



SMJERNICE ZA PROJEKTOVANJE, GRAĐENJE, ODRŽAVANJE I NADZOR NA PUTEVIMA

Knjiga I: PROJEKTOVANJE

Dio 1: PROJEKTOVANJE PUTEVA

Poglavlje 6: PUT I ŽIVOTNA SREDINA

Sarajevo/Banja Luka
2005



SADRŽAJ

1.	ZAŠTITA OD BUKE	5
1.1	PREDMET SMJERNICA	5
1.2	OBJAŠNJENJE POJMOVA	5
1.3	UOPŠTENO O BUCI	6
1.3.1	Izvor buke	6
1.3.2	Proračunavanje buke koja nastaje usljed odvijanja saobraćaja na putu	6
1.3.3	Procjena i mjerenje buke	9
1.3.4	Mjere za smanjenje buke	11
1.4	PLANIRANJE ZAŠTITE OD BUKE	13
1.4.5	Projektna dokumentacija	13
1.4.6	Vrste mjera za zaštitu od buke	18
1.4.7	Opterećenje i bezbjednost konstrukcija za zaštitu od buke	19
1.4.8	Izvođenje zaštite od buke	23
1.4.9	Obezbjedenje kvaliteta	37
1.5	ODRŽAVANJE KONSTRUKCIJA ZA ZAŠTITU OD BUKE	42
1.5.1	Opšte	42
1.5.2	Uputstva za održavanje	42
2.	ZAŠTITA VODA I TLA	47
2.1	PREDMET SMJERNICA	47
2.2	OBJAŠNJENJE POJMOVA	47
2.3	VIDOVI ZAGAĐENJA	48
2.4	HIDROGEOLOŠKE OSNOVE	48
2.4.1	Hidrogeološka ispitivanja	48
2.4.2	Hidrogeološke karakteristike	48
2.5	PROCJENA OSJETLJIVOSTI PODRUČJA	50
2.5.3	Povredivost vodonosivog sloja	50
2.5.4	Izloženost izvora vode	50
2.5.5	Osjetljivost vodonosivog sloja	50
2.5.6	Osnove za zaštitu vodonosivog sloja	51
2.6	NAČINI ODVODNJAVANJA PUTA	52
2.6.1	Površinsko odvodnjavanje	52
2.6.2	Dubinsko odvodnjavanje	53
2.6.3	Sabirni rezervoari i rezervoari za zadržavanje	53
2.7	NAČINI ZAPTIVANJA	54
2.7.1	Opis	54
2.7.2	Materijali	54
2.8	NAČINI ZAŠTITE VODA	57
2.8.1	Veoma osjetljivo područje	58
2.8.2	Osjetljivo područje	59
2.8.3	Umjereno osjetljivo područje	60
2.8.4	Područje slabe osjetljivosti	61
2.8.5	Neosjetljivo područje	62
3.	ZAŠTITA OD EROZIJE I SNEŽNIH USOVA	65
3.1	PREDMET SMJERNICA	65
3.2	OPŠTE O ZAŠTITI	65
3.2.1	Stabilnost ceste i cestovnih objekata	65
3.2.2	Stabilnost tla na razorenim zemljištima	65
3.2.3	Uredjivanje vodotoka uz cestu	65
3.2.4	Ozelenjavanje-zatravljivanje i/ili zasadjivanje drveća	65
3.2.5	Učvršćivanje oblika rastinja na prostoru uz cestu	65
3.2.6	Ograničenja inženjersko bioloških mjera	66
3.2.7	Drugi vidici inženjersko bioloških mjera	66
3.3	TEMELJNA NAČELA ZAŠTITE	66
3.3.1	Redosljed izvođenja inženjersko bioloških mjera	66
3.3.2	Podjela inženjersko bioloških mjera	67
3.3.3	Tehnički radovi	67

3.3.4	Mjere za raspršivanje vode	70
3.3.5	Biotehnički radovi	78
3.4	PRIMJERI IZVEDENIH ZAŠTITA PADINA	85
4.	PROLAZI I PRELAZI ZA ŽIVOTINJE.....	89
4.1	OSNOVE ZA ODREĐIVANJE MJERA	89
4.1.1	Odredbe propisa	89
4.1.2	Svrha mjera	91
4.1.3	Opis stanja prije intervenisanja	91
4.2	PROCJENA UTICAJA	92
4.3	UGROŽENE GRUPE ŽIVOTINJA	92
4.3.1	Kopneni beskičmenjaci	93
4.3.2	Životinje vezane za vodeno okruženje (vodeni beskičmenjaci, ribe, vodozemci, vodene ptice)	93
4.3.3	Vodozemci (amphibia)	93
4.3.4	Gmizavci (reptilia)	94
4.3.5	Ptice (aves)	95
4.3.6	Sisari (mammalia)	95
4.4	VRSTE MJERA ⁰	98
4.4.1	Mjere za sprečavanje/smanjenje ugroženosti i smrtnosti životinja koje prouzrokuje saobraćajna infrastruktura	99
4.4.2	Mjere koje omogućavaju očuvanje veza između prebivališta	103
4.5	MONITORING ⁰	108
4.5.1	Vrste nadgledanja (monitoringa)	109
4.6	REZIME	109
4.7	LITERATURA	111
5.	UREĐENJE PUTNOG POJASA.....	115
5.1	NAČELA I CILJEVI PROJEKTA UREĐENJA PUTNOG POJASA	115
5.2	PROJEKTOVANJE PUTNOG POJASA S OBZIROM NA MJERE UREĐENJA	115
5.2.1	Smjernice za projektovanje reljefa	115
5.2.2	Planiranje i realizacija uređenja upravljanja vodama	117
5.2.3	Realizacija građevinsko-biotehničkih mjera	117
5.2.4	Priprema plana ozelenjavanja	117
5.2.5	Priprema građevinskog i arhitektonskog projekta	121
5.3	PROJEKTOVANJE PUTNOG POJASA S OBZIROM NA POJEDINAČNA UREĐENJA	121
5.3.1	Projektovanje objekata	121
5.3.2	Projektovanje i ozelenjavanje ograda za akustičnu izolaciju	122
5.3.3	Projektovanje javne gradske opreme	123
5.3.4	Projektovanje uslužnih objekata duž autoputeva i drugih puteva viših kategorija ...	123
5.4	FORMULISANJE I OPŠTI SADRŽAJ PLANA PEJSAŽNE ARHITEKTURE	126
5.4.1	Faze pripreme planova pejzažne arhitekture	126
5.4.2	Sadržaj plana pejzažne arhitekture	127
6.	ZAŠTITA OD VJETRA I SNEŽNIH NANOSA	131
6.1	PREDMET SMJERNICA	131
6.2	NEPOSREDNI UČINCI VJETRA NA VOZILA	131
6.3	STVARANJE SNJEŽNIH SMETOVA	131
6.4	ZADRŽAVANJE SNIJEGA	132
6.4.3	Prepreke za zadržavanje snijega	132
7.	ZAŠTITA OBJEKATA OD VIBRACIJA.....	137
7.1	PREDMET SMJERNICA	137
7.2	ANALIZA STANJA OBJEKTA	137
7.2.1	Osnove	137
7.2.2	Ocjena mogućnosti nastanka oštećenja	137
7.2.3	Mjerila za ranjivost objekta	138

Knjiga I: PROJEKTOVANJE

Dio 1: PROJEKTOVANJE PUTEVA

Poglavlje 6: PUT I ŽIVOTNA SREDINA

SMJERNICA 1: ZAŠTITA OD BUKE

1. ZAŠTITA OD BUKE

1.1 PREDMET SMJERNICA

Buka ima veliki uticaj na kvalitet života, i to na otvorenoj okolini (prirodnoj i urbanoj) i u zatvorenoj (stambenoj) okolini. Pored smanjenog nivoa ugodnosti, u obzir je takođe potrebno uzeti uticaj buke na zdravlje.

Saobraćaj predstavlja jedan od najznačajnijih izvora buke. Iako je kod vozila novije proizvodnje smanjena emisija buke, nivo buke na putevima se povećava, kao rezultat povećanog broja i brzine kretanja motornih vozila. Gore navedeno je, u različitom opsegu, tačno za sve vrste puteva, bilo da je riječ o autoputevima, magistralnim, regionalnim ili lokalnim putevima.

Smanjenje negativnih uticaja buke na okolinu moguće je uspješno izvršiti samo ukoliko se na odgovarajući način primjenjuju relativno brojne i u osnovi različite poznate mjere. U ovom pogledu, kao pomoć mogu da posluže smjernice koje se odnose na konstrukcije predviđene za zaštitu od buke, koja nastaje kao rezultat odvijanja saobraćaja na putu; navedenim smjernicama određeno je sljedeće:

- Osnove za određivanje nivoa buke i planiranje odgovarajućih mjera za zaštitu od buke;
- Osnove za polaganje temelja i izgradnju konstrukcija za zaštitu od buke, uključujući nadzor i monitoring usklađenosti sa zahtjevima koji se odnose na kvalitet; i
- Osnove za održavanje i nadzor nad stanjem konstrukcije u cilju održavanja zaštite od buke.

1.2 OBJAŠNJENJE POJMOVA

Značenja pojmova koji su upotrebljeni u ovim smjernicama za zaštitu od buke su kako slijedi:

Aktivne mjere za zaštitu od buke (aktive Lärmschutzmassnahmen/Lärmvorsorge) predstavljaju mjere predviđene za smanjenje emisije buke iz izvora ili mjere za smanjenje širenja buke u okolinu.

Dinamičko opterećenje (dynamische Belastung) je opterećenje prouzrokovano težinom snijega koji mašina za čišćenje snijega baca na konstrukciju/element za zaštitu od buke.

Akustički element (Lärmschutzelement) je dio konstrukcije koji obezbjeđuje akustička svojstva.

Emisija buke (Lärmemission) predstavlja jačinu zvuka koji emituje izvor buke u okolinu (uticaj energije emitovane u okolinu).

Brzina pluga (Geschwindigkeit bei Schneeräumung/-pflügen) predstavlja brzinu mašine za čišćenje snijega prilikom prolaska pored konstrukcije.

Buka (Lärm) je bilo kakav zvuk u prirodnoj ili stambenoj okolini koji prouzrokuje nemir, ometanje ljudi, narušavanje zdravlja ljudi ili osjećanja i koji ima negativan zvuk na okolinu.

Imisija buke (Lärmimmission) predstavlja nivo buke L u određenoj tački imisije u vanjskoj okolini, koji je rezultat uticaja jednog ili više izvora buke, a koji se iskazuje u decibelima dB(A).

Konstrukcija za zaštitu od buke (Lärmschutzeinrichtung) je konstrukcija koja sprečava direktno prenošenje buke koja nastaje kao rezultat odvijanja saobraćaja na putu kroz vazduh, a koja je sastavljena od konstruktivnih elemenata i elemenata za zaštitu od buke.

Granična vrijednost nivoa buke (Lärmpegelgrenzwert) je vrijednost nivoa buke koja je utvrđena za određeno područje prirodne ili stambene okoline, za dnevni i noćni period, s obzirom na osjetljivost područja na uticaje buke.

Konstruktivni element (Tragelement) predstavlja dio konstrukcije za zaštitu od buke koji drži ili nosi elemente za zaštitu od buke; konstruktivni elementi su temelji i nosivi stubovi.

Pasivne mjere za zaštitu od buke (passive Lärmschutzmassnahmen/Lärmvorsorge) predstavljaju mjere za zaštitu od buke na zgradama koje se koriste za život i rad ljudi.

Izvor buke (Lärmquelle) je objekat ili sredstvo, čija upotreba ili rad prouzrokuje stalnu ili povremenu buku u okolini (npr. put, motorno vozilo).

1.3 UOPŠTENO O BUCI

Buku koja nastaje kao rezultat odvijanja saobraćaja na putevima treba ograničiti zbog povezivanja naselja sa mrežom puteva.

Zaštitu okoline od buke je potrebno obezbijediti na osnovu procjene brojnih uticaja na stepen buke kao i na osnovu sprovedenih mjera.

1.3.1 Izvor buke

Motorni saobraćaj na putevima stvara buku

- Motornim sistemom kod motornih vozila: izvor buke predstavlja rad motora i sistem izduvnih gasova, a u manjem obimu i rad sistema za hlađenje; i
- Kretanje vozila: buka koja nastaje usljed kotrljanja, koju stvara prljanje guma na kolovoz, zajedno sa – a što određuje brzina vožnje – bukom koju stvara otpor vazduha, kao i uticaj ravnosti kolovoza na postojeće stanje šasije/karoserije vozila ili njegovo opterećenje.

1.3.2 Proračunavanje buke koja nastaje usljed odvijanja saobraćaja na putu

Proračunavanje buke koja nastaje usljed odvijanja saobraćaja na putu treba izvesti u skladu sa važećim pravnim odredbama.

Procenjeni dnevni (L_d) i noćni (L_n) nivo buke koja nastaje usljed odvijanja saobraćaja na putu treba izračunati za ravne dionice kolovoza, čija je udaljenost sa svake strane mjerne tačke jednaka najmanje trostruko udaljenosti izvora buke od tačke za koju se izračunava procenjeni nivo buke, primjenom sljedeće jednačine:

$$L_{d,n} = L_{d,n}^{(25)} + D_h + D_n + D_{op} + D_l + D_v + D_t + D_k$$

Ukoliko dionica puta ne ispunjava gore navedeni kriterijum, procjenjene nivoe buke treba izračunati u skladu sa odredbama DIN 18005 standarda, Dio 1, 1987, i RLS-90, stavka 4.0 smjernice.

Vrijednosti $L_d^{(25)}$ i $L_n^{(25)}$ treba da budu procenjeni nivoi buke koja nastaje usljed odvijanja saobraćaja, na udaljenosti od 25 m od sredine puta, na visini od 2.25 m i pri prosječnoj brzini kretanja vozila koja iznosi oko 100 km/h, a izvor buke treba da bude 0.5 m iznad sredine puta. Proračun treba izvršiti primjenom sljedeće jednačine:

$$L_{d,n}^{(25)} = 37,3 + 10 \cdot \log (M(1 + 0,082 \cdot p)) \quad (\text{dB(A)})$$

gdje je:

- M gustina saobraćaja, izračunata prema Tabeli 6.1 na osnovu prosječnog godišnjeg dnevnog prometa (PGDP) na određenom putu (broj vozila/h)
- P udeo teretnih vozila (čija ukupna masa prelazi 3 t; potrebno je preuzeti vrijednosti iz Tabele 6.1 ukoliko na osnovu podataka o PGDP nije moguće odrediti udeo teretnih vozila)

Tabela 6.1: Procjena gustine saobraćaja M i udela teretnih vozila p u odnosu na kategoriju puta

Kategorija puta	Dan (6 ^h – 22 ^h)		Noć (22 ^h – 6 ^h)	
	M Broj vozila/h	p %	M Broj vozila/h	p %
– Autoput	0,06 PGDP	25	0.014 PGDP	45
– Magistralni put		20	0.011 PGDP	20
– Regionalni put		20	0.008 PGDP	10
– Lokalni put		10	0.011 PGDP	3

Vrijednosti predstavljene u Tabeli 6.1 ne uzimaju se u obzir ukoliko su raspoloživi rezultati detaljnijeg ispitivanja za određenu trasu, te ukoliko je na osnovu istog moguće utvrditi sljedeće:

- Protok vozila u jednom času (M), u toku dana i u toku noći; i
- Udeo teretnih vozila (p) u toku dana i u toku noći.

