razširitve se izvaja v krivinah glede na velikost krožnih lokov. Poleg razširitev izvajamo tudi izogibališča na vsakih 300 m ter obračališča na dolžini 1–2 km.</p> |
| <b>Vertikalni elementi</b>   | <p>Dopustni nagib nivelete je odvisen od vrste terena in hitrosti.</p> <p>Prečni nagib je za različne obrabne plasti omejen z najnižjo in najvišjo vrednostjo. Predvsem se uporablja enostranski prečni nagib.</p>  | <p>Niveleta je omejena samo z maksimalnim vzdolžnim naklonom.</p> <p>Prečni nagib je omejen z minimalno vrednostjo. Uporablja se tako enostranski kot tudi strešni nagib.</p>  |
| <b>Odvodnjavanje</b>         | <p>Za dimenzioniranje naprav se uporablja hidravlični račun. Poleg tega moramo na cestah višjih tehničnih skupin in na vodovarstvenih območjih projektirati tudi odvodnjavanje za onesnaženo vodo.</p>  | <p>Za naprave, ki se uporabljajo za odvodnjavanje, so predpisane minimalne dimenzije. Hidravlični račun se uporablja le pri zahtevnejših objektih.</p>   |
| <b>Priključki</b>            | <p>Priključke projektiramo po Pravilniku o cestnih priključkih na javne ceste.</p> <p>Priključke je treba projektirati na podlagi izračuna prepustnosti ceste (ne v vseh primerih); pomembno je tudi projektirati odvodnjavanje priključka.</p>   | <p>Priključkov se na gozdni cesti posebej ne projektira; postavljena so le pravila za priključitev gozdnih vlak na gozdne ceste.</p>   |
| <b>Signalizacija</b>         | <p>Za ustrezno prometno ureditev na javnih</p>  | <p>Gozdno cesto je treba opremiti le z</p>   |

|                    |  |                      |
|--------------------|--|----------------------|
|                    | cestah je treba projektirati vso signalizacijsko in prometno opremo. | znakom GOZDNA CESTA. |
| <b>Preglednost</b> | Jo projektiramo.   | Je ne projektiramo.  |

## 4.2 GRADNJA

Planiranju, ki je predstavljeno v drugem poglavju, sledi projektiranje, kjer mora projektant upoštevati vse parametre izgradnje cest, kot so širina ceste, vzdolžni in prečni nagibi, razširitve v krivinah glede na velikost radija, obračališča, izogibališča ... Upoštevati mora okvire perspektivnega načrta in umestiti prometnico v prostor, in sicer tako, da bo racionalna v vseh pogledih (stroški gradnje, uporabe, dostopa do lesnih virov prek gozdnih cest ter na koncu tudi vzdrževanja). Po končanem projektiranju in pridobitvi potrebnih dokumentov lahko začnemo z gradnjo ceste.

Pri gradnji cest je najpomembneje to, da poznamo materiale, ki jih vgrajujemo, ter postopke gradnje na različnih terenih. Pri gradnji moramo upoštevati pravila o varnosti in zdravju pri delu ter pravila, ki so predvidena s projekti (npr. Pravilnik o postavitvi prometne signalizacije).

Gradnja cest je sestavljena iz treh delov:

- spodnjega ustroja (SU),
- objektov (mostovi, viadukti, predori, podporni in oporni zidovi),
- zgornjega ustroja (ZU).

Pred samo gradnjo je treba ustrezno načrtovati dela, ki so odvisna od:

- velikosti gradbišča,
- zahtevnosti dela,
- obsega del,
- razpoložljivega časa.

| <b>Javne ceste</b>                 | <b>Gozdne ceste</b>      |
|------------------------------------|--------------------------|
| večje gradbišče – več delovnih faz | manjše gradbišče         |
| višja zahtevnost dela              | običajno nezahtevna dela |
| večji obseg del                    | različen obseg del       |
| časovna omejitve gradnje           | brez časovnih omejitev   |

Kot vidimo, je delovni načrt odvisen od situacije na gradbišču in je na JC zato obsežnejši.

Organizacija je odvisna od delovnega načrta, mehanizacije in delovne sile na gradbišču. Slaba organiziranost bi zato (lahko) pomenila velike časovne in finančne izgube.

*Na GC imamo običajno manjša gradbišča, ki niso zahtevna in časovno omejena, zato je tudi organizacija dela manjša.*

#### 4.2.1 VRSTE MATERIALA IN MEHANIZACIJA

V Sloveniji pri gradnji cest uporabljamo predvsem naravne in drobljene zmesi zrn iz apnenca in dolomita. Material se pridobiva pri izkopih, v kamnolomih ter peskokopih. Uporaba materiala, pridobljenega pri izkopu trase, je primerna le v primeru, ko je izkopani material ustrezne kakovosti. Za izdelavo obrabnih plasti se na prometnejših cestah uporabljajo zmesi iz silikatnih zrn, ki jih pridobivamo predvsem v sosednji Avstriji. Poleg naštetega agregata je osnovni material tudi vezivo (bitumen, cement in apno), ki ga uporabljamo za obrabne plasti ter stabilizacijo tal. Pri izdelavi obrabnih plasti se, poleg agregata in veziva, uporabljajo tudi polnila, ki so lahko premogov prah, zdrobljena opeka, zdrobljena guma in kremenčev pesek. V primerih, kjer imamo slabo nosilno podlago, vgrajujemo tudi lažje materiale, kot je elektrofiltrski pepel, material med temeljnimi tlemi in nasipom pa ločujemo z geotekstilom.

#### Uporaba materiala pri cestah

| Javne ceste                     | Gozdne ceste                |
|---------------------------------|-----------------------------|
| izkopani material               | izkopani material           |
| drobljenci različnih granulacij | drobljenci za obrabno plast |
| gramoz                          |                             |
| razna polnila                   |                             |

## Uporaba materiala po slojih

Spodnji ustroj:

- koherenten material in ustrezen lokalni material za posteljico,
- izkopani material in material iz kamnolomov (jalovina).

Zgornji ustroj:

- drobljeni material s predpisano zrnastvostjo (tampon),
- materiali, stabilizirani z bitumnom ali cementom.

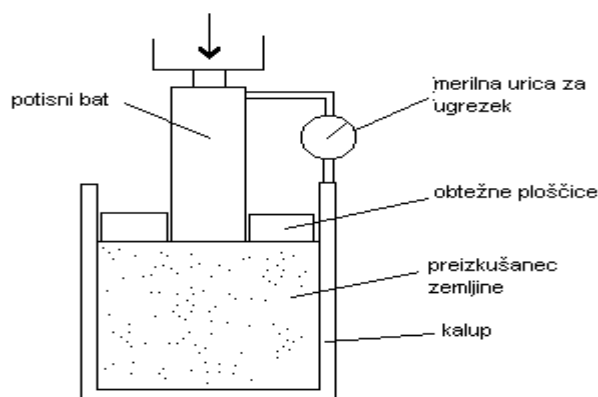
## Kontrole materiala

Vgrajeni material tudi kontroliramo. Materiali, ki jih vgrajujemo na JC za ZU, morajo biti odporni proti zmrzali, ustrezne zrnavosti in opremljeni s certifikatom.

Kontrola materiala, vgrajenega na JC:

- kontrola agregata na deponijah in asfaltnih bazah,
- kontrola asfaltne zmesi glede na sejalne krivulje in vsebnost veziva,
- obrabne mehanske preiskave asfaltnih zmesi,
- odvzem izvrtin za kontrolo sestave in zbitosti materiala (slika 11),
- druge kontrole.

*Na gozdnih cestah kontrole vgrajenega materiala ne izvajamo.*



Slika 11: Prikaz testa CBR (vir: [www.dur.ac.uk](http://www.dur.ac.uk), 2013).

## Poznavanje materiala

Hribina pomeni ves material na trasi. Za dobro izvedena dela moramo poznati njene lastnosti. Naravno zbito in oblikovano hribino imenujemo raščena tla ali raščen teren.

Hribino prepoznamo v treh osnovnih oblikah:

- vezani (glina, ilovica),
- nevezani (pesek, gramoz),
- kompaktni (skala).

Pri zemeljskih delih hribino v osnovi delimo na zemljine:

- humusno plast (plodna zemljina),
- drobnozrnate (vezljive, koherentne) zemljine, kot so melj, glina, publica,
- grobozrnate (nevezljive, nekoherentne) zemljine, kot sta pesek in gramoz,
- mešane zemljine

in kamnine:

- poltrdne kamnine, kot so laporji, konglomerat, peščenjak,
- trdne kamnine, kot sta dolomit in apnenec [4].

Da bi čim bolje ocenili, kakšen material je v terenu, kjer bomo gradili cesto, izkopljemo sondažne jame ali izdelamo vrtine, iz katerih vzamemo vzorec. Pri gradnji maloprometnih in gozdnih cest bi to pomenilo velik strošek, zato se pri oceni materiala zgledujemo po že zgrajenih bližnjih cestah ter vegetaciji.