Vrijednost prilagođavanja D_h za izračunavanje procijenjenog nivoa buke s obzirom na brzinu vozila zavisi od prosječne brzine vozila $V_{1,2}$ i udela teretnih vozila p. Izračunavanje treba izvršiti primjenom sljedeće jednačine:

$$D_h = L_1 - 37,3 + 10 \cdot \log \left[\frac{100 + (10^{0,1D} - 1) \cdot p}{100 + 8,23 \cdot p} \right] \quad (\text{dB(A)})$$

gdje je:

V_1 prosječna brzina kretanja automobila (km/h)

V_2 prosječna brzina kretanja teretnih vozila (km/h)

Vrijednost korekcije D_n za izračunavanje procijenjenog nivoa buke s obzirom na uzdužni nagib puta predstavljena je u Tabeli 6.2.

Tabela 6.2: Prilagođavanje D_n s obzirom na uzdužni nagib kolovoza

Uzdužni nagib kolovoza %	Prilagođavanje D_n dB(A)
≤ 5	0
6	0.6
7	1.2
8	1.8
9	2.4
10	3.0
za svaki sljedeći % nagiba	0.6

Vrijednost korekcije D_{op} za izračunavanje procijenjenog nivoa buke s obzirom na vrstu zastora na putu predstavljena je u Tabeli 6.3.

Tabela 6.3: Prilagođavanje D_{op} s obzirom na vrstu zastora na putu

Vrsta zastora	Prilagođavanje D_{op} dB(A)
– Novi bitumenski ili cement beton	0
– Krupnozrni asfalt	2
– Ravna kaldrma, istrošeni betonski kolovoz	3
– Istrošena kaldrma	6
– Drobljeni agregat sa bitumenskim mastiksom	- 2
– Drenažni asfalt	- 3

Vrijednost prilagođavanja D_l za izračunavanje procijenjenog nivoa buke s obzirom na udaljenost izvora buke (sredina kolovozne trake i 0.5 m iznad kolovoza) od mjesta za koje se proračun vrši određujemo primjenom sljedeće jednačine:

$$D_l = 15,8 - 10 \cdot \log s - 0,0142 \cdot s^{0,9} \quad (\text{dB(A)})$$

gdje je:

s udaljenost između tačke izvora buke i tačke za koju se izračunava procijenjeni nivo buke

Vrijednost prilagođavanja D_v za izračunavanje procijenjenog nivoa buke s obzirom na prigušivanje buke usljed apsorpcije u tlo i u vazduh, koja zavisi od prosječne visine h_m , određuje se primjenom sljedeće jednačine:

$$D_v = -4,8 \exp\left(-\left((h_m / s) \cdot (8,5 + 100 / s)\right)^{1,3}\right) (\text{dB(A)}) \quad (\text{dB(A)})$$

gdje je:

h_m prosječna visina koja se određuje kao prosječna udaljenost između terena i horizontalne prave koja povezuje tačku izvora buke sa tačkom za koju se izračunava procijenjeni nivo buke

Vrijednost prilagođavanja D_t za izračunavanje procijenjenog nivoa buke s obzirom na prepreke koje prouzrokuju odbijanje buke (nasipi, rampe, kosine, zgrade, usjeci) određuje se u skladu sa:

- DIN 18 005 Schallschutz im Städtebau, Berechnungsverfahren; i
- RLS-90 Richtlinien für den Lärmschutz an Strassen.

Vrijednost prilagođavanja D_k za izračunavanje procijenjenog nivoa buke s obzirom na blizinu raskrsnice zavisi od udaljenosti tačke izvora buke (od sredine kolovoza na raskrsnici), kako je predstavljeno u Tabeli 6.4.

Tabela 6.4: Prilagođavanje D_k s obzirom na blizinu raskrsnice u zavisnosti od udaljenosti izvora buke (od sredine kolovoza na raskrsnici)

Udaljenost tačke izvora buke (od sredine kolovoza na raskrsnici)	Prilagođavanje D_k (dB(A))
do 40 m	3
40 do 70 m	2
70 do 100 m	1

Kod puteva sa dva usmjerena kolovoza, procijenjeni nivo buke na putu predstavlja zbir procijenjenih nivoa buke za oba usmjerena kolovoza za procijenjeni dnevni i noćni nivo buke, primjenom sljedećih jednačina:

$$L_{d,skupni} = 10 \cdot \log\left(10^{0,1L_{d,1}} + 10^{0,1L_{d,2}}\right) \quad (\text{dB(A)})$$

$$L_{n,skupni} = 10 \cdot \log\left(10^{0,1L_{n,1}} + 10^{0,1L_{n,2}}\right) \quad (\text{dB(A)})$$

gdje indeksi 1 i 2 označavaju smjerove vožnje.

Izračunati procijenjeni nivo buke za određeni put uglavnom zaokružuje se na cijeli broj.

Ukoliko se vrši proračunavanja gustine saobraćaja M za puteve sa dva smjerna kolovoza, 50% relevantne vrijednosti PGDP treba uzeti u obzir za svaki smjerni kolovoz.

Korisno je da se izvrši provjera izračunatih procijenjenih vrijednosti nivoa buke sa rezultatima koji su dobijeni mjerenjem buke odgovarajućom opremom na terenu. Takođe su relevantni rezultati proračuna koji se zasnivaju na podacima o prosječnom godišnjem dnevnom protoku vozila, strukturi saobraćaja i ostalim relevantnim parametrima, koji su određeni važećim pravnim odredbama.

U cilju određivanja zagađenja bukom duž trasa na kojima nisu ispunjeni uslovi za proračunavanje primjenom metode dugačkih pravih dionica, potrebno je izvršiti proračunavanje za takozvane parcijalne dionice (redoslijedni proračun). Parcijalne dionice treba izabrati tako da karakteristike emisije i uslovi širenja buke budu konstantni na pojedinim dionicama. Zagađenje bukom u određenoj tački duž trase treba u tom slučaju da bude logaritamski zbir doprinosa svih parcijalnih dionica. Detalji koji se odnose na proračun parcijalnih dionica navedeni su u tehničkim propisima (RLS-90).

1.3.3 Procjena i mjerenje buke

1.3.3.1 Procjena buke

Proračunavanje procjenjenog zagađenja bukom u prirodnoj i stambenoj okolini detaljnije je obrađeno pod stavkom 1.4.2. Vrste mjera za zaštitu od buke

1.3.3.2 Mjerenje buke

Matematički model koji je određen propisima za procjenu zagađenja okruženja puta i za obezbjeđenje odgovarajuće zaštite prirodne i stambene okoline od buke, koju u određenim uslovima stvara predviđeni saobraćaj koji se odvija na putevima, takođe uslovljava provjeru proračuna mjerenjem nivoa buke, u cilju obezbjeđenja sveobuhvatne procjene.

U cilju obezbjeđenja mogućnosti upoređivanja i ponavljanja mjerenja nivoa buke, mjerenja je potrebno izvesti primjenom posebnih postupaka, koji u određenom obimu isključuju vanjske uticaje, npr. meteorološki uslovi (vjetar, temperature vazduha, vlaga, pritisak) i vegetacija.

1.3.3.2.1 Mjerna oprema

Tehnička svojstva opreme za mjerenja nivoa buke koja nastaje kao rezultat odvijanja saobraćaja na putevima, treba da budu u skladu sa sljedećim tehničkim specifikacijama

- SIST EN 60 651 Sound level meters (razred tačnosti tip 1);
- SIST EN 60 804 Integrating-averaging sound level meters;
- SIST EN 61 260 Electroacoustics – octave, half-octave and third-octave band filters.

Kalibrator za kalibrisanje mjerne opreme mora biti u skladu sa zahtjevima standarda IEC 942 (razred tačnosti 1).

Pomoću mjerne opreme, tj. pomoću mjerača buke i analizatora, određuje se sljedeće mjerne parametre i parametre za analizu:

- Proračun ekvivalentnog nivoa buke L_{eq} mjerenog prema krivi A;
- Mjerenje ekvivalentnog nivoa buke mjerenog prema krivi A;
- Proračun procentualnih nivoa buke LAF1 i LAF99;
- Analiza učestalosti signala u stvarnom vremenu mjerenog prema krivi A;
- Dodatni proračun procentualnih nivoa buke LAF10, LAF90 i LAFMax.

Pored gore navedenog, potrebno je takođe obezbijediti i ulazni detektor sa vremenom rada od 1 s (spori) i 125 ms (brzi).

Oprema za mjerenje buke treba da omogući direktno očitavanje podataka ili treba da posjeduje odgovarajuću mogućnost snimanja podataka dobijenih mjerenjem kao i korisnih informacija koje se odnose na mjerenje (npr. datum i vrijeme mjerenja).

1.3.3.2.2 Priprema za mjerenja

Prije početka mjerenja, mjernu opremu je, u skladu sa uputstvima proizvođača, potrebno programirati primjenom posebnog modula programiranja, koji omogućava mjerenja i očitavanje podataka, kao i analizu i čuvanje rezultata dobijenih mjerenjem i podataka koji se na mjerenje odnose. Priprema mjerne opreme treba da obuhvati sljedeće:

- Određivanje parametara mjerenja;

- Izbor intervala mjerenja;
- Način i medijum za pohranjivanje podataka;
- Izbor i predstavljanje rezultata; i
- Kalibrisanje.

Određivanje parametara mjerenja, koji određuju uslove za izvođenje mjerenja, treba da obuhvati sljedeće:

- Izbor dinamičke trake;
- Širina opsega frekvencije analizatora (1/1 ili 1/3 oktava);
- Izbor vremena rada ulaznog detektora (brzo ili sporo); i
- Učestalost mjerenja rezultata (spektar učestalosti nivoa buke i procentualni nivo prema krivini A).

Intervali mjerenja prilikom mjerenja buke koja nastaje kao rezultat odvijanja saobraćaja na putu uglavnom traju jedan sat i moguće ih je ponoviti u roku od 24 časa u jednočasovnim intervalima. Jednočasovne intervale mjerenja treba izabrati u periodu dana kada je:

- Zagađenje bukom najveće; ili
- Osjetljivost ljudi na buku najveća (noću).

Preporučuje se, naročito noću, da se jednočasovni intervali podijele na nekoliko kraćih intervala u cilju boljeg prepoznavanja uznemirujućih događaja.

Način i medijum u kojem se čuvaju rezultati mjerenja treba da obezbijede adekvatnu raspoloživost istih. Rezultati mjerenja treba da budu prilagođeni obimu mjerenja i ograničenosti medijuma za čuvanje istih.

Izborom i predstavljanjem rezultata mjerenja potrebno je obezbijediti optimalne podatke o željenom ili traženom nivou buke. S obzirom da pojedini bučni događaji (pojedina vozila) izazivaju veće zagađenje od stalne buke koju stvara ravnomjeran tok vozila, treba uzeti u obzir LAF10, tj. nivo buke koji je prevaziđen za 10% mjernog perioda, naročito prilikom procjene buke u noćnom periodu.

Kalibrisanje ili provjeru mjerne opreme treba izvršiti prije svakog mjerenja, u skladu sa uputstvima koja se primjenjuju za određenu mjernu opremu, kao i za kalibratore zvuka koji se primjenjuju.

Prilikom izvođenja kalibracije u obzir je potrebno uzeti potrebne ispravke usljed promjene vazdušnog pritiska.

Detaljna uputstva za kalibrisanje mjerne opreme treba da budu navedena u uputstvu za njenu upotrebu.

1.3.3.2.3 Izvođenje mjerenja

Mjernu tačku treba, prema pravilu, izabrati tako da se na njoj ne nalaze izvori buke. Treba najmanje 25 m da bude udaljena od sredine kolovozne trake a najmanje 3.5 m od područja refleksije. Mjerna oprema, koja je usmjerena prema izvoru buke, treba da bude postavljena na postolje visine 1.2 do 1.5 m. Lice koje izvodi mjerenje treba najmanje 0.5 m da bude udaljeno od mjerne opreme.

Mjerenje buke treba izvesti sa ili bez nadzora od strane lica koje izvodi mjerenja. Ukoliko se mjerenje izvodi bez nadzora, mjerna opreme mora biti programirana na odgovarajući način za sve predviđene funkcije.

Zbog uticaja vjetra na pritisak zvuka, brzina vjetra za vrijeme izvođenja mjerenja ne smije biti veća od 3 m/s. Pri lošim vremenskim uslovima (kiša, oblačnost, vlažnost vazduha iznad 95%, vlažan kolovoz ili kolovoz pod snijegom), koji u određenom stepenu mogu da utiču na rezultate mjerenja, uglavnom ne preporučuje se izvođenje mjerenja.

1.3.3.2.4 Procjena nivoa buke

Rezultate dobijene mjerenjem imisije buke treba, zbog subjektivne percepcije buke, dobro odmeriti, tako da odražavaju stvarni uticaj na ljude. Granični, tj. kritični dnevni i noćni nivoi buke treba da predstavljaju osnovu za zaštitu prirodne i stambene okoline od prekomjerne buke, te stoga navedeni granični nivoi ne smiju biti prekoračeni.

Procjenu i upoređivanje rezultata dobijenih mjerenjem buke treba izvršiti ručno ili primjenom odgovarajućeg programa. Zbog postojanja brojnih podataka koji utiču na proračunavanje nivoa buke, primjena programa bi bila mnogo prikladnija, i za završnu procjenu kao i za stručnu procjenu situacije.

Procjenjeni rezultati mjerenja buke su vremenski ograničeni i samo djelimično mogu da se ponove, ali su neophodni kao dopuna procjeni nivoa buke stvarnom imisijom iste.

1.3.4 Mjere za smanjenje buke

U cilju zaštite prirodne i stambene okoline od buke koja nastaje kao rezultat odvijanja saobraćaja na putevima, prije svega je potrebno sljedeće:

- Preventivne prostorne i saobraćajno-tehničke, kao i građevinsko-tehničke mjere;
- Saobraćajno-tehničke i saobraćajno-pravne mjere; i
- Građevinske mjere na putevima i objektima koji se na istim nalaze.

1.3.4.1 Preventivne prostorne i saobraćajno-tehničke mjere

Osnovna namjena preventivnih prostornih i saobraćajno-tehničkih mjera je smanjenje saobraćaja na putevima. To se uglavnom postiže primjenom sljedećih mjera:

- Smanjenje obima i uticaja saobraćaja odgovarajućim projektom u okviru propisa o uređenju prostora za stambene površine i objekata /površina koji se koriste za različite aktivnosti (nabavka, obrazovanje, rekreacija, uslužni objekti);
- Obezbjedenje prevoznih sredstava koja nisu štetna po okolinu, promovisanje/podržavanje nemotorizovanog saobraćaja i ograničavanje/sprečavanje odvijanja pojedinog neželjenog motornog saobraćaja primjenom restriktivnih mjera;
- Udaljavanje objekata od puteva u cilju njihove zaštite od buke, tj. da se omogući izvođenje zaštitnih objekata;
- Planiranje područja duž puteva, tako da budu predviđena u svrhe za koje buka ne predstavlja smetnju;
- Očuvanje područja predviđenih za izgradnju objekata za izolaciju buke, nakon određivanja namjene zemljišta;
- Određivanje odgovarajućih građevinskih oblika objekata za izolaciju buke u urbanističkim planovima;
- Utvrđivanje namjene zemljišta u okviru postupka koji se odnosi na određivanje namjene zemljišta i izdavanje građevinskih dozvola duž puteva za objekte/svrhu za koje buka ne predstavlja smetnju;
- Uspostavljanje funkcionalno definisane/klasifikovane mreže puteva koja omogućava uspostavljanje zaštićenih stambenih područja i povezivanje individualnog motornog saobraćaja na magistralne puteve i puteve većeg kapaciteta.

1.3.4.2 Preventivne građevinsko-tehničke mjere

Prilikom planiranja puteva, potrebno je razmotriti sljedeće mjere koje se odnose na zaštitu od buke:

- Potrebno je uložiti napore da se ostvari najveća moguća udaljenost između situacije puta i područja koje uslovljava/zahtijeva zaštitu;
- Situacijom je potrebno obezbijediti ujednačen tok saobraćaja (bez oštih krivina i velikih uzdužnih nagiba);

- Ukoliko se radi o područjima koja zahtijevaju zaštitu, situacija treba da uslovljava minimalnu promjenu brzine, kao i smanjenje ubrzavanja i kočenja;
- Ukoliko se radi o područjima koja zahtijevaju zaštitu, situaciju u područjima usjeka i/ili iznad terena treba razmotriti s obzirom na zaštitu od buke;
- Planiranje trase bez raskrsnica (npr. sa kružnim raskrsnicama) omogućava ujednačen i manje uznemiravajući tok saobraćaja;
- Nove puteve koji prouzrokuju/povećavaju buku treba graditi duž postojećih izvora buke (npr. željezničke pruge);
- Projekat puta u varijantama omogućava raspravu o alternativnim prijedlozima, uglavnom u područjima koja uslovljavaju zaštitu, kao i izbor varijante koja utiče na najmanji mogući broj ljudi ili koja utiče samo na područja koja zahtijevaju niži nivo zaštite od buke.

1.3.4.3 Saobraćajno-organizacione mjere

Saobraćajna organizacija treba da obuhvati mjere za uređenje, uključujući propisane saobraćajno-tehničke kao i saobraćajno-pravne mjere.

1.3.4.3.1 Saobraćajno-tehničke mjere

Saobraćajno-tehničke mjere koje su potrebne za zaštitu prirodnog i stambenog okruženja od buke koja nastaje kao rezultat odvijanja saobraćaja, treba prvenstveno da budu sljedeće:

- Poboljšanje toka saobraćaja: koordinacija saobraćajne svjetlosne signalizacije smanjuje buku koja nastaje kao rezultat kretanja i kočenja vozila;
- Smanjenje broja zaustavljanja vozila u noćnom periodu produžavanjem perioda zaustavljanja;
- Isključivanje saobraćajne svjetlosne signalizacije noću;
- Izvođenje kružnih raskrsnica umjesto postavljanja saobraćajne svjetlosne signalizacije;
- Obilaznice (samo kao dio integrisanog planiranja saobraćaja);
- Usporavanje saobraćaja u stambenim područjima: zaštita od saobraćaja stranih vozila je moguća primjenom saobraćajno-organizacionih mjera, kao što su jednosmjerni putevi, sistemi čorsokaka kao dio dopune mreže, ograničavanje brzine kretanja odgovarajućom kontrolom, ali i primjenom građevinskih mjera, kao što su prilagođavanje širine saobraćajne trake, sužavanje, djelimični kolovozi, ivičnjaci i slično, s tim da je vozilima potrebno omogućiti kretanje ujednačenom brzinom;
- Usporavanje saobraćaja u određenim područjima za smanjenje brzine kretanja i postizanje ujednačene vožnje.

1.3.4.3.2 Saobraćajno-pravne mjere

Saobraćajno-pravne mjere za zaštitu od buke treba prvenstveno da budu sljedeće:

- Zabrana odvijanja saobraćaja u određenim periodima (npr. noću);
- Zabrana odvijanja saobraćaja na određenim dionicama puta (npr. za teretna vozila sa određenom dozvoljenom ukupnom težinom);
- Ograničenje brzine uz odgovarajuću kontrolu.

U slučaju ograničenja koja se odnose na odvijanje saobraćaja, potrebno je ponuditi/obezbijediti odgovarajuću zaobilaznicu sa malim zahtjevima koji se odnose na objekte za zaštitu od buke ili dodatne kapacitete parkirališta u graničnim područjima.

U sklopu povezujuće putne mreže takođe preporučujemo saobraćajna ograničenja i zabrane kretanja vozila.

Vozila koja stvaraju nizak nivo buke moguće je – na osnovu odluke usvojene od strane ovlaštenog organa – isključiti iz povremenih zabrana odvijanja saobraćaja ili zabrana odvijanja saobraćaja na određenim dionicama puta.

1.3.4.4 Saobraćajno-tehničke mjere na putevima

Saobraćajno-tehničke mjere koje se odnose na zaštitu okoline od buke treba da obuhvate mjere koje se odnose na izradu zastora kao i postavljanje zaklona.

1.3.4.4.1 Mjere koje se odnose na zastor

Kada je riječ o zastoru na putevima, na kojima se primjenjuju mjere za zaštitu okoline od buke, u obzir je potrebno uzeti sljedeće:

- Izvođenjem zastora mora se obezbjediti minimalan nivo buke;
- Kolovoz je potrebno redovno održavati, naročito poslije bilo kakvih iskopa;
- Put ne smije biti ravnomjerno profilisan i ne smije imati poprečne žljebiće;
- Potrebno je spriječiti/ukloniti pojavu neravnina, stepena, pragova i deformacija;
- Građevinske mjere za usporavanje saobraćaja treba sprovesti pomoću odgovarajuće rampe;
- Poklopce za šahtove kao i druge ugrađene objekte treba postaviti na mjestima koja se u najmanjoj mogućoj mjeri upotrebljavaju za prelaz vozila (izvan kolotraga);
- Prelazi na mostovske konstrukcije/proširenja treba da stvaraju što je moguće manju buku.

1.3.4.4.2 Mjere za postavljanje zaklona

Efikasnost objekata za izolaciju buke duž puta se povećava sa njihovom visinom, dužinom i blizinom putu.

Osnovni postupci koji se primjenjuju za postavljanje zaklona, koji predstavlja mjeru za zaštitu od buke koja nastaje kao rezultat odvijanja saobraćaja, su sljedeći:

- Nasipi za zaštitu od buke;
- Objekti za zaštitu od buke;
- Nasipi iznad kojih se izvode objekti za zaštitu od buke;
- Strmeni nasipi/rolivanje padina;
- Usjeci i korita;
- Pokriveni usjeci;
- Tuneli i galerije;
- Ozelenjavanje.

1.3.4.5 Saobraćajno-tehničke mjere na objektima

Kada je riječ o uređenju prostora, fokus treba da bude na postojećoj saobraćajnoj infrastrukturi.

Načini izgradnje, koji su određeni urbanističkim planom, obezbjeđuju različitu efikasnost, kada je riječ o zaštiti prirodne i stambene okoline od buke. Pored načina izgradnje, takođe je značajno postavljanje objekata na građevinsku parcelu, oblik kao i osnova tlocrta objekta, kao i građevinske mjere koje se primjenjuju na objektima (npr. zidovi koji apsorbuju buku).

1.4 PLANIRANJE ZAŠTITE OD BUKE

1.4.1 Projektna dokumentacija

1.4.1.1 Opšte

Kada je riječ o planiranju zaštite od buke, u svim fazama pripreme projektne dokumentacije u obzir treba u potpunosti uzeti smjernice za planiranje, izgradnju i očuvanje objekata za zaštitu od buke, koja nastaje usljed odvijanja saobraćaja na putu, i

to one dijelove čiji se sadržaj odnosi na detaljniji pregled određenih zahtjeva vezanih za projektnu dokumentaciju.

U osnovi, prilikom planiranja zaštite od buke u obzir je potrebno uzeti pravne odredbe koje se odnose na detaljan sadržaj projektne dokumentacije koja je propisana kao minimum za određene vrste objekata, a kojima se definiše obim podataka koje treba da obuhvati

- Glavni projekat (GP);
- Projekat za dobijanje građevinske dozvole (PDGD);
- Projekat za raspis (PR);
- Projekat za izvođenje (PI); i
- Projekat izvedenog stanja (PIS).

Pravne odredbe kojima se propisuje sadržaj i forma projektne dokumentacije treba nakon izvođenja potrebnih izmjena (*mutatis mutandis*) da se primjenjuju za planiranje objekata za zaštitu od buke.

S obzirom na namjenu izvođenja izgradnje/radova, projektna dokumentacija može da se odnosi na izgradnju novih objekata za zaštitu od buke, kao dio novoizgrađenih objekata ili na postojećim putevima i/ili na rekonstrukciju, rušenje ili uklanjanje postojećih objekata.

S obzirom na karakteristike objekata za zaštitu od buke, projektna dokumentacija za zaštitu od buke treba da sadrži različite planove. Planirana rješenja koja se odnose na zaštitu od buke uopšte utiču na sadržaj projektne dokumentacije svih vrsta planova koji su sastavni dio projektne dokumentacije. Bez obzira na navedeno, pojedinačni planovi mogu predstavljati nezavisnu projektnu dokumentaciju, ukoliko to zahtijeva vrsta obima radova.

Sastavni dio projektne dokumentacije za zaštitu od buke (glavni projekat i projekat za dobijanje građevinske dozvole) treba da predstavlja i procjena zagađenja bukom uz predložene mjere za zaštitu od buke.

Sadržaj procjene zagađenja bukom i predloženih mjera za zaštitu od buke treba da bude u skladu sa smjernicama RLS-90, kako je propisano primjenljivim zakonima. Pored grafičkih priloga (izofone mape za dnevni i noćni period, sa i bez mjera, situacija sa pozicioniranim i dimenzionisanim mjerama), takođe treba priložiti i poprečne profile na kojima je izvođena provjera zagađenja bukom, kao i poprečne profile za objekte za koje je predviđena (dodatna) zaštita. Poprečni profili treba jasno da prikažu zagađenje bukom na visinama pojedinih spratova.

Prilikom donošenja odluke o vrsti aktivne zaštite od buke, pored uslova graditelja, koji se odnose na uređenje prostora, u obzir takođe treba uzeti prostorne mogućnosti (raspolaganje zemljištem, dodatna kupovina zemljišta), kao i racionalnost mjera. Kada je riječ o planiranju nasipa za zaštitu od buke, koji predstavljaju osnovnu alternativu sa stanovišta smanjenja zagađenja bukom, u obzir treba uzeti prekomjerne količine ili nedostatak materijala na trasi koji može da se iskoristi za izgradnju, povećanje krajnje granice mjera, povećanu upotrebu zemljišta i projekat padina (ukoliko je moguće sa nagibima koji ne zahtijevaju dodatnu stabilizaciju nasipa), kao i investicione i troškove održavanja, kao i uputstva koja se odnose na bezbjednost saobraćaja.

Projektanti su obavezni da pripreme planove u skladu sa pravilima struke i propisima. U slučaju da su navedene osnove kontradiktorne, naručilac o tome mora biti blagovremeno obaviješten. Naručilac treba da uzme u obzir da su izabrani projektanti kvalifikovani stručnjaci koji posjeduju reference, te da su njihova rješenja, koja su obuhvaćena pripremljenom projektnom dokumentacijom, u skladu sa pravilima struke, te da imaju racionalno i ekonomsko opravdanje. Navedena rješenja treba, primjenom savremenih tehnoloških postupaka, da osiguraju bezbjednost i trajnost objekata u toku njihove eksploatacije, kao i za vrijeme izgradnje.

Posebnu pažnju treba obratiti na projekat, sa svim detaljima, i u fazi pripreme glavnom projekta kao i u fazi pripreme projekta za izdavanje građevinske dozvole. U skladu sa projektnim zadacima, institucije koje pripremaju projektnu dokumentaciju za objekte za zaštitu od buke, treba u svojim ponudama da navednu projektne timove koji pored stručnjaka iz oblasti projektovanja puteva takođe treba da obuhvataju arhitekta i pejzažne arhitekta. Uloga arhitekta i pejzažnih arhitekta prije svega predstavlja projektovanje okoline puta, planiranje odgovarajućeg vanjskog uređenja i određivanje projektnih detalja za objekte za zaštitu od buke.

Cjelokupna projektna dokumentacija mora biti pripremljena u elektronskom obliku, s tim da tekstualni dio mora biti u obliku koji omogućava dalju obradu, prema odluci naručioca.

1.4.1.2 Glavni projekat

Priprema glavnog projekta se izvodi u fazi pripreme dokumentacije o uređenju prostora ili ukoliko je neophodna ponuda za najprikladniju varijantu, na osnovu prethodno pripremljenog idejnog rješenja.

Glavni projekat za zaštitu od buke uslovljava pripremu u fazama, s tim da prva faza treba da obuhvati pripremu studije – procjena zagađenja bukom – koja predstavlja jednu od osnova za pripremu pojedinačnih planova.

Prilikom pripreme procjene zagađenja bukom i predloženih mjera za zaštitu od buke, koji će se primjenjivati kao osnova za pripremu glavnog projekta, u obzir je potrebno uzeti osnove koje je pripremila institucija zadužena za pripremu dokumentacije o uređenju prostora, uključujući obavezne nivoe zaštite od buke i predložene mjere određene u skladu sa navedenim nivoima. Prilikom određivanja granica mjera, u obzir je potrebno uzeti smjernice za projektante, koje se odnose na maksimalnu vrijednost aktivnih mjera, zahtjeve koji se odnose na transparentnost elemenata za zaštitu od buke kao i vrstu aktivne zaštite.

Procjena zagađenja bukom kao i predložene mjere za zaštitu od buke za planski period od 20 godina, koji su obuhvaćeni glavnim projektom, treba da se zasnivaju na sljedećem:

- Nivou zaštite od buke u skladu sa dokumentacijom o uređenju prostora; i
- Podacima o saobraćaju za planski period od 20 godina.

U obzir je takođe potrebno uzeti sljedeće:

- Svojstva zastora na kolovozu, stim da je posebnu pažnju potrebno obratiti na izuzetke (npr. cement betonski sloj zastora u području stanica za naplatu putarine);
- Detaljan plan pripremne faze takođe obuhvata planiranje mjera za zaštitu od buke za područja za koja je odgovarajućim propisima o uređenju prostora (ili dopunama i izmjenama istih, koje su usvojene za vrijeme pripreme detaljnog plana) predviđena upotreba zemljišta uz obaveznu zaštitu od buke.