Preglednica 11: Kategorije materiala (vir: učno gradivo FGG, Zemeljska dela).

| <b>Kategorija</b>         | <b>1</b>   | <b>2</b>  | <b>3</b>   | <b>4</b>   | <b>5</b>  |
|---------------------------|--|---|--|--|---|
| <b>Naziv kategorije</b>   | Plodna zemljina  | Slabo nosilna zemljina  | Drobnozrnata (vezljiva) in grobozrnata (nevezljiva) zemljina   | Mehka kamnina  | Trdna kamnina   |
| <b>Opis materiala</b>     | Nahaja se na površini terena: humus in ruša s primesmi gramoza, peska, melja in/ali gline.     | Je v lahko gnetni do židki konsistenci, lahko vsebuje organske snovi (šoto, preperine). | Nahaja se pod plodno zemljino<br>- v srednje gnetni do trdni konsistenci (zemljine)<br>- v zbitem stanju (pesek, grušč, jalovina). | Lapor, fliš, skrilavec, tuf, konglomerat, breča ter razpokani, drobljivi in prepereli peščenjak, dolomit in apnenec. | Kompaktni dolomit in apnenec ali material z nad 50 % kosov $\varnothing > 600$ mm, ki ga je treba minirati. |
| <b>Zrnavost materiala</b> | -  | $>15 \% \varnothing < 0,063$ mm   | $>15 \% \varnothing < 0,063$ mm<br>$<15 \% \varnothing > 0,063$ mm<br>$<30 \% \varnothing > 63$ mm<br>$\varnothing < 300$ mm       | $>30 \% \varnothing > 63$ mm<br>$>30 \% \varnothing > 300$ mm<br>$\varnothing < 600$ mm                              | Raščena kamnina $\varnothing > 600$ mm (pretežno)   |
| <b>Način izkopa</b>       | Buldožer, bager  | Bager, buldožer   | Buldožer, bager, buldožer z rijačem (občasno)  | Buldožer z rijačem, bager s konico, rezkanje, miniranje (občasno)  | Miniranje, rezkanje (izjemoma)  |
| <b>Ocena uporabnosti</b>  | Primerna samo kot osnova za ozelenitve; ni nosilna, niti stabilna, niti odporna proti eroziji. | V naravnem stanju ni uporabna.  | V naravnem stanju in ustreznem vremenu uporabna za nasipe; nosilnost in stabilnost sta odvisni od zunanjih vplivov.                | Praviloma dobro nosilna in stabilna; ustrezne zrnivosti je primerna za nasipe in posteljico.                         | Je ustrezne zrnivosti, zelo dobre nosilnosti in stabilna ter primerna za nasipe in/ali predelavo.           |

## Gradbena mehanizacija

Na različnih terenih uporabljamo različne vrste strojev. Na podlagi ogleda terena in preučitve projektne dokumentacije vidimo, katera zemeljska dela bodo potrebna za izgradnjo ceste. Nato se odločimo za stroje, ki bodo najučinkovitejši in bo z njimi dosežena zahtevana kakovost dela (zaradi varovanja okolja).

Stroji, ki jih uporabljamo za zemeljska dela in vgradnjo materiala:

| Javne ceste      | Gozdne ceste |
|------------------|--------------|
| bagri            | bagri        |
| buldožerji       | gredarji     |
| gredarji         | valjarji     |
| valjarji         |              |
| vrtalna oprema   |              |
| rezkalniki       |              |
| finišerji        |              |
| specialna oprema |              |

Poleg strojev pa imamo tudi proizvodne obrate za kamnite materiale, asfaltne baze (slika 12) in betonarne.



Slika 12: Asfaltna baza (vir: [www.labin.com](http://www.labin.com), 2013).



#### 4.2.2 ZAKOLIČENJE IN PRIPRAVA TERENA

Pred začetkom zemeljskih del je treba zakoličiti traso. Količenje izvajajo geodeti po izvedenem projektu, sam postopek pa je pogojen s postopkom izvajanja zemeljskih del.

| <b>Javne ceste</b>                | <b>Gozdne ceste</b>               |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
|                                   |                                   |
| zakoličenje osi ceste             | zakoličenje osi ceste             |
| sečnja in odstranitev humusa      | sečnja                            |
| zakoličenje robov in višine ceste | zakoličenje robov in višine ceste |
| zemeljska dela                    |                                   |
| zakoličenje odvodnjavanja         |                                   |
| izvedba odvodnjavanja             |                                   |
| posnetek izvedenega stanja        |                                   |

Na JC je obseg geodetskih del mnogo večji kot na GC:

- JC imajo točno določeno traso za gradnjo, na GC pa ni tako natančno določena;
- količina zemeljskih del je na JC večja, kar lahko pomeni večje stroške gradnje zaradi neustreznega zakoličenja višine;
- odvodnjavanje je natančno načrtovano, zato ga je treba tudi natančno izvesti in predhodno zakoličiti;
- JC je treba vrisati v kataster, zato posnamemo stanje ceste.

## Sečnja

Če so na trasi drevesa in grmičevje, jih je treba odstraniti. Na javnih cestah širino izsekanega pasu posredno določajo pravilniki. Za gozdne ceste je pomembno le, da je širina izsekanega pasu tolikšna, da ne posega v svetli profil ceste.

Dejavniki za večjo širino izsekanega pasu:

| Javne ceste  | Gozdne ceste  |
|--|---|
| kategorija ceste (višja je kategorija, večji je izsek) | ostre krivine (prevoz dolgih sortimentov)           |
| prometna varnost (preglednost)                         | vlažnost rastišča (bolj je vlažno, širša je sečnja) |
| razširitev vozišča                                     |   |
| križišča in priključki                                 |   |

Poleg dejavnikov za večjo širino izsekanega pasu poznamo na gozdnih cestah tudi dejavnike, ki vplivajo na manjšo širino izsekanega pasu:

- zaradi ozkega in dolgega izsekanega pasu se zračni tokovi hitreje gibljejo, zato lahko pride do lomljenja in ruvanja drevja, ki ne more kljubovati sunkom vetra;
- kakovostni prirastek se zaradi asimetričnosti dreves zmanjša;
- izsek gozda je nenaraven;
- krošnje dreves preprečujejo neposredno padanje dežja in snega na cesto, kar zmanjšuje njeno obrabo; večja drevesa povečujejo trdnost in stabilnost podlage, na kateri je zgrajen nasip; izhlapevanje vode je manjše, kar pomeni boljšo koherentnost med delci in manj prašenja [5].

### 4.2.3 GRADNJA SPODNJEGA USTROJA

Gradnja spodnjega ustroja zajema različna zemeljska dela in izvedbo odvodnjavanja. Med zemeljska dela štejemo nasipe in izkope, ki jih izvajamo na nosilnih in slabo nosilnih tleh.

#### 4.2.3.1 Gradnja na nosilnih tleh

Gradnja prometnice na nosilnih tleh je najugodnejša, saj ne pričakujemo nobenih deformacij. Pri gradnji moramo veliko pozornost nameniti pravilni vgradnji materialov, da ne pride do posedanja.

*Na GC se temu največkrat izognemo tako, da večino prometnice zgradimo v zaseku in tako preprečimo posedanje.*

#### a) Gradnja nasipov

Nasip je del cestnega telesa med temeljnimi tlemi in voziščno konstrukcijo. Zgrajen je iz izkopanih materialov ustrezne kvalitete ter drugih drobljencev različnih frakcij.

#### Postopek izdelave nasipov

| Javne ceste                         | Gozdne ceste                     |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| vgrajevanje materiala               | vgrajevanje materiala            |
| komprimiranje po plasteh            | komprimiranje po plasteh         |
| izdelava naklona brežine (2 : 3)    | izdelava naklona brežine (2 : 3) |
| kontrola zbitosti in trdnosti (CBR) |                                  |

Sam postopek izvajanja del je na obeh vrstah ceste enak, razlika je le v tem, da je na JC treba izvajati različne kontrole vgrajenega materiala. Če se izkaže, da je material neustrezen, ga zamenjamo oziroma poiščemo ustrezen rešitev za izboljšavo (dodajanje veziv).

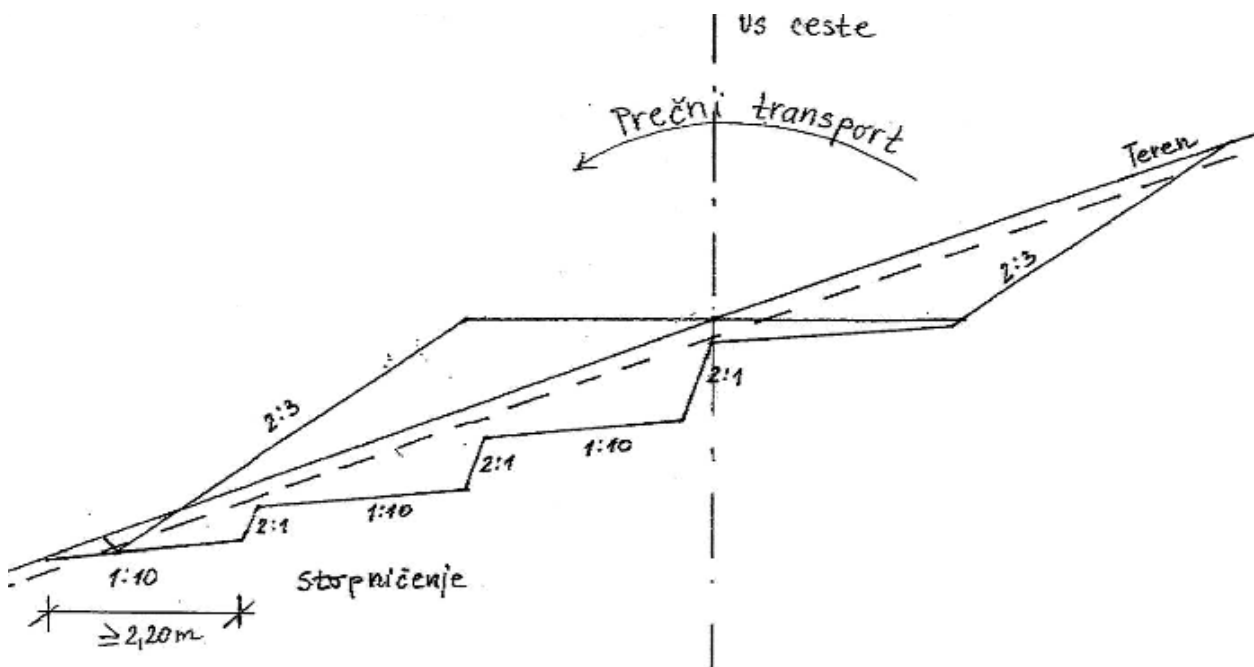
### Izdelava pete nasipa v mešanem profilu

Da bi zavarovali cestno telo pred zdrsom, izvedemo stopničenje ali peto, in sicer tam, kjer je nasip (slika 13). Na javnih cestah je izdelava stopničenja obvezna, na gozdnih cestah pa le priporočena.

Stopničenje ali peto nasipa izdelamo po naslednjem postopku:

- izkop nosilnega materiala,
- izvedba stopničenja pod naklonom 2 : 1,
- izvedba nasipa z materialom ustrezne granulacije in kakovosti,
- utrjevanje nasipa po plasteh.

Namesto stopničenja lahko izdelamo tudi podporne zidove.



Slika 13: Izvedba stopničenja (vir: lastni, 2013).

#### b) Gradnja vkopov

Vkope se izvaja, če se med projektiranjem pokaže, da bi pri gradnji skozi pobočje prišlo do prevelikega vzdolžnega naklona. Izvajamo ga v mehki in trdi kamnini, od tega pa sta odvisni uporaba mehanizacije in izdelava naklonov brežin. Ustrezen material prepeljemo na mesta nasipa. Poleg vkopov izvajamo tudi zaseke, pri katerih se del izkopanega materiala prepelje prečno v nasip.

## Javne ceste

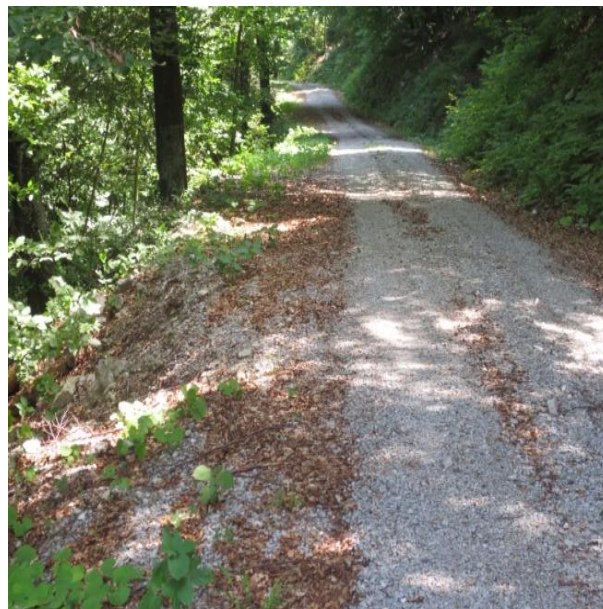
Pred izvajanjem del na javnih cestah vedno narišemo masni profil in s tem določimo, kam bomo deponirali ali vgradili presežek materialov oziroma kje ga bo premalo. Težimo k čim večji izravnavi izkopanih in nasipanih materialov, saj je to najceneje. Presežek izkopanega materiala se v nasipe prepelje glede na masni profil, preostanek materiala pa se odpelje na deponijo. Masnemu profilu rečemo tudi masna linija, pri njegovi izdelavi pa moramo upoštevati razrahljanost izkopanega in vgrajenega materiala.

## Gozdne ceste

*Pri gozdnih cestah masnega profila ne načrtujemo. Tu velja pravilo »najbližji odvzem«, kar pomeni, da če je materiala za izgradnjo prometnice premalo, posežemo v teren nad načrtovano cesto (npr. pri mešanem profilu) in ga, če je ustrezen, vgradimo v cestno telo (slika 14). Vsekakor je to najenostavnejša in najcenejša rešitev, z vidika gradnje izogibališč pa celo primerna. Vendar taka izogibališča niso primerno urejena (izvajanje brežine), zato je z vidika estetike in poseganja v prostor to neustrezno. Podobno je z materialom v vkopih, kjer ga potiskamo pod cesto, v primeru da ga je preveč (slika 15).*



Slika 14: Neurejen stranski odvzem materiala ob GC (vir: lastni, 2013).



Slika 15: Nekontroliran odziv materiala ob GC (vir: lastni, 2013).

### Izkop materiala v trdni kamnini

Izkop trdne hribine izvajamo z bagrom in ustreznim priključkom (hidravlično kladivo) ali miniranjem. Pri teh delih dobimo material različne granulacije, ki ga lahko s pikiranjem še dodatno razbijemo, če za gradnjo potrebujemo drobnejši material, ali pa ga pustimo takšnega, kot je (npr. za izdelavo pete nasipa z materialom, ki ima večje frakcije).

Za miniranje se odločimo takrat, ko je hribina takšna, da s hidravličnim kladivom ne dosežemo želenega učinka. Postopek pred izvedbo miniranja:

| Javne ceste  | Gozdne ceste                        |
|--|-------------------------------------|
| pridobitev soglasij                                | pridobitev soglasij                 |
| ureditev ustreznih zapor                           | minimalna zaščita miniranega terena |
| miniranje po varnostnih predpisih in standardih    |                                     |
| ustrezna zaščita miniranega terena pred izvajanjem |                                     |

Miniranje na javnih cestah načrtujemo in izvajamo v skladu s predpisanimi standardi in pravilniki.

*Tega na gozdnih cestah ne izvajamo, kar se pozna predvsem tam, kjer slabo zaščitimo teren pred miniranjem (npr. poškodovanje dreves, razmet materiala ...).*

#### c) Izdelava brežine

Brežine vkopov in nasipov je treba izdelati pod določenimi nakloni. Naklon brežin je odvisen od vrste materiala, na splošno pa velja, da je brežina stabilna pod naslednjim naklonom:

- za glineno zemljino – 1 : 2 ali blažji,
- za prod in drobljence – 2 : 3 ali blažji,
- za mehke kamnine – 1 : 1 ali blažji,
- za trde kamnine – 2 : 1 ali blažji.

V primeru visokih brežin v vkopih je treba preveriti geotehnične značilnosti hribine, kar naredijo strokovnjaki. Na JC pri izdelavi brežin predvidene naklone upoštevamo, na GC pa je zaradi prevelikih posegov v prostor praksa drugačna.

Ob zaključku izdelave spodnjega ustroja je treba na javnih cestah nanesti na brežine zemljo, ki smo jo prihranili pri izkopu. Če je treba (v primeru visokih nasipov), zemljo med samo gradnjo dodajamo.

*Brežin na gozdnih cestah ne humusiramo, saj jih izdelujemo pod bolj strmim naklonom. Izjemoma humusiramo tiste brežine, ki so močno izpostavljene eroziji in plazenju.*

Brežine je treba še ustrezno ozeleniti.

| <b>Javne ceste</b>           | <b>Gozdne ceste</b>          |
|------------------------------|------------------------------|
| umetna (hitra in učinkovita) | naravna (počasna ozelenitev) |

Ozelenitev brežin je zelo pomembna, saj preprečuje erozijsko delovanje padavinske vode (preprečimo zasipavanje koritnic, jarkov ...), zmanjšata se neproduktivna površina ceste (pomen gozdnega roba) in estetski učinek.

Poleg dodajanja zemlje brežine pred erozijo in podori zaščitimo tudi z:

- žičnim pletivom z jeklenimi sidri,
- erozijskimi žarišči z žepi,
- obložnimi zidovi,
- visečimi mrežami.

#### d) Planum spodnjega ustroja

Na GC se izvaja le grobo planiranje SU, na JC pa moramo poskrbeti za:

- prečni nagib zaradi odvodnjavanja (4 %),
- ravnost +/- 4 cm na dolžini 4 m,
- ustrezno nosilnost in homogenost na daljših odsekih,
- ustrezno zgoščenost.

Če je nosilnost slaba, je treba izdelati posteljico, ki mora biti narejena iz materiala, odpornega proti zmrzali. Njena debelina običajno znaša 50 cm.

#### Odvodnjavanje spodnjega ustroja

Ko zgradimo nasipe in uredimo vkope, se lotimo odvodnjavanja. Tu poskrbimo za odvod površinske in podzemne vode.

Površinske vode delimo na tujo, zaledno in lastno.

Tuja voda je potok, ki ga je treba premostiti, da lahko zgradimo cesto. To vodo lahko premostimo tako, da zgradimo:

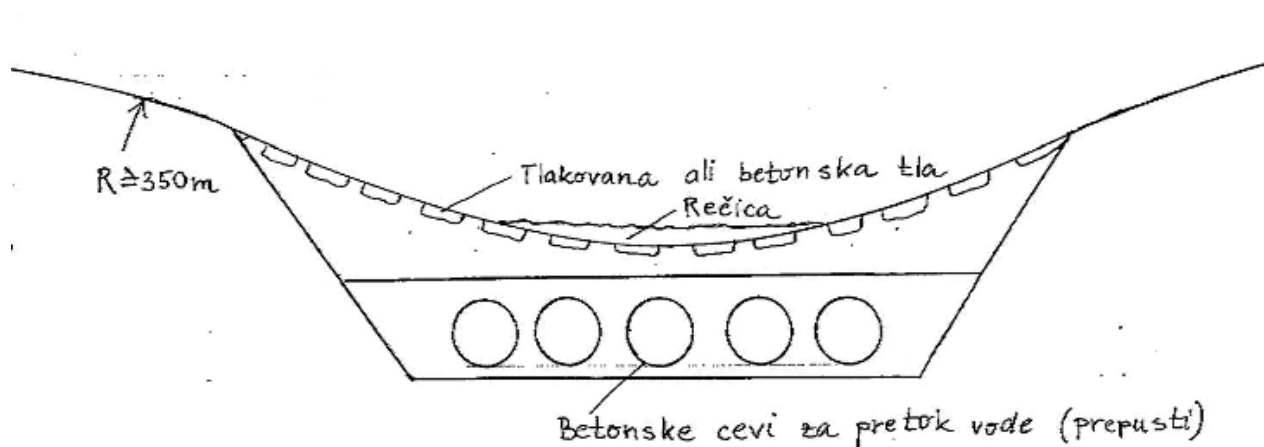
| Javne ceste | Gozdne ceste   |
|-------------|--|
| most        | most   |
| prepust     | prepust  |
|             | oblikovanje in utrditev vozne površine (npr. tlakovanje) |



Za pretok tuje vode se ponavadi uporablja tipske okrogle prepuste, katerih dimenzija je določena v projektu. Mostovi in prepusti so na javnih cestah opremljeni s hodnikom za pešce, ki imajo obvezno pritrjeno ograjo. Predvideti je treba tudi možnost zleta vozila z vozišča, zato robnik nekoliko povišamo ali postavimo varnostno ograjo. V obeh primerih, tako pri izdelavi mostu kot prepusta, je izvedba zahtevna in draga. Na gozdnih cestah, kjer je potok ožji, vozno konstrukcijo izdelamo iz betona ali jo tlakujemo (sliki 16 in 17).