Na osnovu procjene zagađenja bukom, koja će da se koristi kao osnova za pripremu glavnog projekta, podaci koji će se primjenjivati u daljem planiranju treba da obuhvataju prije svega:

- Visinu konstrukcije za zaštitu od buke (iznad nivoa kolovoza ili terena);
- Udaljenost konstrukcije za zaštitu od buke od osovine susjedne kolovozne trake;
- Položaj konstrukcije;
- Potreban stepen apsorpcije konstrukcije;
- Potrebna izolacija konstrukcije (najmanje 25 dB (A));
- Uslovi za planiranje konstrukcija sa transparentnim elementima za zaštitu od buke, ukoliko se postavljaju u području u kojem je predviđena konstrukcija za apsorpciju zvuka koja prelazi 4 dB(A).

Prilikom pripreme plana za zaštitu od buke, koji predstavlja sastavni dio glavnog projekta, kao osnovu treba uzeti procjenu zagađenja bukom i predložene mjere zaštite za planski period od 20 godina.

U fazi pripreme glavnog projekta treba pripremiti karakteristične arhitektonsko-građevinske nacрте, situacije i karakteristične poprečne profile sa naglaskom na projektovanje zaštite na nasipima, usjecima, izlazima u slučaju opasnosti (vratima) i mostovskim konstrukcijama, koji moraju biti zajedno pripremljeni i odobreni od strane nadležnog projektanta, pejzažnog arhitekta i arhitekta.

U fazi pripreme glavnog projekta potrebno je definisati zaštitu od buke određivanjem položaja za realizaciju i određivanjem oblika predviđenih konstrukcija za zaštitu od buke, s tim da je u obzir potrebno uzeti zahtjeve koji se odnose na ozelenjavanje okoline puta i obezbjeđenje transparentnosti elemenata za zaštitu od buke. Gore navedeno mora obavezno biti uzeto u obzir i obuhvaćeno prijedlogom za zaštitu od buke u sklopu preliminarne izvještaja o uticaju buke.

U osnovi, konstrukcije za zaštitu od buke moraju biti planirane tako da je opasnost od oštećenja svedena na minimum.

1.4.1.3 Projekat za dobijanje građevinske dozvole

Procjena zagađenja bukom i predložene mjere za zaštitu od buke za planski period od 5 godina (ili u skladu sa odredbama odluke o detaljnom planu), koji su obuhvaćeni projektom za dobijanje građevinske dozvole, treba da se zasnivaju na sljedećem:

- Zahtijevanom nivou zaštite od buke, u skladu sa detaljnim planom; i
- Podacima o saobraćaju za planski period od 5 godina.

U ovoj fazi planiranja treba izvršiti provjeru zagađenja bukom takođe za planski period od 20 godina, ukoliko se polazni podaci o saobraćaju razlikuju od podataka koji su uzeti u obzir u fazi pripreme glavnog projekta.

Odlukom o detaljnom planu moguće je takođe odrediti da će investitor u toku izgradnje predvidjeti realizaciju mjera za zaštitu od buke za planski period od 5 godina (poslije otvaranja dionice za saobraćaj). Ovakav način postepene izgradnje određen je zakonskim odredbama, u skladu sa kojima organ koji je zadužen za upravljanje izvorima buke treba svakih pet godina uspostaviti nivo zagađenja bukom, a zatim u skladu sa dobijenim rezultatima dopuniti potrebne mjere za zaštitu od buke. Stoga, posebnu pažnju treba obratiti na područja za koja su, zbog određene namjene zemljišta, npr. izgradnja duž puta u budućnosti, detaljnim planom predviđene mjere za zaštitu od buke, ali gdje u toku izgradnje ne postoje nikakvi objekti. Izgradnju konstrukcija za zaštitu od buke za navedena područja treba planirati na osnovu posmatranja koja se izvode svakih 5 godina.

U sklopu faze pripreme projekta za dobijanje građevinske dozvole potrebno je, na osnovu procjene zagađenja bukom, utvrditi podatke za planiranje:

- Visinu konstrukcije za zaštitu od buke (iznad nivoa kolovoza ili terena);
- Udaljenost konstrukcije za zaštitu od buke od osovine susjedne kolovozne trake;
- Položaj konstrukcije;
- Potreban stepen apsorpcije konstrukcije;
- Uslovi za planiranje konstrukcija sa transparentnim elementima za zaštitu od buke, ukoliko se postavljaju u području u kojem je predviđena konstrukcija za apsorpciju zvuka koji prelazi 4 dB(A).

Plan zaštite od buke, koji predstavlja sastavni dio projekta za dobijanje građevinske dozvole, mora kao osnovu uzeti procjenu zagađenja bukom i predložene mjere za zaštitu od buke za planski period od 5 godina.

U fazi pripreme projekta za dobijanje građevinske dozvole potrebno je u obzir uzeti osnove propisane važećim zakonodavstvom i tehničkim propisima. Kada je riječ o objektima za koje je predviđena pasivna zaštita i koji se postavljaju izvan granica izofona,

plan za pasivnu zaštitu treba pripremiti i za dati planski period. U slučaju da se vrši kombinovanje aktivne i pasivne zaštite, potrebno je pripremiti posebne planove.

Projekat okoline puta mora biti usklađen što se tiče arhitekture i vanjskog uređenja, s tim da je u obzir potrebno uzeti osnove navedene u odluci o detaljnom planu.

Kada je riječ o planiranju konstrukcija za zaštitu od buke, planirana realizacija mora biti ona koja iziskuje minimalne troškove za dodatnu izgradnju. Konstrukcija za zaštitu od buke mora biti predviđena za planski period od 5 godina, i iscrtana u opsegu u kojem je moguća dodatna izgradnja predviđene konstrukcije, do visine koja je navedena za pojedine mjere u odluci o detaljnom planu i na osnovu predviđanja saobraćaja za planski period od 20 godina.

Kada je riječ o zaštiti od buke, potrebno je predvidjeti da svako naknadno produžavanje konstrukcija za zaštitu od buke ne nameće problem u vezi sa zahtjevima za dodatnu izgradnju trupa puta, izmještanje komunalne infrastrukture, itd.

Projekat za izdavanje građevinske dozvole treba da sadrži rješenja koja omogućavaju racionalno održavanje konstrukcija za zaštitu od buke i trupa puta izvan kolovoza primjenom uobičajene opreme za redovno održavanje, kao i smjernica za održavanje konstrukcija za zaštitu od buke. Posebnu pažnju treba posvetiti obezbjeđivanju pristupa za održavanje konstrukcija za zaštitu od buke.

Projekat za dobijanje građevinske dozvole treba takođe da sadrži ostale elemente propisane Pravilnikom o detaljnom sadržaju projektne dokumentacije (plan konstrukcije, statički proračuni).

1.4.1.4 Projekat za raspis

Prilikom pripreme projekta za raspis potrebno je, nakon izvođenja potrebnih izmjena, u obzir uzeti pravne odredbe koje se odnose na uslove raspisa.

Tehnički uslovi koji se odnose na kvalitet naveden u projektnoj dokumentaciji treba posebno da ukazuju na zahtjev da neobavezujući standardi, koje ponuđači moraju uzeti u obzir po zahtjevu naručioca, moraju biti naznačeni.

U projektu za raspis potrebno je navesti posebnu opremu, ukoliko je ista potrebna za održavanje predviđene konstrukcije za zaštitu od buke i trupa puta izvan kolovoza.

1.4.1.5 Projekat za izvođenje

Projekat za izvođenje treba da sačinjava projekat za dobijanje građevinske dozvole dopunjen dodatnim podacima i elementima, s obzirom na vrstu, obim i složenost građevinskih radova. Pojedini dijelovi projekta za dobijanje građevinske dozvole mogu u potpunosti biti ponovljeni u projektu za izvođenje ili je moguće izvršiti samo njihovo dopunjavanje ili sažimanje, s tim da je potrebno navesti koji su elementi već navedeni u projektu za dobijanje građevinske dozvole kao i na kojim planovima istog.

U projektu za izvođenje potrebno je detaljno navesti dozvoljene izmjene koje se odnose na mjerenja pojedinih elemenata i konstrukcija za zaštitu od buke.

1.4.1.6 Projekat izvedenog stanja

Prilikom pripreme projekta izvedenog stanja u obzir je potrebno uzeti odredbe za rukovanje i održavanje. Sadržaj plana održavanja treba detaljno biti naveden u smjernicama za sadržaj investiciono-tehničke dokumentacije i uputstvima koja se odnose na formu i sadržaj dokumenatcije, uključujući uputstva za održavanje konstrukcija za zaštitu od buke.

Predviđenim rješenjem treba omogućiti racionalno održavanje konstrukcija za zaštitu od buke, koje je moguće izvoditi ukoliko je standardna oprema na raspolaganju nadzora za redovno održavanje. Rješenja treba da budu takva da – ukoliko je upotreba u skladu sa propisanom – redovna sredstva koja se upotrebljavaju za održavanje ne prouzrokuju nikakva oštećenja konstrukcija za zaštitu od buke. Ukoliko je za održavanje konstrukcija za zaštitu od buke potrebna posebna oprema, primjena iste mora biti tehnički obrazložena

i opravdana. Takođe, potrebno je obezbijediti sve uslove za održavanje, tako se da u toku funkcionisanja, redovnog održavanja i rada zimske službe ne javljaju nikakva oštećenja ili zastoji saobraćaja.

Ukoliko je saglasnost za zaštitu životne sredine izdata u skladu sa zakonom i ukoliko su neophodna početna mjerenja buke, te ukoliko je na osnovu istih neophodno izvođenje radova koje prouzrokuje dopunjavanje i izmjene projekta izvedenog stanja, prvobitni projekat je potrebno u skladu s tim dopuniti i/ili izmijeniti.

1.4.1.7 Revizija i izdavanje saglasnosti na projektnu dokumentaciju

Procjenu zagađenja bukom sa predloženim mjerama za zaštitu od buke potrebno je dostaviti na reviziju i izdavanje saglasnosti nadležnom organu prije pripreme glavnog projekta (u toku pripreme detaljnog plana), s tim da se isto primjenjuje i za glavni projekat. Slični zahtjevi se primjenjuju na projekat za izdavanje građevinske dozvole i izvođački projekat, procjenu zagađenja bukom sa predloženim mjerama za zaštitu od buke i rješenjima za projektovanje konstrukcija za zaštitu od buke (koji su dio projekta za izdavanje građevinske dozvole-projekta za izvođenje), kao i na projekat u cjelini. Takođe, unaprijed je potrebno predati prelaznu fazu projekta za projektovanje konstrukcija za zaštitu od buke i čitave okoline puta.

Organ ovlašten za reviziju i izdavanje saglasnosti na projektno-tehničku dokumentaciju izvodi reviziju svih dijelova projektne dokumentacije, s tim da posebnu pažnju poklanja racionalnosti predloženih rješenja, statičkim proračunima, održavanju, novim vrstama elemenata za zaštitu od buke (paneli), početnim mjerenjima i planiranju sredstava, kao i primjenjenim zakonima, normama i standardima.

Kada je riječ o reviziji i izdavanju saglasnosti na projektnu dokumentaciju, sadržaj iste je potrebno detaljno ispitati i ukoliko je potrebno na odgovarajući način dopuniti.

1.4.2 Vrste mjera za zaštitu od buke

Mjere za zaštitu od buke koja nastaje kao rezultat odvijanja saobraćaja na putu klasifikovane su na:

- Aktivne; i
- Pasivne.

Svrha zaštite od prekomjerne buke obrazložena je u smjernicama koje su pripremljene od strane institucije koja je angažovana na pripremi dokumentacije o uređenju prostora ili od strane stručnjaka koji je angažovan kao član projektnog tima i koji zahtijeva hitnu koordinaciju i saradnju sa institucijom koja priprema procjenu zagađenja bukom.

Aktivnu zaštitu od buke može da predstavlja ispravno izgrađen nasip od zemlje ili kamena koji je u najvećoj mogućoj mjeri prilagođen okolini, koji je, ukoliko je potrebno, moguće stabilizovati. Zaštitu od buke u manjem obimu predstavljaju takođe mjere postavljanja zaklona, u skladu sa stavkom 1.3.4.4.2 Mjere za postavljanje zaklona

Konstrukcije za aktivnu zaštitu od buke klasifikujemo s obzirom na njihove karakteristike u vezi sa smanjenjem buke, na apsorbujuće i deflekcione konstrukcije. Detaljno su obrađene pod stavkom 1.4.4.2. Tehnički uslovi koji se odnose na elemente konstrukcije za zaštitu od buke

Metod aktivne zaštite od buke zavisi od ograničavanja imisije buke na određeno mjesto, same emisije i tehnoloških ograničenja.

Ukoliko stambene i druge zgrade ne mogu na odgovarajući način biti zaštićene od buke, neophodne su pasivne mjere zaštite, u cilju obezbjeđenja zaštite koja ograničava prolazak buke iz okoline u stambene i druge prostorije. Potrebna izolacija buke koju treba izvesti pomoću vanjskih zidova prostorija treba za posebne slučajeve biti određena odgovarajućim zakonskim odredbama.

1.4.3 Opterećenje i bezbjednost konstrukcija za zaštitu od buke

1.4.3.1 Opšte

Konstrukcija za zaštitu od buke su podložne brojnim opterećenjima. Deformacije konstrukcija za zaštitu od buke, koje nastaju kao rezultat prevelikog opterećenja, ne smiju da umanje njihovu osnovnu funkciju čitav period njihove eksploatacije. Takođe, konstrukcije za zaštitu od buke ne smiju u toku čitavog perioda eksploatacije ugroziti bezbjednost učesnika u saobraćaju ili okoline.

1.4.3.2 Opterećenje konstrukcija za zaštitu od buke

Osnovna opterećenja koja zahtijevaju posebna mehanička svojstva konstrukcija ili elemenata za zaštitu od buke, u skladu sa EN 1794-1, su sljedeća:

- Aerodinamičko opterećenje;
- Sopstvena masa elementa za zaštitu od buke;
- Udari kamenja;
- Opterećenje koje nastaje kao rezultat udara vozila; i
- Dinamička opterećenja koja nastaju kao rezultat čišćenja snijega.

1.4.3.2.1 Aerodinamičko opterećenje

Adekvatnost mehaničkih svojstava kojima se obezbjeđuje pouzdanost konstrukcija ili elemenata za zaštitu od buke kao i sredstava za njihovo pričvršćivanje treba da bude određena s obzirom na aerodinamička opterećenja, proračunavanjem

- Opterećenja snagom vjetra W ;
- Dinamičkim vazdušnim pritiskom koji nastaje kao rezultat mimoilaženja vozila $q_{(v)}$; i
- Maksimalnog dozvoljenog elastičnog savijanja $d_{\max}$.