Slika 16: Prečenje vode z utrjenim voziščem (vir: lastni, 2013).



Slika 17: Prečni prerez prečenja vodotoka (vir: lastni, 2013).

Zaledna voda je tista, ki na prometnico priteče po hribini. Lastna voda se pojavi na cestišču ob padavinah ter odteka na rob vozišča. V obeh primerih voda ostaja na notranji strani cestišča. Rešitev za odtok tovrstnih voda:

| Javne ceste | Gozdne ceste          |
|-------------|-----------------------|
| jarek       | jarek                 |
| koritnica   | mulda                 |
| mulda       | drežnik (lastna voda) |
| Izpust      |                       |

Jarke na javnih cestah praviloma humusiramo, na gozdnih cestah pa jih ne obdelujemo. Če imamo velik vzdolžni vzpon ali padec, za odvodnjavanje lastne vode uporabljamo različne vrste drežnikov (leseni, betonski, železni), ki jih pod določenim naklonom in padcem v prečni smeri vgradimo v vozišče (malo prometne ceste). Vse elemente je treba izvesti v projektiranem padcu ter jih na koncu hribine speljati v vtočni jašek (te elemente se izdelava v fazi zgornjega ustroja). Iz vtočnega jaška voda teče prek prepusta na spodnjo stran cestišča. Velikost vtočnih jaškov in cevni prepusti je odvisna od projekta, vsekakor pa ne sme biti manjša od premera 50 cm. Na javnih cestah pri izvedbi prepustov izdelamo vtočne in iztočne glave. Iztočne glave se izdelujejo za preprečevanje erozije cestnega telesa.

*Na gozdnih cestah se vtočne in iztočne glave izdeluje zelo redko.*

Podzemno vodo odvajamo z drenažami. Podzemno vodo moramo zajeti na zgornji strani cestišča (ponavadi se pojavlja v hribinah) tako, da izkopljemo jarek potrebne globine, vanj položimo drenažno cev, ki ji po potrebi izdelamo muldo, ter jarek zasujemo z materialom enake frakcije (drobljenec 16–32 ali tolčenec, ki je bolj grob). Pesek zavijemo v geotekstil, s čimer preprečimo dostop drobnih delcev v cev in možnost njene zamašitve. Če imamo velike dolžine drenaže, je treba na vsakih 60 m izdelati revizijski jašek premera vsaj 80 cm, ki omogoča njeno čiščenje. Na koncu vodo prek cevne prepusta speljemo na drugo stran cestišča, podobno kot pri lastni in zaledni vodi.

*Na gozdnih cestah drenaže izdelujemo samo na cestah G1.*

#### 4.2.3.2 Gradnja na slabo nosilnih in nenosilnih tleh

Postopek gradnje nasipov, vkopov in planuma SU je podoben tistemu pri gradnji na nosilnih tleh. Bistvena razlika je v pripravi temeljnih tal za izdelavo nasipov, zato je gradnja na slabo nosilni ali nenosilni zemljini v primerjavi z gradnjo na nosilnih tleh zahtevnejša. V praksi se uporablja različne postopke stabilizacije tal. Strokovnjaki so postopke razvijali predvsem zaradi povečevanja prometnih obremenitev in večanja dimenzij cestišč. S tovrstnimi težavami so se ukvarjali predvsem na Škotskem, Irskem, v Skandinaviji in nekaterih drugih državah, kjer so področja s šoto. Na koncu so podali rešitve za gradnjo cest na nenosilni zemljini [14].

V Sloveniji se s tovrstnimi težavami srečujemo na barju ter v nižjih predelih, kjer je teren bolj razmočen oziroma vlažen. Postopki gradnje cest so odvisni od vrste tehnologije, ki jo bomo uporabili. Prevladujejo naslednji načini:

| Javne ceste  | Gozdne ceste   |
|--|--|
| izognitev  | izognitev  |
| izkop nenosilne zemljine ter zamenjava s kamnitim materialom | izkop nenosilne zemljine ter zamenjava s kamnitim materialom |
| izpodrivanje nenosilnega materiala                           | gradnja na obstoječi material                                |
| gradnja na obstoječi material s stabilizacijo                |  |

#### Izognitev

Najenostavneje se je izogniti nenosilnemu terenu. To se morda na prvi pogled zdi skoraj nemogoče, vendar pa lahko pri načrtovanju to enostavno spregledamo. Če se takemu terenu lahko izognemo, je to zaradi številnih drugih dejavnikov (okolja, gospodarstva ...) najpametnejša izbira.

### Izkop nenosilne zemljine in zamenjava z novim nosilnim materialom

Kadar se nenosilnemu terenu ne moremo izogniti, lahko uporabimo metodo zamenjave materiala (slika 18). Uporabimo jo takrat, ko je zamenjava materiala racionalna, to pa pomeni, da globina nenosilnega materiala ni prevelika. Ta metoda je tudi najvarnejša in se izvaja v sušnih obdobjih.

Postopek gradnje ceste

| Javne ceste  | Gozdne ceste                               |
|--|--|
| izkop nenosilne zemljine                               | izkop nenosilne zemljine                   |
| planiranje izkopa s komprimiranjem                     | nasip nosilnega materiala s komprimiranjem |
| polaganje geotekstila in drenažnih cevi                | gradnja na obstoječi material              |
| nasip nosilnega materiala po projektu s komprimiranjem |  |



Slika 18: Izkop slabo nosilne zemljine in zamenjava z novo (vir: lastni, 2013).

## **Izpodrivanje nenosilnega materiala s postopnim nasipanjem nosilnega materiala**

Tega postopka danes ne uporabljamo, uporabljen pa je bil pri gradnji železnice na Vrhniki. Postopek gradnje predvideva nasip materiala na obstoječ teren, kjer zaradi slabe nosilnosti material tone v podlago. Postopek je zaključen takrat, ko se nasipni material ne poseda več oziroma ne tone v podlago.

## **Gradnja na obstoječi material**

Pri gradnji na obstoječi material poznamo različne tehnike, ki se uporabljajo za posamezne ceste.

| <b>Javne ceste</b>    | <b>Gozdne ceste</b>     |
|-----------------------|-------------------------|
| gradnja na geotekstil | gradnja na geotekstil   |
| gradnja na geomreže   | gradnja na les (fašine) |
| vertikalne drenaže    |                         |
| piloti                |                         |
| gruščnati koli        |                         |

## **Gradnja na geotekstil in geomreže**

Geotekstil in geomreža delujeta kot ločilo in filter med materiali. Prometnice gradimo tako, da na obstoječi teren položimo geotekstil ali geomreže, nanj pa nanesimo ustrezen material po plasteh in ga komprimiramo.

## **Gradnja na les (fašine)**

Uporaba lesenih butar je eden najstarejših načinov in se danes ne uporablja več tako pogosto. Cesto gradimo tako, da lesene butare položimo drugo ob drugo, nanje pa nasujemo ustrezen material. Drugi način gradnje je uporaba hlodovine. Hlode položimo drug ob drugega, nato pa nanje nasujemo ustrezen material. Uporaba lesa zahteva pripravo lesnih elementov, saj so le-ti izpostavljeni propadanju. Zato je treba lesne elemente predhodno zaščititi. To naredimo s potapljanjem elementov v zaščitno sredstvo. Postopka danes redko uporabljamo in še to le na gozdnih cestah.

Poleg naštetih tehnik gradnje na obstoječi material na javnih cestah nosilnost terena povečujemo tudi z vgradnjo vertikalnih drenaž, gruščnatih kolov in pilotov. Te tehnike so kompleksnejše in se jih izvaja na podlagi predhodno izdelanih projektov za stabilizacijo terena. Izbor načina dela je odvisen od terena, na katerem bomo gradili, kategorije ceste in finančno najugodnejše rešitve.

Razumljivo je, da pri javnih cestah uporabljamo kakovostnejše tehnologije, saj sta količina prometa in obremenjenost cestnega telesa večji kot na gozdnih cestah.

#### 4.2.4 CESTNI OBJEKTI

Zaradi različne oblike in sestave terena je na cestah treba zgraditi različne objekte. Po namenu delimo cestne objekte na:

- premostitvene objekte,
- objekte za odvodnjavanje,
- objekte za varovanje,
- predore.

##### a) Premostitveni objekti:

Premostitveni objekti so namenjeni temu, da odpravimo ovire. Objekti, ki jih gradimo na posameznih cestah:

| Javne ceste                     | Gozdne ceste |
|---------------------------------|--------------|
| mostovi (premostitev vodotokov) | mostovi      |
| viadukti (premostitev dolin)    |              |
| nadvozi (za pešce nadhodi)      |              |
| podvozi (za pešce podhodi)      |              |

Premostitveni objekti so na javnih cestah opremljeni s hodnikom za pešce, ki imajo obvezno ograjo. Predvideti je treba tudi možnost zleta vozil z vozišča, zato robnik nekoliko povišamo ali postavimo varnostno ograjo (slika 19). Gradnja takih objektov je zahtevna in draga.

Na gozdnih cestah mostovi navadno nimajo varnostne ograje ne hodnika za pešce (slika 20). Če so vodotoki nizki, pri gozdnih cestah običajno ne postavljamo mostu, vendar moramo vozno konstrukcijo izdelati iz betona ali jo tlakovati.

Danes se za premostitvene objekte uporablja predvsem armiran ali prednapeti beton. Manjše konstrukcije so lahko jeklene, za izdelavo mostov pa lahko uporabimo tudi les.



Slika 19. Izvedba mostu na JC (vir: lastni, 2013).



Slika 20. Izvedba mostu na GC (vir: lastni, 2013).

### Prečenje hudournikov

Ko vstavljamo prometnico v prostor, pogosto naletimo na potoke, reke in hudournike, ki jih moramo prečiti. Zato je pravilno projektiranje bistveno, saj z njim določimo ustrezne dimenzije premostitvenih objektov. Najbolj izpostavljene so prometnice, pod katerimi tečejo hudourniški potoki. Hudourniki običajno prečijo glavne in lokalne ceste nižjih kategorij. Ker so nižjih kategorij, jim namenjamo manj finančnih sredstev, zato so hudourniki slabše ali neustrezno urejeni. Posledice neustrezne ureditve hudourniških vodotokov prikazujeta sliki 21 in 22.



Slika 21: Stanje pred neurjem na JC Zali Log–Davča (vir: Renčelj, 2007).



Slika 22: Stanje po neurju na JC Zali Log–Davča (vir: Renčelj, 2007).



## **Javne ceste**

Pravilnik o projektiranju cest (Ur. l. RS, št. 91/2005) ne določa posebnih pogojev za projektiranje premostitvenih objektov za hudournike. Projektiranje običajno izvajajo hidrologi in geomehaniki, za boljšo ureditev hudournikov pa poleg osnovnih premostitvenih objektov izdelujemo še pregrade ter oporne in podporne zidove.

## **Gozdne ceste**

*V Pravilniku o gradnji, vzdrževanju in načinu uporabe gozdnih prometnic (Ur. l. RS, št. 7/2000) je zapisano, da se hudourniki prečijo s škatlastimi prepusti ali tlakovanimi in betonskimi muldami. Velikost prepustov določimo s hidravličnim izračunom.*

## b) Objekti za odvodnjavanje

Ti objekti so namenjeni pretoku vode pod cestiščem. Vrste objektov:

| Javne ceste             | Gozdne ceste   |
|-------------------------|----------------|
| cevni prepusti          | cevni prepusti |
| prepusti v obliki oboka |                |
| škatlasti prepusti      |                |

Cevni prepusti so navadno iz betonskih cevi, prepusti v obliki oboka pa so iz kamna, zidani ali betonirani. Škatlasti prepusti so iz armiranega betona. Na javnih cestah se pri cevnih prepustih izdelava vtočno in iztočno glavo (slika 21).

*Pri gozdnih cestah tega ne izdelujemo, razen v primerih, ko je velika verjetnost, da bi pri iztoku vode prišlo do erozije brežine (slika 22).*



Slika 23: Vtočna glava prepusta na JC (vir: lastni, 2013).



Slika 24: Iztok iz prepusta na GC (vir: lastni, 2013).

### c) Objekti za varovanje

Objekti za varovanje so namenjeni varovanju cestišča pred plazovi (galerije) ter zagotavljanju stabilnosti brežin. Galerije se izdelujejo na cestah višjih kategorij. Objekti za zagotavljanje stabilnosti:

| Javne ceste     | Gozdne ceste    |
|-----------------|-----------------|
| podporni zidovi | podporni zidovi |
| oporni zidovi   | oporni zidovi   |
| kamnite zložbe  | kamnite zložbe  |
| kašte           | kašte           |
| pilotne stene   |                 |

Razlika pri gradnji objektov za varovanje je v tem, da so ti na javnih cestah bolj skrbno načrtovani in izdelani kot na gozdnih cestah.

### č) Predori

Predori so podzemni objekti, ki jih gradimo, da bi skrajšali traso skozi vzpetino. Gradimo jih na javnih cestah. Poleg predorov gradimo tudi pokrite vkope, ki so običajno krajši od predorov. Zanje je značilno, da je preboj vzpetine plitek.

Gradnjo predorov opredeljuje tudi rudarska zakonodaja.

#### 4.2.5 ZGORNJI USTROJ

Zgornji ustroj prometnice prevzema prometno obremenitev in jo prenaša na spodnji ustroj. Njegova sestava je odvisna od prometne obremenitve, prometnih vplivov, globine zmrzovanja in nosilnosti SU ali temeljnih tal.

Postopek del po izvedenem spodnjem ustroju:

| Javne ceste                              | Gozdne ceste   |
|--|--|
| izdelava ZU z odvodnjavanjem             | izdelava ZU z odvodnjavanjem                                     |
| postavitev signalizacije in opreme ceste | postavitev signalizacije in opreme ceste na GC z javnim prometom |

#### Izdelava ZU

Voziščna konstrukcija je v prerezu sestavljena iz zaključne in nosilne plasti. Debelina posameznih plasti in splošna sestava se med prometnicami razlikujeta in sta razvidni iz PGD.

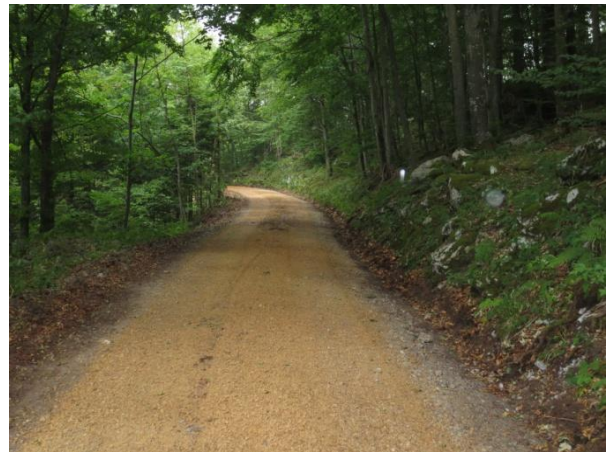
Zaključne plasti voziščne konstrukcije:

| Javne ceste                         | Gozdne ceste                      |
|-------------------------------------|-----------------------------------|
| obrabne plasti iz cementnega betona | nevezana obrabna plast (slika 24) |
| obrabna asfaltna plast (slika 23)   | obrabna asfaltna plast            |
| nevezana obrabna plast              |                                   |
| tlakovana plast                     |                                   |

Debelina obrabne asfaltne plasti je odvisna od prometne obremenitve, klimatskih in hidroloških pogojev ter poteka trase. Nevezana nosilna plast je plast drobljenca in se največkrat uporablja na gozdnih cestah. Zaključne plasti se izdelata ob zaključku vseh del (tj. izvedbi odvodnjavanja in ureditvi brežin) [3].



Slika 25: Obrabna asfaltna plast na JC (vir: lastni, 2013).



Slika 26: Nevezana obrabna plast na GC (vir: lastni, 2013).

Nosilne plasti voziščne konstrukcije:

| <b>Javne ceste</b>              | <b>Gozdne ceste</b>    |
|---------------------------------|------------------------|
| vrhnja nosilna plast            | nevezana nosilna plast |
| stabilizirana nosilna plast     |                        |
| nevezana nosilna plast (tampon) |                        |

Vrhnja in stabilizirana nosilna plast sta s cementom ali bitumnom vezani plasti, ki ju vgrajujemo za povečanje nosilnosti. Merimo jo med vgradnjo drugih plasti. Tako kot planum SU je tudi tu treba vsako plast materiala posebej utrditi in meriti zbitost materiala (velja za javne ceste). Poleg zbitosti materiala je treba meriti tudi ravnost vozišča [3].

*Na gozdnih cestah nosilno plast voziščne konstrukcije predstavlja nevezana nosilna plast iz gramoza ali drobljenca. Na njih ne izvajamo nikakršnih kontrol ali meritev, razen takrat, ko imamo za zaključno plast asfalt. V tem primeru so dovoljeni posedki ZU, ki jih odpravljamo z vzdrževanjem ceste toliko časa, da se ustalijo.*

Pred izdelavo obrabne plasti je treba dokončno urediti sistem odvodnjavanja. V tem delu to pomeni izdelavo koritnic, muld, drežnikov in jarkov in jih povezati v prej pripravljene vtočne jaške.

### **Postavitev prometne opreme in signalizacije**

Po izgradnji zgornjega ustroja postavimo še opremo in cestno signalizacijo.

| <b>Javne ceste</b> | <b>Gozdne ceste</b> |
|--------------------|---------------------|
| znaki              | znaki               |
| semaforji          | zapornice           |
| portali            |                     |
| talne oznake       |                     |
| varnostne ograje   |                     |

Iz projektne dokumentacije so razvidne signalizacija in oprema na prometnici ter njena postavitvev.