Predviđena snaga vjetra q_{ref} (pritisak ili usisavanje) se izračunava primjenom odredbi SIST EN 1991 uzimajući u obzir državnu mapu osnovnih brzina vjetra ili druge raspoložive podatke, kao i primjenom sljedeće jednačine:

$$q_{\text{ref}} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_{\text{ref}}^2 \quad [\text{Pa}]$$

Rezultanta opterećenja snagom vjetra W se izračunava (u skladu sa odredbama SIST EN 1794-1) primjenom sljedeće jednačine:

$$W = \frac{1}{2} \rho \cdot V_{\text{ref}}^2 \cdot C_e(z) \cdot C_p \quad [\text{Pa}]$$

gdje je:

- ρ – Gustina vazduha (kg/m³)
- V_{ref} – Brzina vjetra na visini (m) iznad tla (m/s)
- $C_e(z)$ – Koeficijent izloženosti
- C_p – Koeficijent pritiska

Dinamički vazdušni pritisak $q(v)$ koji nastaje kao rezultat mimoilaženja vozila predstavljen je u Tabeli 6.5.

Tabela 6.5: Dinamički vazdušni pritisak koji nastaje kao rezultat mimoilaženja vozila

Udaljenost vozila od konstrukcije m	Brzina vozila km/h	Dinamički vazdušni pritisak $q_{(v)}$ Pa
1 – Na otvorenom	≤ 100	650
3 – Na otvorenom	> 120	800
1 – U tunelima	≤ 120	1500

Projektovano opterećenje snagom vjetra i dinamički vazdušni pritisak $q(v)$ ne treba istovremeno uzimati u obzir.

1.4.3.2.2 Sopstvena masa elementa za zaštitu od buke

Sopstvena masa elementa za zaštitu od buke se određuje kada je elemenat suv i kada je vlažan, i to

- Masa suvog elementa za određivanje apsorpcije zvuka;
- Masa vlažnog elementa za planiranje dimenzija elementa u njegove nosive konstrukcije; i
- Smanjenja masa vlažnog elementa za planiranje dimenzija elemenata konstrukcije, ukoliko su elementi zaptiveni ili ukoliko se u njima ne može zadržavati voda.

Elementi konstrukcije koji preuzimaju težinu elemenata za zaštitu od buke moraju biti dimenzionisani tako da mogu izdržati težinu vlažnog elementa ili smanjenu težinu vlažnog elementa uvećanu za faktor dozvoljenog opterećenja $S \geq 1.5$.

1.4.3.2.3 Udari kamenja

Konstrukcije za zaštitu od buke koje se nalaze pored kolovoza su izložene udarima kamenja koje izlijeće ispod točkova vozila. Stoga, sami elementi kao sredstva za njihovo pričvršćavanje moraju biti otporni na oštećenja.

1.4.3.2.4 Opterećenje koje nastaje kao rezultat udara vozila

Konstrukcije za zaštitu od buke uglavnom nisu dimenzionisane tako da mogu izdržati opterećenja koja nastaju kao rezultat udara vozila, te su od navedenih udara zaštićene odbojnom ogradom. Ukoliko to nije slučaj, konstrukcije za zaštitu od buke moraju imati zaštitu od udara vozila.

Konstrukcije za zaštitu od buke, prema pravilu, ne treba da predstavljaju opasnost po vozače i putnike koji se u trenutku udara nalaze u vozilu.

Prilikom planiranja konstrukcija za zaštitu od buke kombinovanih sa odbojnom ogradom, u obzir je potrebno uzeti odredbe EN 1317-2 Bezbednosna saobraćajna oprema.

1.4.3.2.5 Dinamičko opterećenje koje nastaje kao rezultat čišćenja snijega

Dinamičko opterećenje konstrukcija za zaštitu od buke koje nastaje kao rezultat čišćenja snijega prouzrokuje težina snijega, u zavisnosti od vrste snijega, vrste mašine za čišćenje, brzine vozila (ili karakteristika vozila za čišćenje snijega) i udaljenosti konstrukcije za zaštitu od buke od ruba čišćene površine kolovoza. Stoga je graničnu brzinu vozila za čišćenje snijega potrebno odrediti u skladu sa vrstom snijega. Navedenu brzinu određuje nadležni organ uzimajući u obzir lokalne klimatske uslove. Uglavnom, brzina vozila za čišćenje snijega je ograničena na 50 km/h.

Ukoliko je konstrukcija za zaštitu od buke udaljena od površine kolovoza koju je potrebno očistiti više od 7 m, za procjenu je uglavnom relevantno opterećenje snagom vjetra.

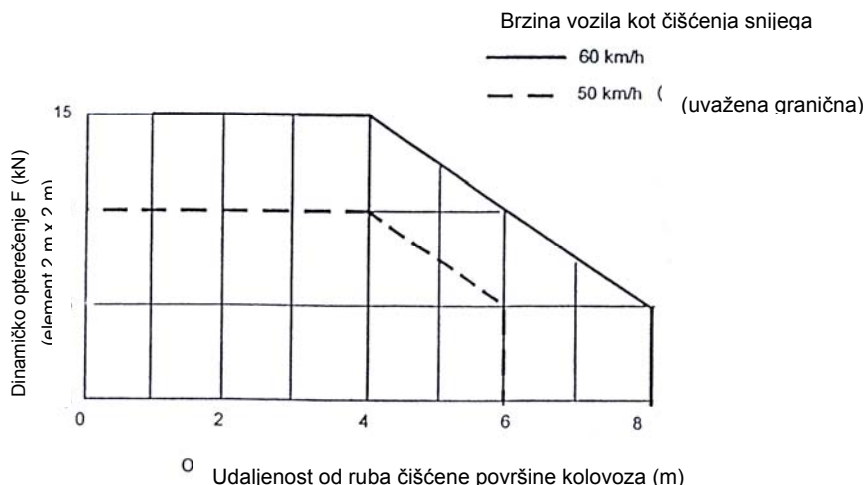
Informativne mase različitih vrsta snijega su navedene u Tabeli 6.6.

Tabela 6.6: Informativne mase različitih vrsta snijega

Vrsta snijega	Informativna masa kg/m^3
– Sitan snijeg	50
– Novi snijeg	80 do 200
– Snježni nanos	250
– Stari, vlažni snijeg	300 do 400
– Stvrdnuti, zaleđeni snijeg	600
– Bljuzgavica, led	800 do 900

Uzajamni odnos graničnog dinamičkog opterećenja koje nastaje kao rezultat čišćenja snijega pri utvrđenoj brzini kretanja vozila i utvrđenoj udaljenosti konstrukcije za zaštitu

od buke od ruba čišćene površine kolovoza, koji je predviđen za ispitivanje vertikalnim opterećenjem pod pravim uglom na površinu elementa za zaštitu od buke, predstavljen je na Crtežu 6.1.



Crtež 6.1: Dinamičko opterećenje koje nastaje kao rezultat čišćenja snijega

1.4.3.3 Bezbjednost konstrukcija za zaštitu od buke

Konstrukcije za zaštitu od buke ne smiju u toku perioda eksploatacije da predstavljaju bilo kakvu opasnost bilo za učesnike u saobraćaju ili za ljude koji žive pored puta. Takođe, navedene konstrukcije ne smiju predstavljati bilo kakvu opasnost po okolinu.

Osnovni uslovi koji se odnose na korisnost konstrukcija za zaštitu od buke, u skladu sa EN 1794-2, su sljedeći:

- Otpornost na požare u prirodi;
- Zaštita od otpadanja oštećenih elemenata;
- Zaštita okoline;
- Izlazi u slučaju opasnosti;
- Defleksiju svjetlosti; i
- Transparentnost (samo za informacione svrhe).

1.4.3.3.1 Otpornost na požare u prirodi

Konstrukcije za zaštitu od buke moraju u najvećoj mogućoj mjeri biti otporne na požare u prirodi kao i na požare koje prouzrokuju zapaljive supstance, uključujući proliveno gorivo za motorna vozila.

Ukoliko se konstrukcija za zaštitu od požara nalazi pored zgrada, treba da zaštiti zgrade od širenja požara sa kolovoza.

Ukoliko su u konstrukciju za zaštitu od požara ugrađeni zapaljivi materijali, ista takođe treba da sadrži i materijale koji su otporni na požar i koji sprečavaju dalje širenje vatre.

S obzirom na otpornost na požar, konstrukcije za zaštitu od buke – u skladu sa EN 1794-2, Dodatak A – klasifikujemo u tri klase:

Klasa 1: upotreba nije dozvoljena

- Za elemente za zaštitu od buke koji se nalaze u blizini zgrada (udaljenost manja od 10 m);
- Za elemente za zaštitu od buke koji se protežu iznad kolovoza;
- U okolini u kojoj je povećana opasnost od izbijanja požara u prirodi;
- U tunelima

Klasa 2: upotreba nije dozvoljena

- U tunelima;
- Za elemente za zaštitu od buke sa posebnim zahtjevima u vezi sa otpornošću na požar (npr. objekti od izuzetnog značaja i visoki zahtjevi koji se odnose na bezbjednost saobraćaja).

Klasa 3:

- Nema ograničenja.

Za elemente za zaštitu od buke koji se nalaze u tunelima i sličnim objektima potrebno je pripremiti studiju o bezbjednosti u slučaju izbijanja požara kao i detaljnu analizu karakteristika otpornosti na požar, u skladu sa EN 13501-1 i EN 13501-2.

1.4.3.3.2 Zaštita od otpadanja oštećenih elemenata

Elementi za zaštitu od buke treba da budu pričvršćeni za elemente noseće konstrukcije tako da nijedan oštećeni dio prilikom svog pada (npr. udarac vozila ili slično) ne predstavlja opasnost za učesnike u saobraćaju (npr. ispod nadvožnjaka).

Konstrukcije za zaštitu od buke treba da omogući unutrašnju i vanjsku povezanost svih dijelova tako da je prilikom deformacije ili oštećenja onemogućeno ispadanje ili odvajanje oštećenih dijelova.

Izloženi elementi konstrukcija za zaštitu od buke moraju biti dimenzionisani tako da mogu izdržati četvorostruku masu vlažnih opasnih elemenata. Svaki spoj mora da izdrži težinu čitave povezane konstrukcije elementa za zaštitu od buke, u najgoroj mogućoj situaciji.

1.4.3.3.3 Zaštita okoline

Fizička i hemijska svojstva materijala, koja bi mogla imati negativan uticaj na okolinu, kao i mogućnost njihove ponovne upotrebe (reciklaža) treba da budu utvrđena prilikom planiranja konstrukcije za zaštitu od buke.

1.4.3.3.4 Izlazi u slučaju opasnosti

Konstrukcije za zaštitu od buke ometaju pristup ograničenom području (na putu i njegovoj okolini), te je stoga za posebne slučajeve (npr. održavanje, spašavanje, izlaz sa puta) potrebno obezbijediti izlaze (prolaze) u slučaju opasnosti.

Broj i lokacija prolaza se utvrđuju s obzirom na dužinu konstrukcija za zaštitu od buke, s tim da je navedene prolaze potrebno na odgovarajući način označiti.

Minimalne dimenzije izlaza u slučaju opasnosti su sljedeće:

- Širina: 0.9 m
- Visina: 2.1 m ili ukupna visina konstrukcije ukoliko je niža.

Visina stepenika ne smije prelaziti 30 cm.

1.4.3.3.5 Defleksija svjetlosti

Defleksija sunčeve svjetlosti ili svjetlosti (toka svjetlosti) farova može kod velikih ulaznih uglova da predstavlja opasnost po učesnike u saobraćaju, zbog opasnosti od zaslepljivanja.

U cilju projektovanja konstrukcije za zaštitu od buke, projektant je obavezan unaprijed da poznaje količinu usmjerene svjetlosti, koja se određuje u skladu sa ISO 2813.

1.4.3.3.6 Transparentnost

Prilikom planiranja konstrukcija za zaštitu od buke u obzir je potrebno uzeti sljedeće:

- Statičku transparentnost, koja je s obzirom na estetiku značajna za ljude koji žive u blizini konstrukcije (smanjen osjećaj zarobljenosti); i
- Dinamičku transparentnost koja je značajna za bezbjednost učesnika u saobraćaju (poboljšana orijentacija).

Transparentnim se smatraju elementi za zaštitu od buke čija propusnost svjetlosti "g" prelazi 50%.

Projektant može da navede potrebnu transparentnost, a u planovima za izgradnju konstrukcija za zaštitu od buke moguće je navesti koji su materijali prikladni za izradu kao i građevinska rješenja.

1.4.3.4 Stabilnost nasipa od zemljanih materijala

Stabilnost nasipa od zemljanih materijala se određuje na osnovu kohezije i unutrašnjeg trenja zemljišta i uslovljena je nosivošću osnove.

Uticaj negativnih svojstava zemljanog materijala na stabilnost nasipa moguće je otkloniti odgovarajućom stabilizacijom (ojačavanjem), tako da

- Opterećenje uglavnom preuzima materijal ugrađen za stabilizaciju (npr. mreža i odgovarajuće ozelenjavanje); ili
- Materijal ugrađen za stabilizaciju omogućava poboljšanje svojstava zemljanog materijala (npr. geotekstil sa drenažom).

1.4.4 Izvođenje zaštite od buke

1.4.4.1 Temelji konstrukcija za zaštitu od buke

U cilju smanjenja uticaja buke na okolinu neophodno je postavljanje konstrukcija za zaštitu od buke na različita mjesta duž puta:

- Na terenu/zemljištu duž puta;
- Na padinama nasipa i/ili usjecima;
- Na nasipima koji su izvedeni kao nosive konstrukcije (npr. od stabilizovanog zemljanog materijala) i/ili kao dio zaštite od buke (nasipi od zemljanog materijala);
- Na već predviđenim elementima konstrukcije za zaštitu učesnika u saobraćaju (npr. cement-betonske odbojne ograde/New Jersey).

1.4.4.1.1 Načini polaganja temelja

Temelji konstrukcija za zaštitu od buke se izvode

- Plitki temelj samac ili trakasti temelj (Crtež 6.2) ili sa osloncem na prirodnoj, poboljšanoj ili utvrđenoj osnovi; ili
- Duboki na utisnutim, upuštenim, bušenim ili injektiranim, oslonjenim i/ili lebdećim šipovima (Crtež 6.3), a u posebnim slučajevima na bunarima.
- Plitki temelji konstrukcija za zaštitu od buke su prikladni:
- Ukoliko je stvarno opterećenje osnove manje od dozvoljenog:

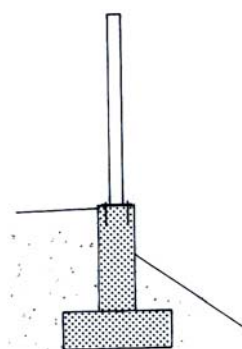
$$q_{dej} < q_{dop}$$

- Ukoliko su slijeganja i diferencijalna slijeganja manja od dozvoljenih:

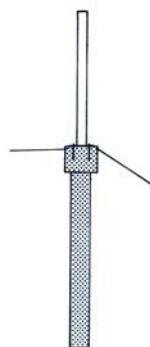
$$u_{idej} < u_{idop}$$

$$\Delta u_{idej} < \Delta u_{idop}$$

Duboki temelji konstrukcija za zaštitu od buke su neophodni u svim ostalim slučajevima.