*Gozdne prometnice imajo znake predvsem na priključkih na kategorizirane ceste, obvezno pa so označene z znakom »GOZDNA CESTA, uporaba na lastno odgovornost«.*

#### 4.2.6 RAZLIKE PRI GRADNJI

Gradnja javnih in gozdnih prometnic poteka na podoben način. Tudi zakoni in pravilniki posebej ne predpisujejo izvajanja posameznih postopkov pri gradnji cest. Razlike so predvsem v vrsti uporabljenega materiala in tehnologiji gradnje na nenosilnih tleh, kjer pri javnih cestah, predvsem višjih kategorij, uporabljamo bolj kakovostne, vendar s tem tudi dražje postopke (vertikalne drenaže, pilote, jet grouting ...) za stabilizacijo tal. Razlike so tudi v načinu izvedbe odvodnjavanja, vrstah cestnih objektov in načinu izvedbe zgornjega ustroja.

Preglednica 12: Razlike pri gradnji med javnimi in gozdnimi cestami po sklopih (vir: lastni).

| <b>Področje</b>        | <b>Javne ceste</b>   | <b>Gozdne ceste</b>   |
|------------------------|--|---|
| <b>Plan del</b>        | večja zahtevnost del<br>zahtevnejša organizacija<br>časovno omejeno delo<br>delo po etapah   | manjša zahtevnost del<br>manj zahtevna organizacija<br>brez časovne omejitve  |
| <b>Vrste materiala</b> | Uporabljamo različne vrste materiala za določene ustroje.  | Uporabljamo predvsem izkopani material, razen pri ZU.   |
| <b>Količenje</b>       | os ceste<br>robovi in višina ceste<br>križišča, priključki<br>odvodnjavanje<br>brežine<br>posnetek končnega stanja   | os ceste<br>robovi in višina ceste  |
| <b>Odvodnjavanje</b>   | Poudarek na izvedbi detajlov odvodnjavanja (humusiranje jarkov, vtočne in iztočne glave ...).  | zagotavljanje funkcije  |
| <b>Spodnji ustroj</b>  | masni profil (izravnava mas)<br><br>Izbiramo med različnimi tehnologijami na slabo nosilnem terenu, saj so ceste pomembnejše.<br>kontrola vgrajenih materialov | najbližji odvzem ali odziv materiala<br><br>Običajno izvajamo postopek z odstranitvijo materiala ali gradnje na obstoječi material (geotekstil).<br>brez kontrole |

|                       |   |   |
|-----------------------|---|---|
| <b>Cestni objekti</b> | Številni premostitveni objekti, ki jih je treba opremiti.   | Če je mogoče, se premostitvenim objektom izognemo.  |
| <b>Zgornji ustroj</b> | uporaba različnih agregatov in veziv<br><br>meritve in kontrole<br>humusiranje in ozelenitev brežin<br><br>različna signalizacija in oprema ceste | uporaba tampona ali jalovine (razen, ko je obrabna plast asfaltna)<br>brez meritev in kontrol<br>brežine se ne humusira (izjemoma)<br>večji nakloni brežin<br>označitev GC z znakom, drugi znaki so neobvezni |



### **4.3 VZDRŽEVANJE CEST**

Vzdrževanje cest je dejavnost, s katero jih ohranjamo v primernem stanju. Vzdržuje se jih na način in pod pogoji, ki jih določajo predpisi in tehnične smernice. Namen vzdrževanja ceste je zagotoviti varnost v prometu, ohranjati funkcijo prometnice in objekte pred propadanjem ter zmanjšati poškodbe na vozilih.

#### **4.3.1 PLANIRANJE IN IZVAJANJE VZDRŽEVALNIH DEL**

##### **Javne ceste**

Vzdrževanje cest je drago in obsega različne vrste dela. Javne ceste so državne in občinske. Na podlagi tega se pripravi plan vzdrževanja in izbor izvajalca del. Ceste najvišje kategorije (AC in HC) vzdržuje Direkcija za avtoceste republike Slovenije (DARS). Za ostale državne ceste (regionalne in glavne) je pristojna Družba republike Slovenije za ceste (DRSC), ki planira vzdrževanje cest, izvaja pa ga pogodbeni izvajalec. Na občinski ravni se tako za letno kot zimsko vzdrževanje z razpisom izbere najugodnejšega ponudnika, ki za občino opravlja planirane storitve vzdrževanja [6].

##### **Gozdne ceste**

*Zavod za gozdove Slovenije (ZGS) vsako leto pripravi letni načrt vzdrževanja gozdnih cest, ki obsega cestna dela. Njen obseg je odvisen tudi od finančnega plana posamezne občine, s katero ZGS uskladi letni načrt. Po izdanem razpisu za vzdrževanje gozdnih cest, ki ga izda občina, ta izbere najugodnejšega ponudnika, ki bo zanj opravljal potrebno vzdrževanje. Okvirni strošek, ki nastane pri vzdrževanju gozdne ceste, je 2 % vrednosti njene izgradnje.*

### 4.3.2 VRSTE VZDRŽEVANJA

Splošno ločimo redno letno, zimsko in gradbeno vzdrževanje cest.

**a) Redno letno vzdrževanje obsega:**

| <b>Javne ceste</b>                            | <b>Gozdne ceste</b>                 |
|---|-------------------------------------|
|   |                                     |
| pregledniško službo                           | vzdrževanje prometnih površin       |
| vzdrževanje prometnih površin                 | vzdrževanje naprav za odvodnjavanje |
| vzdrževanje bankin                            | vzdrževanje brežin                  |
| vzdrževanje naprav za odvodnjavanje           | vzdrževanje cestnih objektov        |
| vzdrževanje brežin                            |                                     |
| vzdrževanje vegetacije na cestnem zemljišču,  |                                     |
| vzdrževanje prometne signalizacije in opreme, |                                     |
| vzdrževanje cestnih naprav                    |                                     |
| vzdrževanje polja preglednosti                |                                     |
| vzdrževanje cestnih objektov                  |                                     |
| [16]  |                                     |

Pregledniška služba je dolžna pregledovati vse sestavne dele ceste in opravljati manjša vzdrževalna dela v skladu s Pravilnikom o vrstah vzdrževalnih del na javnih cestah in nivoju rednega vzdrževanja javnih cest. (Ur. l. RS, št. 62/1998)

Vzdrževanje prometnih površin obsega čiščenje prometnih površin, krpanje udarnih jam in mrežnih razpok, zalivanje razpok, rezkanje zaglajenih površin in druga podobna dela (slika 25).



Slika 27: Krpanje razpok (vir: lastni, 2013).

Vzdrževanje bankin obsega ureditev bankin v predpisanih naklonih ter njihovo utrditev.

Vzdrževanje odvodnjavanja obsega čiščenje vtočnih jaškov, prepustov, koritnic, drežnikov, muld in ostalih naprav za odvodnjavanje z namenom reguliranega odvajanja vode in preprečitve dotoka vode in naplavin z brežin.

Vzdrževanje brežin zajema ureditev vegetacije, odstranitev nestabilnih materialov ter vzdrževanje tehnične in biološke zaščitne ureditve, kot so zaščitne mreže, sidra itd.

K vzdrževanju vegetacijskih površin, ki so sestavni dele ceste prištevamo košnjo, obrezovanje in sečnjo. Košnja se izvaja najmanj enkrat letno (slika 26). Zahteva je, da vegetacija ne posega v prosti profil ceste. Vzdrževanje omogoča dostop do objektov in signalizacije ter omogoča preglednost cestišča.



Slika 28: Košnja obcestnega pasu (vir: [www.labin.si](http://www.labin.si), 2013).

Vzdrževanje signalizacije in opreme obsega čiščenje, dopolnitve, nadomestitve in popravila. Vzdrževati jih je treba tako, da sta zagotovljena njihovo brezhibno delovanje in vidnost.

Cestne naprave vzdržujemo tako, da zagotavljamo njihovo brezhibno delovanje in normalno uporabo. Med naprave sodijo cestnine, telekomunikacijske naprave, energetski kabli, varnostne naprave ...

Vzdrževanje polja preglednosti mora zadostiti predpisom. Vzdržujeta se pregledna berma in pregledni trikotnik.

K vzdrževanju objektov sodijo čiščenje objektov, ki vključuje čiščenje opreme objekta in površine okoli objekta, odvodnjavanje, vzdrževanje poškodb prometnih površin, protikorozijska zaščita, hidroizolacija ipd.

**b) Zimsko vzdrževanje obsega:**

| <b>Javne ceste</b>   | <b>Gozdne ceste</b>                      |
|--|--|
| pripravljalna dela   | pripravljalna dela (postavitve kolov)    |
| pregledniška služba  | pregledniška služba                      |
| odstranjevanje snega in posipanje vozišč                                     | odstranjevanje snega in posipanje vozišč |
| obveščanje javnosti o stanju in prevoznosti cest                             |  |
| odstranitev dopolnilne prometne signalizacije po končani zimski sezoni [17]. |  |

Pripravljalna dela obsegajo pripravo izvedbenega programa zimske službe, mehanizacije, materiala za posipanje, dodatne prometne signalizacije in opreme ter obveščanje udeležencev v prometu.

Pregledniška služba odloča o času in načinu vzdrževanja ceste, ki mora biti skladen s Pravilnikom o vrstah vzdrževalnih del na javnih cestah in nivoju rednega vzdrževanja javnih cest. V tem pravilniku je določeno, kakšna je dovoljena višina snega na določeni kategoriji ceste. Služba tudi nadzira opravljena dela.

Ob klicu pregledniške službe je treba odstraniti sneg s cestišča, ga posipati ali pa storiti oboje hkrati (slika 27). Posipa se tudi preventivno na odsekih, kjer obstaja možnost zmrzali ali poledice.



Slika 29: Pluženje in posipanje ceste (vir: [www.dc.gov.si](http://www.dc.gov.si), 2013).

Na cestah višje kategorije je treba ažurno obveščati javnost o razmerah in stanju na cestah. Za ceste nižje kategorije tega ne izvajamo, razen v primeru, ko moramo cesto zapreti.