Crtež 6.2: Poprečni profil konstrukcije za zaštitu od buke na trakastim temeljima



Crtež 6.3: Poprečni profil konstrukcije za zaštitu od buke čiju osnovu predstavljaju mikro šipovi

1.4.4.1.2 Osnove za izračunavanje temelja

Za svaki način izvođenja temelja konstrukcije za zaštitu od buke potrebno je izračunati sljedeće:

- Minimalnu potrebnu dubinu temelja uzimajući u obzir lokalne uslove koji se odnose na dubinu smrzavanja osnove (+ 10 do 20 cm);
- Apsolutna i diferencijalna slijeganja;
- Vrijeme slijeganja (nabijanja);
- Dozvoljeno ili granično opterećenje osnove (nosivost); i
- Kontaktni napon.

Takođe je potrebno provjeriti otpornost temelja na klizanje.

Svi navedeni proračuni treba da se zasnivaju na utvrđenim geomehaničkim karakteristikama.

Posebna mehanička svojstva zemljišta, koja je u cilju izračunavanja temelja konstrukcija za zaštitu od buke potrebno utvrditi, i to na osnovu preliminarnih terenskih i laboratorijskih ispitivanja, su:

- Parametri deformacije zemljišta:
 - Modul stišljivosti E_{oed}
 - Modul pritiska K_i
 - Modul klizanja G ili
 - Modul elastičnosti E
 - Poisson-ov broj μ
 - Propusnost zemljišta k
- Parametri čvrstoće zemljišta:
 - Kohezija c
 - Modul klizanja φ i/ili
 - Nedrenirana kohezija c_u ili
 - Jednoosovinska čvrstoća na pritisak q_u .

Kada je riječ o dubokom temelju konstrukcije za zaštitu od buke, neophodna su preliminarna ispitivanja osnove na terenu pomoću presiometra, vane testa, CPT, SPT, DPT kao i geofizičkih mjerenja. Za vrijeme ugradnje šipova a i poslije toga potrebno je vršiti kontrolu sljedećeg

- Nosivosti šipova: test za ispitivanje dinamičkog/statičkog opterećenja i
- Mogućnost povezivanja šipova: PIT, CHT.

Obim preliminarnih terenskih i laboratorijskih ispitivanja sitnozrnog tla mora biti prilagođen zahtjevima koji su navedeni u odgovarajućim tehničkim propisima.

Navedena mehanička svojstva zemljišta kao i rezultati preliminarnih terenskih ispitivanja treba da budu obuhvaćeni geotehničkim izvještajem, koji predstavlja sastavni dio plana izgradnje konstrukcije za zaštitu od buke.

1.4.4.2 Tehnički uslovi koji se odnose na elemente konstrukcija za zaštitu od buke

1.4.4.2.1 Opšte

Osnove za izradu i postavljanja konstrukcija za zaštitu od buke treba da budu u skladu sa propisom ZTV-Lsw 88, EN 1793 i EN 1794 standardima i drugim pravnim odredbama.

S obzirom na vrstu i efikasnost, konstrukcije za zaštitu od buke možemo klasifikovati na osnovu nivoa smanjene usmjerene buke na kategorije koje su predstavljene u Tabeli 6.7. Nivo apsorpcije buke koji posjeduju elementi konstrukcija za zaštitu od buke mora biti

provjeren mjerenjima koja se izvode u eho komori u skladu sa standardom ISO 354, dok se njegova procjena izvodi u skladu sa standardom EN 1793-1.

Konstrukcije za zaštitu od buke treba da budu izvedene tako da se prilikom prolaska buke koja nastaje odvijanjem saobraćaja kroz konstrukciju za zaštitu od buke (uzimajući u obzir sve elemente konstrukcije) buka smanjuje za najmanje 25 dB(A). Izolaciju buke koju izvode konstrukcije za zaštitu od buke treba provjeravati putem laboratorijskih mjerenja u skladu sa standardom ISO 140-3, dok se procjena izvodi u skladu sa standardom EN 1793-2.

Prilikom planiranja zaštite od buke i naručivanja konstrukcija za zaštitu od buke, potrebno je detaljno navesti vrstu i efikasnost čitavog skupa.

Tabela 6.7: Klasifikacija konstrukcija za zaštitu od buke s obzirom na njihovu vrstu i efikasnost

Kategorija	Vrsta konstrukcije	Smanjenje buke kod usmjeravanja dB(A)
A1	Odbojna	do 4
A2	Asorpcijska	od 4 do 8
A3	Visoko apsorpcijska	od 8 do 11
A4	Super apsorpcijska	preko 11

Cjelokupna konstrukcija za zaštitu od buke mora, bez većih oštećenja ili deformacija, da izdrži dozvoljeno slijeganje temelja, koje je utvrđeno geotehničkom studijom.

Vrsta osnovnih materijala koji su upotrebljeni za izradu elemenata za zaštitu od buke, koji predstavljaju dio konstrukcije za zaštitu od buke, uslovljava njihovu klasifikaciju na:

- Cement betonske materijale;
- Drvene;
- Metalne;
- Staklo-cementne;
- Izrađene od lakih materijala;
- Transparentne (od vještačkih materijala); i
- Nasipe (od zemljanih ili drugih materijala); i
- Izrađene od ostalih materijala.

Na osnovu konstrukcije, elemente klasifikujemo na

- Jednoslojne, uglavnom se izvode od poliakrila ili polikarbonata;
- Dvoslojne, uglavnom se izvode od cement - betona i drvo - betona; i
- Višeslojne (sendvič), uglavnom se izvode od drveta, metala i staklo-cement.

1.4.4.2.2 Materijali

1.4.4.2.2.1 Cement beton

Cement beton se u konstrukcijama za zaštitu od buke upotrebljava za izradu temelja i veznih elemenata između nosećih stubova elemenata za zaštitu od buke, a u zavisnosti od projekta konstrukcije za zaštitu od buke takođe za noseće stubove kao i za bilo koje druge strukturne elemente konstrukcija za zaštitu od buke kao i za cement betonske proizvode, uključujući opeku za zidove – elemente za zaštitu od buke.

Vrste cementa čija klasa jačine iznosi 32.5 ili više kao i mješavine kamenih zrna, u skladu sa EN 13242 se uglavnom upotrebljavaju za proizvodnju cement betona koji se upotrebljava za izradu konstrukcija za zaštitu od buke.

1.4.4.2.2.2 Drvo

Samo na vazduhu osušeno četinarsko drvo (smrča, jela, bor) je pogodno za izradu konstrukcija za zaštitu od buke.

Drvo koje se upotrebljava za izradu konstrukcija za zaštitu od buke treba da ima dvostruku dubinsku zaštitu, a sve vidljive i izložene drvene površine moraju takođe na odgovarajući način biti zaštićene.

1.4.4.2.2.3 Metali

Konstrukcioni čelik, nerđajući čelik i aluminijum su upotrebljivi za izradu elemenata konstrukcije za zaštitu od buke.

Upotrebljeni materijali moraju biti otporni na koroziju, sve površine metalnih elemenata moraju biti zaštićene od korozije, a sve vidljive i izložene površine moraju biti premazane odgovarajućom bojom koju određuje projektant.

Sljedeći čelični profili izrađeni od konstrukcionog čelika, u skladu sa EN 10025 mogu se upotrijebiti za izradu nosećih stubova konstrukcije za zaštitu od buke:

- Toplo valjani profili, u skladu sa EURONORM standardima;
- Hladno valjani profili, u skladu sa DIN 59411;
- Hladno oblikovani profili;
- Vareni profili.

U posebnim slučajevima takođe je dozvoljena upotreba oblikovanih profila od Al legura i odlivaka od lijevanog željeza.

Svi strukturni elementi konstrukcija za zaštitu od buke moraju biti izrađeni u skladu sa zahtjevima statičkog proračuna i planovima elemenata za zaštitu od buke.

1.4.4.2.2.4 Staklo-cement

Cementi čija klasa jačine iznosi 32.5, staklena vlakna postojana u alkalnoj sredini i odgovarajuće punilo su najprikladniji za proizvodnju staklo-cementa.

Količina i dužina staklenih vlakana se određuje na osnovu preliminarnih ispitivanja, s tim da njihova količina ne smije biti manja od 2 m.-%. Količina punila se određuje na osnovu ispitivanja preliminarnog sastava. Odnos cementa i punila ne smije biti veći od 2 : 1.

1.4.4.2.2.5 Laki materijali

Za izradu konstrukcija za zaštitu od buke moguće je upotrebljavati elemente izrađene od mineralne ili staklene vune, cement betona koji je proizveden od cementa i zrna lakih materijala (ekspandirane gline "perlit", drobljene opeke) i od pjenastog betona, gas betona i drvo betona, koji se izrađuje od cementa, strugotina drveta i vodenog stakla.

Površine apsorbujućih elemenata za zaštitu od buke, koji su proizvedeni primjenom odgovarajućeg postupka mogu biti ravni, talasasti ili rebrasti (Crteži 6.4 i 6.5).



Crtež 6.4: Poprečni profil apsorbujućeg elementa za zaštitu od buke koji je izrađen od lakog materijala



Crtež 6.5: Poprečni profil elementa za zaštitu od buke visoke apsorpcije koji je izrađen od lakog materijala

1.4.4.2.2.6 Transparentni materijali

Vještački materijali koje je moguće upotrijebiti za izradu elemenata za zaštitu od buke, koji predstavljaju dio konstrukcije za zaštitu od buke, treba da budu lijevani ili oblikovani transparentni poliakril i polikarbonat.

1.4.4.2.2.7 Zemljani i drugi materijali za izradu nasipa

Sve vrste zemljanih i ostalih materijala (npr. leteći pepeo, otpadni materijal nastao rušenjem), koji obezbjeđuju trajnu i stabilnu realizaciju, mogu se upotrebljavati za izradu nasipa kao konstrukcija za zaštitu od buke.

Što se tiče bilo kakve potrebne stabilizacije nasipa, kao konstrukcije za zaštitu od buke, planom je potrebno predvidjeti odgovarajuće materijale (npr. geotekstil, mrežu).

1.4.4.2.2.8 Zaštitni materijali

Izvođenje konstrukcija za zaštitu od buke zahtijeva upotrebu materijala za propusnu i nepropusnu zaštitu površine apsorpcijske/zvučne izolacije, koja se ugrađuje u elemenat za zaštitu od buke. Materijali za izradu propusnog zaštitnog sloja mogu biti:

- Pletena ili nepletana impregnirana vlakna od staklenih vlakana;
- Pletene ili drugim postupkom izrađene mreže ili folije od UV otpornih plastičnih materijala; ili
- Ostali samonoseći materijali.

Nepropusni zaštitni sloj za zaštitu od atmosferskih uticaja, samo kod elastičnih elemenata za zaštitu od buke se izvodi upotrebom UV otpornih folija izrađenih od vještačkih materijala.

1.4.4.2.2.9 Ostali materijali

Konstrukcije za zaštitu od buke, u određenim slučajevima, zahtijevaju primjenu trajno elastičnih smjesa za zatvaranje spojnica, sredstava za pričvršćavanje, boje i ostalo. Upotrebljivost svih predviđenih materijala potrebno je unaprijed predvidjeti, te na odgovarajući način dokumentovati.

1.4.4.3 Kvalitet materijala

Kvalitet materijala koji se upotrebljavaju za izradu konstrukcija za zaštitu od buke mora biti u skladu sa zahtjevima navedenim u opštim propisima, te u skladu sa standardima i posebnim tehničkim uslovima.

1.4.4.3.1 Cement beton

Svi elementi koji su dio konstrukcije za zaštitu od buke moraju biti izrađeni od cement betona sa oznakom C 25/30 ili više, te moraju biti otporni na smrzavanje i soli.

Ostala zahtijevana svojstva cement betona moraju detaljno biti navedena u planu.

1.4.4.3.2 Drvo

Kvalitet rezanog drveta za izradu pojedinih elemenata konstrukcije za zaštitu od buke mora biti u skladu sa klasama kvaliteta koje su navedene u DIN EN 1611-1 standardu:

- Za drvene strukturne elemente, klasa G 4.3;
- Za zadnji zid elementa za zaštitu od buke – drveni paneli – klasa G 4.2;
- Za prednji zid elementa i zaštitne letve, klasa G 4.1.

1.4.4.3.3 Metali

Konstrukcioni čelik u skladu sa EN 10025 (Tabela 6.8) moguće je upotrijebiti za izradu nosećih stubova, ankerisanje i pričvršćavanje elemenata.

Tabela 6.8: Tražena svojstva konstrukcionih čelika

Oznaka	Čvrstoća na istezanje R_m (N/mm ²)	Granica plastičnosti R_{eH} (N/mm ²)
S235JRG2	340	235
S235J2G3	470	235
S355J2G3	490	355

Svi strukturni elementi (izuzev elemenata lijevanih u cement betonu) treba da budu vruće pocinkovani. Prosječna debljina pocinčanog sloja treba da iznosi 86 μm , dok minimalna debljina treba da iznosi 76 μm .

Za elemente koji služe za apsorpciju ili defleksiju, moguće je upotrijebiti toplo pocinčane i obojene čelične limove, čelične limove od nerđajućeg čelika ili obojene aluminijumske limove (Tabela 6.9).

Tabela 6.9: Tražena svojstva limova

Oznaka	Čvrstoća na istezanje R_m [N/mm ²]	Standard	Minimalna debljina*
S250 GZ275MA ili čelik sa boljim mehaničkim svojstvima i premazima koji se zasnivaju na cink-aluminijumu ili aluminijum-cinku	250	EN 10143	1.2 mm sprijeda 1.0 mm pozadi
X5CrNiMo 17-12-2 ili čelik sličnih mehaničkih svojstava, otporan na soli	420	EN 10088	1.0 mm sprijeda 1.0 mm pozadi
AL Mg2 Mn08 ili legure boljih mehaničkih svojstava, otporne na soli	170	EN 1396 EN 485	1.5 mm sprijeda 1.5 mm pozadi

* Nije primjenljivo za samonoseće sendvič elemente za zaštitu od buke, prema standardu SIST prEN 14509.

1.4.4.3.4 Staklo- cement

Kvalitet staklo-cementa koji se upotrebljava za izradu elemenata za zaštitu od buke mora biti u skladu sa zahtjevima navedenim u Tabeli 6.10.

Tabela 6.10: Karakteristična svojstva i granične vrijednosti staklo-cementa

Svojstvo	Jedinica mjere	Granične vrijednosti za staklo-cement	
		mlazni	lijevani
– Gustina	t/m ³	1.9 – 2.1	1.9 – 2.0
– Čvrstoća na pritisak	N/mm ²	≥ 75	≥ 50
– Modul elastičnosti	kN/mm ²	≥ 25	≥ 20
– Čvrstoća na lom pri savijanju	N/mm ²	21 – 31	10 – 14

1.4.4.3.5 Laki materijali

Samonosive ploče od mineralne vune, lakog cement betona, pjenastog betona, gas betona i drvo betona moraju biti otporne na uticaje vode, smrzavanje, soli, ulja i industrijske atmosfere i saobraćaja. Samonosive ploče od drvo betona moraju, pored navedenog, biti otporne na UV zrake, moraju biti trajne i nezapaljive.

Materijali za apsorpciju buke, koji se ugrađuju u elemente za zaštitu od buke, moraju imati otvorene i međusobno povezane pore (odgovarajući strukturni faktor) kao i odgovarajuću otpornost na protok vazduha. Materijali za apsorpciju buke treba efikasno da apsorbuju buku u relevantnom području frekvencija.

Gustina lakog cement betona treba da iznosi između 400 i 2000 kg/m³, a debljina samonosive ploče treba da iznosi najmanje 100 mm. Gustina ostalih apsorbirajućih lakih materijala treba da iznosi najmanje 100 kg/m³, dok debljina ploča izrađenih od drvo

betona treba da iznosi najmanje 50 mm, a od ostalih lakih materijala najmanje 100 mm.

1.4.4.3.6 Transparentni materijali

Transparentni materijali koji su upotrebljivi za izradu elemenata za zaštitu od buke, kao sastavnog dijela konstrukcije za zaštitu od buke, treba da budu lijevani ili oblikovani transparentni poliakril (polimetakrilat), polikarbonat i armirano staklo.

Kvalitet poliakrila, polikarbonata i armiranog stakla u pločama – elementima za zaštitu od buke – treba detaljno da bude naveden u planu konstrukcije za zaštitu od buke.

Debljina poliakril ploča treba da iznosi najmanje 15 mm, dok debljina polikarbonatnih ploča treba da iznosi najmanje 12 mm.

U slučaju posebnih zahtjeva, dozvoljena je upotreba staklenih transparentnih elemenata. Upotrebljava se armirano staklo tehničkih karakteristika koje određuje projektant.

1.4.4.3.7 Zemljani i drugi materijali za izradu nasipa

Kvalitet zemljanih i drugih materijala za ugradnju u nasipe koji služe za zaštitu od buke mora biti u skladu sa zahtjevima navedenim u posebnim tehničkim uslovima za zemljane radove i odgovarajućim odredbama tehničkih propisa za ostale materijale, npr. poliestar, polipropilen i geotekstil, vareni čelik i polimerne mreže, cement betonske proizvode – korita, vezne elemente, itd.

1.4.4.3.8 Zaštitni materijali

Trajnost zaštitnih materijala mora biti jednaka periodu trajanja konstrukcije za zaštitu od buke. Ukoliko je propusni zaštitni sloj moguće zamijeniti, period trajanja treba da iznosi najmanje 10 godina.

Za zaštitu apsorbujućeg materijala u elementima za zaštitu od buke moguće je upotrebljavati propusne materijale sa malom otpornošću na protok vazduha. Debljina sloja takvog materijala treba da iznosi najmanje 0.4 mm, dok njegova masa treba da iznosi najmanje 50 g/m².

Stakleni voal koji se upotrebljava za zaštitu apsorbujućih materijala u elementima za zaštitu od buke mora biti propusan i posjedovati malu otpornost na protok vazduha.

1.4.4.3.9 Ostali materijali

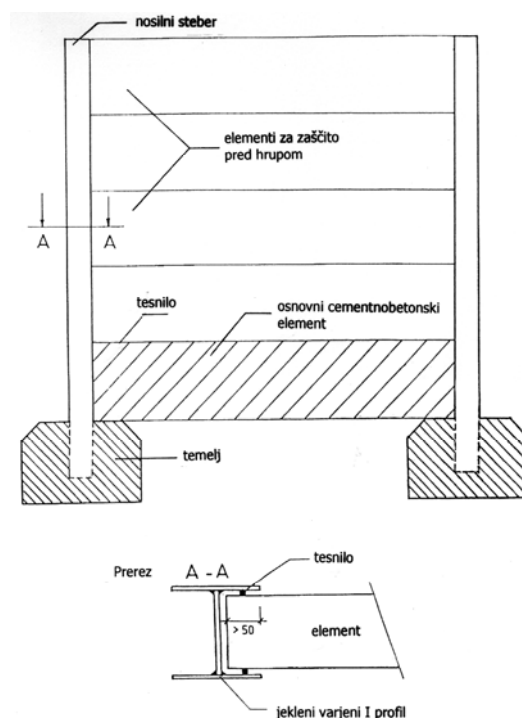
Kvalitet ostalih materijala koji su potrebni za izvođenje konstrukcije za zaštitu od buke, tj. smjese za zatvaranje spojnica, sredstva za pričvršćavanje, boje i ostalo, treba da obezbjede trajnost u skladu sa planom za slične elemente u sklopu konstrukcije za zaštitu od buke.

1.4.4.4 Načini izvođenja konstrukcije za zaštitu od buke

Osnovni elementi konstrukcije za zaštitu od buke predstavljeni su na Crtežu 6.6.

Svi elementi konstrukcije za zaštitu od buke u dvoslojnim ili višeslojnim elementima za zaštitu od buke treba da budu dimenzionisani u skladu sa predviđenim opterećenjima, koja su navedena u statičkom proračunu.

Minimalne udaljenosti unutrašnjeg ruba konstrukcije za zaštitu od buke od vanjskog ruba saobraćajne trake na putu predstavljene su u Tabeli 6.11.



Crtež 6.6: Elementi konstrukcije za zaštitu od buke

Tabela 6.11: Minimalna udaljenost konstrukcija za zaštitu od buke od ruba saobraćajne trake

Lokacija postavljanja konstrukcije za zaštitu od buke	Projektovana brzina vožnje V_{85} km/h	Minimalna udaljenost konstrukcije za zaštitu od buke od ruba m
– Duž saobraćajne trake		
– Sa sigurnosnom ogradom	≤ 90	1.60
	> 90	1.80
– Bez sigurnosne ograde	≤ 50	1.50
	60, 70	1.60
	80, 90	1.80
	100, 110	2.00
	120	2.50
– Na autoputevima		
– Duž zaustavne trake	-	1.60
– Na sigurnosnoj ogradi	≤ 90	1.10
	> 90	1.60
– Na rubu objekta	-	1.60

Duž konstrukcije za zaštitu od buke potrebno je obezbijediti uzdužno i poprečno odvodnjavanje, tako da su svi elementi konstrukcije za zaštitu od buke, uglavnom strukturni elementi, na odgovarajući način zaštićeni od negativnog uticaja atmosferskih voda.

Kada je riječ o mostovskim konstrukcijama, na koje je otežan pristup, gornji dio konstrukcije za zaštitu od buke ne smije biti viši od 1.8 m iznad visine kolovoza, kako bi se

omogućilo redovno provjeravanje konstrukcije pomoću odgovarajuće opreme. Pričvršćavanje konstrukcije za zaštitu od buke na rub objekta mora biti izvedeno u skladu sa odredbama važećih tehničkih propisa.

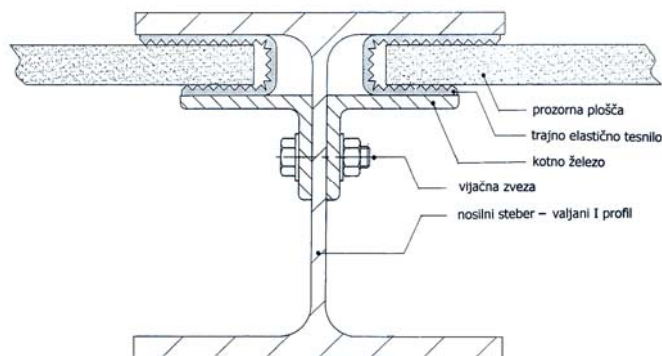
Kada je riječ o postavljanju konstrukcija za zaštitu od buke, neophodno je izvesti potpuno zatvaranje svih spojnica između elemenata konstrukcije za zaštitu od buke, pričvršćavanje svih elemenata na nosivu konstrukciju i povezivanje konstrukcije za zaštitu od buke i terena.

1.4.4.4.1 Jednoslojni elementi za zaštitu od buke

Jednoslojni elementi za zaštitu od buke upotrebljavaju se prvenstveno za deflekcione konstrukcije za zaštitu od buke i mogu biti izvedeni od ostalih materijala:

- Cement beton (masivni kamen ili elementi);
- Opeka (masivni kamen);
- Kamen (oblikovan lomljeni kamen);
- Vještački materijali.

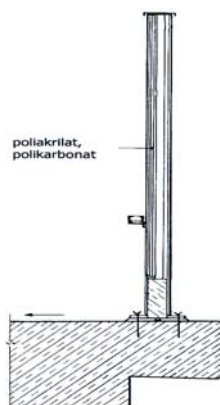
Jednoslojne elemente za zaštitu od buke, uglavnom transparentne ploče od poliakrila i polikarbonata, treba elastično pričvrstiti, a sistemom pričvršćivanja – zbog velikih temperaturnih razlika – treba obezbijediti širenje elemenata za zaštitu od buke (Crtež 6.7).



Crtež 6.7: Način pričvršćavanja jednoslojnog elementa/ploče za zaštitu od buke na nosivi stub

Po pričvršćivanju, jednoslojni elementi za zaštitu od buke (transparentne ploče) ne smiju biti preopterećene i mora im biti omogućeno pomjeranje u prostoru koje je uslovljeno temperaturom.

Shematski prikaz pričvršćavanja transparentnog jednoslojnog elementa za zaštitu od buke predstavljen je na Crtežu 6.8.

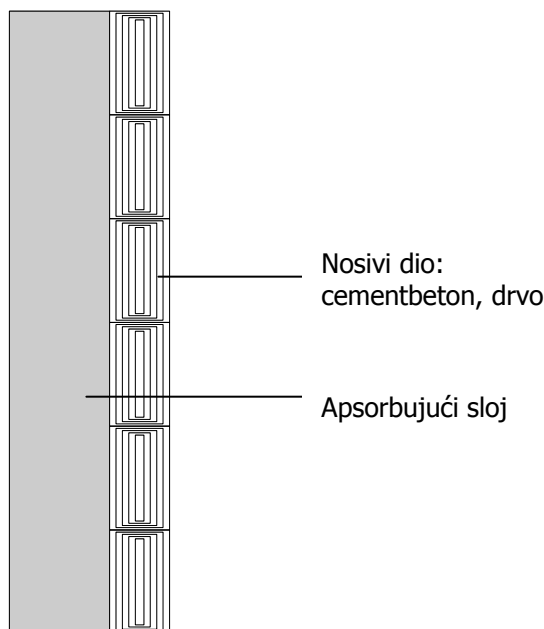


Crtež 6.8: Transparentni jednoslojni element/ploča za zaštitu od buke za deflekcione konstrukcije za zaštitu od buke

1.4.4.2 Dvoslojni elementi za zaštitu od buke

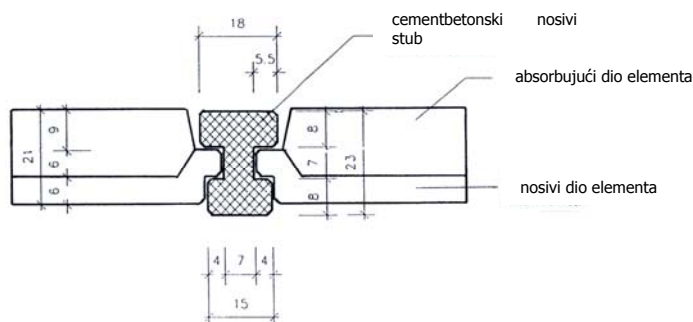
Dvoslojni elementi za zaštitu od buke treba da budu izvedeni od nosivog (zadnjeg) dijela, uglavnom od cement betona, i apsorbujućeg (prednjeg) dijela. Oba dijela treba da budu na odgovarajući način povezana, te se tako sprečava razdvajanje slojeva ili otpadanje apsorbujućeg dijela.

Shematski prikaz dvoslojnog elementa za zaštitu od buke predstavljen je na Crtežu 6.9.



Crtež 6.9: Apsorbujuća konstrukcija za zaštitu od buke sa dvoslojnim elementom za zaštitu od buke

Primjer povezivanja dvoslojnih elemenata za zaštitu od buke, koji su izvedeni od cement betona i apsorbujućeg betona na nosivom stubu koji je izrađen od cement betona predstavljen je na Crtežu 6.10.



Crtež 6.10: Detalji povezivanja dvoslojne cement betonske konstrukcije za zaštitu od buke na cement betonskom nosivom stubu

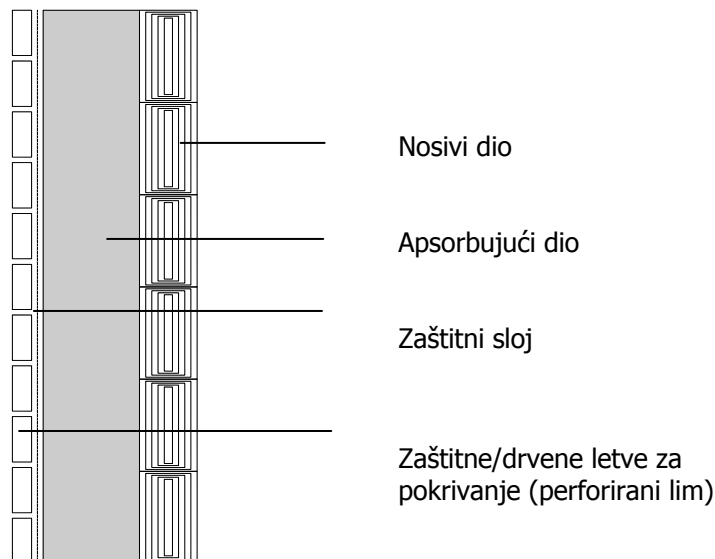
1.4.4.4.3 Višeslojni (sendvič) elementi za zaštitu od buke

Višeslojni (sendvič) elementi za zaštitu od buke treba da budu izvedeni od nosivog (zadnjeg) dijela, koji može biti izrađen od drveta, metala ili ploče/okvira od staklo-cementa, zatim od apsorbujućeg srednjeg sloja i sloja za zaštitu površine apsorbujućeg srednjeg sloja sa prednje strane, koji je stabilizovan zaštitnim/letvama za pokrivanje, dimenzija 2/2 cm, sa perforiranim limom ili perforiranim staklo-cementom.

Nosivi i zaštitni slojevi višeslojnog elementa za zaštitu od buke treba da budu trajno spojeni pomoću odgovarajućih elemenata za pričvršćavanje, a srednji apsorbujući sloj treba biti ubačen ili pričvršćen na način kojim se sprečava kretanje i slijeganje.