Po končani zimski sezoni, ki traja predvidoma od 15. 11.–15. 3., je treba odstraniti vso dodatno signalizacijo in opremo ter očistiti posipne materiale z vozišč, pločnikov in kolesarskih stez.

*Na gozdnih cestah je zimsko vzdrževanje potrebno na cestah G1, kjer poteka tudi javni promet. Na cestah kategorij G2 in G3 se vzdrževanje ne izvaja, saj bi lahko prišlo do poškodb nagibov vozišča, pri tem pa bi zaradi neustreznega odvodnjavanja nastale večje poškodbe. Izjemoma se na teh cestah pluži v primeru snegoloma.*

### **c) Gradbeno vzdrževanje cest**

Obsega popravila in obnovo cest ter objektov.

Popravilo je obsežnejše, kot redno vzdrževanje cest. To pomeni preplastitev vozišča, rezkanje, odpravo kolesnic, ne predvideva pa obnove konstrukcije ceste.

Obnova ceste predvideva ojačitve, preplastitve in prevleke, kar na terenu pomeni zamenjavo voziščne konstrukcije ali njenih delov ter ureditev prometne opreme.

Gradbeno vzdrževanje objektov pa obsega dela, ki so potrebna za zagotovitev planirane uporabe. Ta dela so ureditev konstrukcije ceste, odvodnjavanje, popravilo in zamenjava opreme, prenova zaščitnih jeklenih elementov in še nekatera druga.

### **č) Nadzor nad stanjem cest**

Nadzor nad stanjem javnih cest se izvaja periodično z razporedom programa za vzdrževanje in obsega:

- sezonske preglede cest, ki jih opravljamo dvakrat letno in se poleg ugotavljanja poškodb izvaja tudi meritve;
- letne preglede cest, kjer se vsaj enkrat letno pregleda stanje premostitvenih objektov;
- glavne preglede, ki se jih izvaja vsaj enkrat na šest let in obsegajo podrobne preglede objektov;
- izredne preglede (naravne in prometne nesreče, požari, izredni dogodki, pred pretekom garancijske dobe).

### 4.3.3 VRSTE POŠKODB

Poškodbe nastajajo zaradi zunanjih vplivov in vplivov gradnje. Med zunanje vplive uvrščamo prometno obremenitev, ki vpliva na preoblikovanje vozne površine in utrujanje voziščne konstrukcije, ter podnebne vplive (nihanje temperature, zmrzovanje, veter, padavine), ki povzročajo spremembe osnovnih materialov. Na vozne površine lahko med samo gradnjo vplivamo z izbiro zmesi, kakovostno vgradnjo, debelino vgrajenih plasti ter časovnim potekom.

Poškodbe nastajajo tako na spodnjem kot tudi na zgornjem ustroju. Če pride do poškodbe spodnjega ustroja, se posledično deformira tudi zgornji.

Poškodbe spodnjega ustroja:

- erozija je spiranje materiala iz spodnjega ustroja, ki nastane ob večjih nalivih, in se kaže v obliki zarez ob odvodnih jarkih in iztokih;
- plazenje, ki je posledica delovanja vode in gravitacije, nastane spomladi ob taljenju snega ter dolgotrajnih nalivih (če je proces hitrejši, ga imenujemo drsenje);
- posedanje je sprememba višine ceste oziroma prečnega profila;
- poškodbe bankin nastanejo zaradi vožnje, spravila lesa ...

Poškodbe zgornjega ustroja:

| Poškodbe asfaltnih vozišč               | Poškodbe gramoznih vozišč          |
|---|------------------------------------|
| splošne neravnosti                      | neravno vozišče                    |
| termične in mrežne razpoke (slika 30)   | udarne jame in žlebovi (slika 31)  |
| površinske poškodbe (izbijanje bitumna) | kolesnice                          |
| izmet (slika 28)                        | vraščanje rastlin                  |
| krpe                                    | nanos materiala                    |
| kolesnice                               | poškodbe zaradi zmrzali (slika 29) |



Slika 30: Površinske poškodbe in izmet na JC (vir: lastni, 2013).



Slika 31: Udarne jame in poškodbe zaradi zmrzali na GC (vir: lastni, 2013).

Na javnih in gozdnih cestah nastajajo poškodbe zaradi podobnih dejavnikov. Poškodbe SU so na obeh vrstah cest enake, pri ZU pa so različne, saj so gozdne ceste običajno peščene.



Slika 32: Mrežne razpoke na JC (vir: lastni, 2013).



Slika 33: Žlebovi na GC (vir: lastni, 2013).

Poškodbe nastanejo tudi zaradi slabega vzdrževanja in nepravilne uporabe cest, kot sta vožnja s preobteženimi tovornimi vozili in verigami, pri gozdnih cestah pa tudi vlečenje lesa po vozišču, skladiščenje lesa na in ob vozišču ter prehitra vožnja.



Posledice:

- propadanje prometnice,
- povečanje stroškov vožnje (večja poraba goriva, obraba pnevmatik, vzmetenja ...),
- višji skupni stroški vzdrževanja v daljšem obdobju, kot bi znašal seštevek vsakoletnih stroškov pri običajnem vzdrževanju,
- hrup na cesti,
- večja verjetnost nesreče.

#### 4.3.4 INVESTICIJSKI STROŠKI

Stroški izgradnje posameznih kategorij cest se razlikujejo. Zato smo primerjali podatke o stroških gradnje avtoceste, glavne in regionalne ceste ter gozdne ceste. Primerjava temelji na povprečnih stroških gradnje kilometra ceste, saj je primerjava posameznega odseka različne kategorije ceste zaradi različnega terena, vrste izvedbe in časa gradnje praktično nemogoča.

Stroški gradnje cest obsegajo projektiranje, odkup zemljišč (na gozdnih cestah le redko), gradnjo ter ostale stroške, povezane z gradnjo. Odvisni so od vrste terena, na katerem bomo gradili, poseljenosti območja, gostote prometa in potovalne hitrosti.

- Stroški gradnje avtoceste se gibljejo od 2,2 do 47,1 mio €/km izvedene ceste. Povprečni strošek gradnje avtoceste pa je 10,4 mio €/km ceste [20].
- Stroški gradnje glavnih cest se gibljejo od 3,0 do 8,0 mio €/km izvedene ceste [21]
- Stroški gradnje regionalnih cest se gibljejo od 100.000 do 1,9 mio €/km izvedene ceste, v povprečju pa 730.000 €/km izvedene ceste [21].
- Stroški gradnje gozdnih cest se gibljejo med 35.000 do 150.000 €/km izvedene ceste. Povprečni strošek gradnje gozdne ceste pa je 60.000 €/km.

#### 4.3.5 RAZLIKE PRI VZDRŽEVANJU

Vzdrževanje javnih cest je obsežnejše kot gozdnih, saj moramo pregledovati in vzdrževati različne obrabne plasti, signalizacijo, občestne zelene površine, objekte itd. Bistvene razlike so v planiranju in vzdrževanju cest ter vrstah poškodb zgornjega ustroja.

Preglednica 13: Vzdrževanje javnih in gozdnih cest (vir: lastni).

| <b>Področje</b>                    | <b>Javne ceste</b>   | <b>Gozdne ceste</b>  |
|------------------------------------|--|--|
| <b>Planiranje in izvajanje del</b> | DARS<br>DRSC<br>Občine   | Občine   |
| <b>Vrste vzdrževanja</b>           | letno vzdrževanje<br>zimsko vzdrževanje<br>gradbeno vzdrževanje                                | letno vzdrževanje<br>zimsko vzdrževanje na G1  |
| <b>Vrste poškodb</b>               | Na spodnjem ustroju so enake kot pri GC, pri ZU pa so enake le v primeru enake obrabne plasti. | Na spodnjem ustroju so enake kot pri JC, pri ZU pa so enake le v primeru enake obrabne plasti. |

## 5 ZAKLJUČEK

V diplomski nalogi opažamo bistvene razlike med javnimi in gozdnimi cestami v vseh gradbenih fazah – planiranju, projektiranju, uporabi in vzdrževanju. Razlika obstaja tudi v številu zakonov, predpisov, TSC in uredb, ki jih je mnogo več za javne ceste kot za gozdne in jih moramo pri projektiranju upoštevati. Namen posameznih cest je različen, vendar pa sta njihova funkcija in cilj vedno povezati različne kraje z različnimi vrstami prometa. Zato menimo, da bi se določena pravila s področja javnih cest lahko uporabila pri projektiranju gozdnih cest in obratno.

### Najpomembnejše razlike pri načrtovanju cest

#### 1. Način načrtovanja

- JC načrtujemo za 20-letno plansko dobo, pri kateri so pomembni obremenitev ceste (NOO), količina prometa (PLDP), tipično vozilo, funkcija ceste in hitrost.
- GC načrtujemo na podlagi količine prirastka, reliefa in tipičnega vozila.

Glede na mehanizacijo, ki jo danes uporabljamo, menimo, da bi morali pri načrtovanju GC upoštevati prometno obremenitev.

#### 2. Umestitev v prostor

- Na JC moramo pri umeščanju v prostor preveriti vplive projekta na okolje, na GC pa po zakonu to ni potrebno. Poleg tega moramo na JC pridobiti različna soglasja, pri GC pa jih ne potrebujemo.

Kljub temu da po zakonu za GC PVO ni treba preveriti, se to redno izvaja.

## **Najpomembnejše razlike pri projektiranju**

### **1. Projektiranje priključkov**

- Priključki se na JC projektirajo skladno s Pravilnikom o cestnih priključkih na javne ceste.
- Za GC je s Pravilnikom o gozdnih prometnicah predpisana le izvedba priključkov vlake na gozdno cesto.

Pogosto naletimo na neustrezno izvedeno odvodnjavanje GC pri priključku na JC, kar povzroča težave (nanos materiala, poledica ...). V Pravilniku o gozdnih prometnicah bi bilo smiselno priključke na javne ceste natančno opredeliti in se jih pri projektiranju tudi držati.

### **2. Tehnični elementi**

- Tehnične elemente na JC projektiramo glede na prometno obremenitev in projektno hitrost.
- Tehnične elemente na GC projektiramo glede na tipično vozilo.

### **3. Projektiranje krivin**

- Ker se na GC uporablja vedno večja mehanizacija in s tem tudi daljši tovari, so razširitve v krivinah pogosto neustrezne. Pravila za razširitve v krivinah za gozdne ceste so skopa, zato menimo, da bi bilo treba pri projektiranju upoštevati in prevzeti tudi pravila za razširitve v krivinah na javnih cestah nižjih kategorij.

### **4. Projektiranje preglednosti**

- Preglednost na JC načrtujemo v krivinah (pregledna berma) in križiščih (pregledni trikotnik).
- Na GC preglednosti ne načrtujemo.

Kljub temu da so na gozdnih cestah hitrosti nizke in jih uporabljamo na lastno odgovornost, bi morali na cestah G1, kjer imamo poleg tovornih vozil tudi druga, na prometnih priključkih in ostrih krivinah poskrbeti za boljšo preglednost.

## 5. Projektiranje signalizacije

- Signalizacijo in opremo na JC opredeljuje Pravilnik o prometni signalizaciji in prometni opremi na javnih cestah.
- Pravilnik o gozdnih prometnicah zahteva ustrezno signalizacijo (znak GOZDNA CESTA), na cestah G1 pa se uporablja tudi druga signalizacija za omejevanje in spreminjanje prometne ureditve.

Večina GC je bila zgrajenih pred desetletji, zato niso namenjene težkim obremenitvam. Veliko je odsekov, ki so ozki in neustrezno utrjeni, po njih pa vozijo težka tovorna vozila. Zato so nesreče pogoste, krivca pa težko določimo. Če bi bili nevarni odseki ustrezno označeni s signalizacijo za prepoved določene vrste vozil, bi bilo takih nesreč manj, krivec pa zanesljivo znan.

## Najpomembnejše razlike pri gradnji

### 1. Organizacija del

- Organizacija del je na JC pomembna, saj so dela navadno zahtevna, časovno omejena in razdeljena na posamezne faze ali sklope.
- Organizacija na GC je prav tako pomembna, vendar sta zahtevnost del in časovna omejitvev manjši.

### 2. Vrste materiala

- Na javnih cestah uporabljamo različne vrste agregatov in veziv, saj so sestave SU in VK odvisne od posamezne prometnice.
- Na gozdnih cestah uporabljamo pretežno izkopani material, drobljence in veziva pa uporabljamo izključno za vozno konstrukcijo.

### 3. Posek na trasi

- Na JC je posek odvisen od kategorije ceste, širine pregledne berme in predvidenih razširitev.
- Na gozdni cesti je posek trase odvisen od razširitev in vlažnosti rastišča.

Posek trase je ena od bolj perečih zadev, kjer imajo gozdarji, poleg dejavnikov za večjo širino izsekanega pasu, predpisane tudi dejavnike, ki jo zmanjšujejo. Umestitev prometnice v naravni prostor predstavlja veliko spremembo za okolje. Pri gradnji javne prometnice običajno posekamo preveč gozdnih površin, a to ne bi bilo treba. Zato bi se morali vsaj pri gradnji cest višjih kategorij držati pravil, ki jih imajo gozdarji.

#### **4. Izravnava mas**

- Pri JC izkopani material prepeljemo v nasipe glede na masni profil, presežke pa na ustrezno deponijo.
- Na GC material v primeru prevelike količine odpravimo na najbližja mesta oziroma ga odvozimo z najbližjega mesta v primeru, ko ga primanjkuje.

S finančnega vidika je opisani postopek izravnave mas najugodnejši, z estetskega vidika ter poseganja v naravo pa neprimeren. Menimo, da bi morali na mestih odzema in odprava urediti brežine z ustreznim naklonom in jih preurediti v izogibališča ter mesta za nalaganje hlodovine.

#### **5. Kontrole in meritve**

- Na JC izvajamo kontrole in meritve, kot so kontrola zbitosti materiala, meritev ravnosti vozišča, strukture in kakovosti materiala ...
- Na GC meritve in kontrol ne opravljamo.

### **Najpomembnejše razlike pri vzdrževanju**

Razlike pri vzdrževanju JC in GC so predvsem v količini in raznolikosti vzdrževanja. Na JC poteka več vzdrževalnih del zaradi večje dolžine cest, dela pa so bolj raznolika zaradi različnih obrabnih plasti, cestnih objektov, signalizacije in cestne opreme, ki jih na GC praktično nimamo.

#### **1. Vzdrževanje cest**

- JC vzdržujejo občine in država.
- GC vzdržujejo občine.

Posamezna poglavja prikazujejo bistvene razlike med javnimi in gozdnimi cestami. Razumljivo je, da je razlik veliko, saj javne ceste delimo na več kategorij. Pomembnejše razlike, za katere menimo, da bi jih bilo treba upoštevati in odpraviti tako na eni kot tudi na drugi vrsti ceste, smo opisali in komentirali. Poleg naštetih razlik pa menimo, da je na JC preveč birokracije, za katero se namenja vse več denarja.

Ostale razlike so nastale predvsem zato, ker GC uvrščamo med ne kategorizirane, kar pomeni, da jim namenimo najmanj finančnih sredstev, in to v vseh delovnih fazah. To dokazuje primerjava investicijskih stroškov za posamezno vrsto ceste.



## VIRI

- [1] Juvanc, A., Rijavec, R. 2005. Geometrijski elementi cestne osi in vozišča. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Prometna smer: 64 str.
- [2] Juvanc, A., Rijavec, R. 2005. Projektiranje cest – Geometrijski in tehnični elementi ceste. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Prometna smer: 101 str.
- [3] Žmavc, J. 2007. Gradnja cest: voziščne konstrukcije. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, 357 str.
- [4] Dobre, A. 1995. Gozdne prometnice. Skeletno študijsko gradivo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za gozdarstvo: 71 str.
- [5] Potočnik, I. 2009. Gozdne prometnice. Študijsko gradivo 2009. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 215 str.
- [6] Zakon o javnih cestah (Ur. l. RS, št. 109/2010: 5732)
- [7] Pravilnik o projektiranju cest (Ur. l. RS, št. 91/2005: 3896)
- [8] Pravilnik o cestnih priključkih na javne ceste (Ur. l. RS, št. 86/2009: 3808)
- [9] Pravilnik o prometni signalizaciji in prometni opremi na javnih cestah (Ur. l. RS, št. 46/2000: 2131)
- [10] Pravilnik o gozdnih prometnicah (Ur. l. RS, št. 4/2009: 139)
- [11] Pravilnik o gradnji, vzdrževanju in načinu uporabe gozdnih prometnic (Ur. l. RS, št. 7/2000: 370)
- [12] Pravilnik o vrstah vzdrževalnih del na javnih cestah in nivoju rednega vzdrževanja javnih cest (Ur. l. RS, št. 62/1998: 2848)
- [13] Tehnična specifikacija za javne ceste, TSC 03. 380. Odvodnjavanje cest (delovni osnutek, junij 2010.)

## Internetni viri:

- [14] Roadex. 2013.  
<http://www.roadex.org/index.php/e-learning/e-learning-en> (Pridobljeno 18. 5. 2013.)
- [15] Cesta. 2013.  
<http://sl.wikipedia.org/wiki/Cesta> (Pridobljeno 16. 5. 2013.)
- [16] Vzdrževanje cest. 2013.  
[http://sl.wikipedia.org/wiki/Vzdrževanje cest](http://sl.wikipedia.org/wiki/Vzdrževanje_cest) (Pridobljeno 2. 7. 2013.)
- [17] Zimsko vzdrževanje cest. 2013.  
[http://sl.wikipedia.org/wiki/Zimsko zdrzevanje cest](http://sl.wikipedia.org/wiki/Zimsko_zdrzevanje_cest) (Pridobljeno 3. 7. 2013.)
- [18] Zavod za gozdove Slovenije. 2013.  
<http://www.zgs.gov.si/?id=673> (Pridobljeno 19. 5. 2013.)
- [19] Statistični urad republike Slovenije. 2013.  
[http://www.stat.si/novica\\_prikazi.aspx?id=5313](http://www.stat.si/novica_prikazi.aspx?id=5313) (Pridobljeno 17. 5. 2013.)
- [20] Dars. 2013.  
[http://www.dars.si/Dokumenti/Stroski\\_gradnej\\_avtocest - 9 Slovenski kongres o cestah in prometu \(oktober 2008\).pdf](http://www.dars.si/Dokumenti/Stroski_gradnej_avtocest_-_9_Slovenski_kongres_o_cestah_in_prometu_(oktober_2008).pdf) (Pridobljeno 9. 7. 2013.)
- [21] Dri. 2013.  
[http://www.dri.si/reference\\_pdf/04\\_reference-2007.pdf](http://www.dri.si/reference_pdf/04_reference-2007.pdf) (Pridobljeno 9. 7. 2013.)

Ostali viri :

[22] Juvanc, A. 2010. Zapiski s predavanj pri predmetu Gradnja prometnih objektov. (okt – dec 2010.)

[23] Juvanc, A. 2011. Zapiski s predavanj pri predmetu CESTE. (apr – maj 2011.)

[24] Podlogar, M. 2013. Postopek pri projektiranju cest. Osebna komunikacija (17. 5. 2013.)