Višeslojni (sendvič) element za zaštitu od buke može biti izveden i kao samonosivi sendvič element sa kombinovanim djelovanjem zadnjeg dijela, srednji apsorbujući sloj i prednji zaštitni sloj. Prilikom takve realizacije elementi moraju biti kompaktno spojeni duž čitave površine spoja.

Shematski prikaz višeslojnog (sendvič) elementa za zaštitu od buke predstavljen je na Crtežu 6.11.



Crtež 11: Poprečni profil višeslojnih (sendvič) elemenata za zaštitu od buke

Višeslojni (sendvič) element za zaštitu od buke element je takođe i za dvostranu zaštitu od buke. Duž nosivog dijela takvog elementa potrebno je postaviti apsorbujuće slojeve sa obe strane, dok je sa vanjskih strana potrebno postaviti zaštitne slojeve i slojeve za pokrivanje izrađene od perforiranog lima, cementnog stakla ili drvenih letvi.

Debljina nosivog dijela – cement betonske ploče u višeslojnom (sendvič) elementu treba da iznosi najmanje 6 cm.

Nosivi dio – drvena ploča treba da bude izvedena od manjih greda čije minimalne dimenzije iznose 8/12 cm. Vezni materijal otporan na rđu ili drvene spojeve moguće je upotrebljavati za spajanje manjih greda.

Nosivi dio – čelični lim treba u višeslojnom elementu za zaštitu od buke biti povezan pomoću veznog materijala koji je otporan na rđu.

Nosivi dio – ploča od staklo-cementa treba biti izvedena tako je omogućeno nezavisno termičko djelovanje zadnjeg (nosivog) dijela i prednjeg dijela.

Vezni materijal otporan na rđu koristimo za povezivanje slojeva u višeslojnom elementu.

Prednji dio višeslojnog (sendvič) elementa za zaštitu od buke mora biti akustički prikladan, stabilan i bezbjedan.

Drvene letve mogu za drveni okvir biti pričvršćene u bilo kojem smjeru u skladu sa zahtjevima koje postavlja projektant, mogu biti obojene ili mogu ostati u boji drveta, te mogu biti pričvršćene pomoću materijala otpornog na rđu ili pomoću drvenih spojnika.

Ploča od lima ili staklenog cementa u prednjem dijelu višeslojnog elementa za zaštitu od buke treba biti perofrirana ili projektovana u skladu sa zahtjevima nadležnog projektanta, tako da omogućava dobru apsorpciju i istovremeno mehaničku zaštitu zaštitnih i apsorbujućih slojeva. Površina prednjeg sloja višeslojnog elementa za zaštitu od buke treba da spriječi defleksiju svjetlosti, čime bi se prekoračile vrijednosti određene

projektom, dok boja mora biti u skladu sa zahtjevima koje postavlja projektant. Različite kombinacije perforacije su dozvoljene na prednjoj strani elementa za zaštitu od buke.

1.4.4.4 Nasipi izrađeni od zemljanih ili drugih materijala

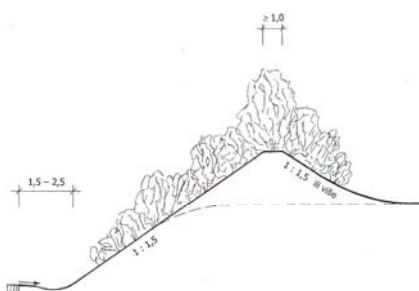
Nasipi izvedeni od zemljanih materijala za zaštitu od buke treba da budu konstrukcije za zaštitu od buke, koje pomoću ozelenjavanja i zatravnjivanja mogu da se spoje sa okolinom u maksimalnoj mogućoj mjeri, s tim da je i njihovo izvođenje najjednostavnije.

Nasipi za zaštitu od buke mogu biti izvedeni od

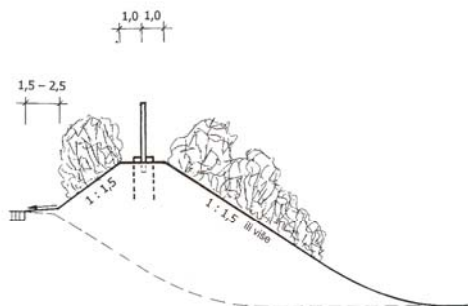
- zemljanih materijala; i
- stabilizovane (ojačane) zemlje.

Nasipi za zaštitu od buke mogu biti izvedeni

- na gornjem rubu usjeka (produbljivanje izvora buke – Crtež 6.12); ili
- proširenjem predviđenog nasipa za trup puta i odgovarajuća visina – ukoliko je potrebna – dodavanjem dodatne konstrukcije za zaštitu od buke na vrhu nasipa za zaštitu od buke (Crtež 6.13).

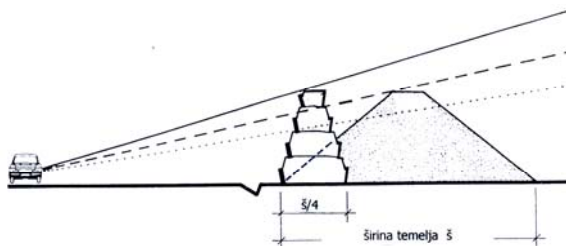


Crtež 6.12: Produženje usjeka (produbljivanje izvora buke) pomoću nasipa za zaštitu od buke na gornjem rubu



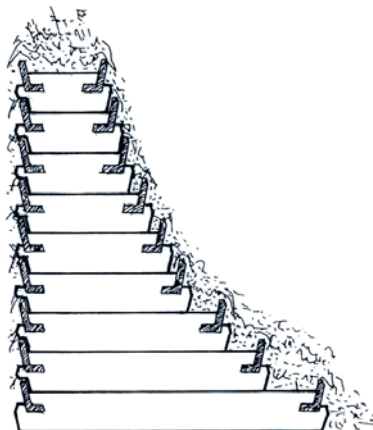
Crtež 6.13: Produženje nasipa za trup puta i odgovarajuća visina sa dodatnom konstrukcijom za zaštitu od buke na vrhu nasipa za zaštitu od buke

Nasipi izvedeni od stabilizovanog (ojačanog) zemljanog materijala su prije svega prikladni u slučajevima ograničenog područja za njihovo postavljanje (Crtež 6.14).



Crtež 6.14: Nasipi za zaštitu od buke od stabilizovanog zemljanog materijala koji zahtijevaju manji prostor za izvođenje

Različiti oblici proizvoda od cement betona (Crtež 6.15) kao i kombinacija geotekstila i mreža su najprikladniji za stabilizaciju. Oni omogućavaju alternativna projektna rješenja i ozelenjavanje (obrastao zid) nasipa za zaštitu od buke.



Crtež 6.15: Nasip za zaštitu od buke izveden od zemlje, sa obe strane stabilizovan/obložen elementima/proizvodima od cement betona

1.4.4.4.5 Nosivi stubovi

Nosivi stubovi/vertikalni oslonci konstrukcija za zaštitu od buke mogu biti izvedeni od konstrukcionog čelika, ojačanog cement betona ili drugog odgovarajućeg materijala. Navedeni stubovi omogućavaju pričvršćavanje potrebnih gumenih zaptivki (Crtež 6.7).

Nosivi stubovi/oslonci konstrukcija za zaštitu od buke treba da odgovaraju opterećenjima predviđenim statičkim proračunom, a njihov projekat treba da bude u skladu sa zahtjevima projektanta konstrukcije za zaštitu od buke.

1.4.4.4.6 Temelji

Nakon izvođenja predviđenih temelja isti moraju biti u skladu sa dimenzijama koje su prilagođene opterećenjima predviđenim statičkim proračunom, a projekat vidljivih dijelova mora biti u skladu sa zahtjevima projektanta konstrukcije za zaštitu od buke.

Dimenzije osnovnog cement betonskog elementa koji je izveden između dva susjedna temelja/nosiva stuba moraju biti usklađene sa konstrukcijom za zaštitu od buke.

1.4.4.4.7 Vrata i zaštita

Na izlazima u slučaju opasnosti na objektima za zaštitu od buke moraju biti postavljena vrata (bez brave). Najduži put do vrata treba da iznosi 150 m¹. Vrata treba da se sama zatvaraju.

Konstrukcija vrata na izlazima u slučaju opasnosti treba da obezbjeđuje sličnu zaštitu od buke, koju obezbjeđuje i sama konstrukcija za zaštitu od buke.

Vrata na izlazima u slučaju opasnosti treba da omogućavaju siguran prolaz u svim vremenskim uslovima.

Kada je riječ o konstrukcijama za zaštitu od buke na mostovskim konstrukcijama, za izlaze u slučaju opasnosti ne smiju biti predviđena vrata.

Konstrukcije za zaštitu od buke moraju na vrhu biti zaštićene odgovarajućim zatvarajućim elementima (npr. od drveta, metala ili cement betona).

1.4.4.5 Zahtjevi koji se odnose na elemente konstrukcija za zaštitu od buke

Tehnički zahtjevi koji se odnose na elemente konstrukcija za zaštitu od buke (nosive, za zaštitu od buke, sredstva za pričvršćavanje) detaljno su navedeni u standardima, i to:

- Za mehanička svojstva i stabilnost, EN 1794-1; i
- Za opštu bezbjednost i zaštitu životne sredine, EN 1794-2.

U slučaju posebnih zahtjeva, nadzor i projektant mogu da propišu dodatne tehničke zahtjeve za elemente za zaštitu od buke, u skladu sa primjenljivim standardima, tehničkim propisima i smjernicama (npr. za postavljanje u tunelima).

Ukoliko opterećenja proračunata u okviru provjere nisu pouzdana, u datim uslovima je potrebno izvršiti provjeru pouzdanosti elemenata za zaštitu od buke.

1.4.4.5.1 Mehanička svojstva i stabilnost

Mehanička svojstva elemenata za zaštitu od buke određuje se na osnovu područja elastičnosti, karakteristika opterećenja i faktora bezbjednosti opterećenja, kao i na osnovu dodatnih zahtjeva u skladu sa EN 1794-1.

Zahtjevi koji se odnose na mehanička svojstva konstrukcija za zaštitu od buke treba da budu određeni za temperaturni opseg od -30°C do $+70^{\circ}\text{C}$. Prostorne promjene elemenata konstrukcija za zaštitu od buke treba da budu provjerene na osnovu proračuna koji se izvode u cilju utvrđivanja da li su u okviru dozvoljenih granica.

Dozvoljene deformacije elemenata konstrukcije za zaštitu od buke, koje nastaju kao rezultat aerodinamičkog opterećenja i sopstvene težine, predstavljene su u Tabeli 6.12.

Tabela 6.12: Granične vrijednosti deformacija elemenata konstrukcije za zaštitu od buke

Vrsta elementa konstrukcije za zaštitu od buke	Maksimalno dozvoljeno elastično savijanje $d_{\max}$ (mm)	Maksimalna trajna deformacija po prestanku opterećenja $d_{\max}$ (mm)
– Nosivi:		
– Vertikalni	$L_s/150$	$L_s/500$
– Pod nagibom	$L_s/300$	$L_s/500$
– Za zaštitu od buke:		
– Vertikalni	< 50 ¹⁾	$L_A/500, h/500$
– Pod nagibom	< 50 ¹⁾	$L_A/200, h/200$

Legenda:

- L_s – Maksimalna visina konstruktivnog elementa (mm)
- L_A – Maksimalna dužina elementa za zaštitu od buke (mm)
- h – Ukupna visina elementa za zaštitu od buke (mm)
- 1) – Dužina L_A i visina h

Uzimajući u obzir faktor bezbjednosti $S = 1.5$, element konstrukcije za zaštitu od buke pri dinamičkom opterećenju

- Ne smije biti oštećen: ispuščenje, pucanje, sloj elementa se ne smije pomjeriti; i
- Ne smije se pomjeriti (ispasti): na nosačima i/ili tačkama povezivanja.

Navedeni zahtjevi se uz potrebne izmjene primjenjuju i na kvalitet sredstava za pričvršćavanje, konstruktivnih elemenata i elemenata za zaštitu od buke.

Kada je riječ o opterećenju elementa za zaštitu od buke sopstvenom težinom i težinom elemenata koji se na njemu nalaze, uzdužno savijanje ne smije preći $h/50$, dok vertikalno savijanje ne smije preći $L_A/400$. Pored gore navedenog, element se takođe ne smije oštetiti.

Kada je riječ o ispitivanju elemenata za zaštitu od buke na udar kamenja, oštećenje mora biti ograničeno samo na vanjsku površinu, pukotine ne smiju biti duže od 50 mm a dubina rupa ne smije prelaziti debljinu vanjskog sloja ili 20 mm.

Uslovi koji se odnose na svojstva konstrukcije za zaštitu od buke za opterećenje u slučaju udara vozila navedeni su uz potrebne izmjene u EN 1317-2.

Dinamičko opterećenje koje se odnosi na čišćenje snijega ne smije prouzrokovati oštećenja na zaštiti elemenata konstrukcije za zaštitu od buke ili na samim elementima (ispupčenje, trajna deformacija, kretanje/ispadanje iz ležišta/lomljenje).

1.4.4.5.2 Opšta bezbjednost i zaštita životne sredine

Konstrukcija za zaštitu od buke mora biti izvedena od materijala koji u toku proizvodnje i/ili upotrebe ne stvaraju opasne supstance i nemaju štetne uticaje na opštu bezbjednost učesnika u saobraćaju, kao i na životnu sredinu.

Osnovni zahtjevi koji se odnose na izvođenje konstrukcija za zaštitu od buke, koji obezbjeđuju potrebne uslove za bezbjednost učesnika u saobraćaju i zaštitu životne sredine, navedeni su u pod stavkom 1.4.3.3 Bezbjednost konstrukcije za zaštitu od buke. Detaljni zahtjevi treba da budu navedeni u planu konstrukcije za zaštitu od buke koji se zasniva na statičim proračunima, koji su izvedeni s obzirom na opterećenja predviđena u datim uslovima i s obzirom na izvedena preliminarna ispitivanja, u skladu sa EN 1794-2.

1.4.5 Obezbjedenje kvaliteta

Obezbjedenje kvaliteta konstrukcije za zaštitu od buke predmet je

- Unutrašnje kontrole proizvođača/izvođača; i
- Vanjske kontrole nadzora.

1.4.5.1 Unutrašnja kontrola

Unutrašnju kontrolu svih elemenata konstrukcije za zaštitu od buke izvodi proizvođač/izvođač na svoj vlastiti trošak.

Ispitivanja elemenata konstrukcije za zaštitu od buke, s obzirom na unutrašnju kontrolu proizvođača/izvođača su neophodna za utvrđivanje svojstava osnovnih materijala i elemenata.

Vrste i obimi ispitivanja svojstava osnovnih materijala, konstruktivnih elemenata konstrukcije i elemenata za zaštitu od buke, kao dio unutrašnje kontrole proizvođača/izvođača predstavljeni su u Tabelama od 6.13 do 6.15.

Tabela 6.13: Vrste i obimi ispitivanja svojstava osnovnih materijala za konstrukcije za zaštitu od buke

Svojstva materijala	Jedinica mjere	Vrste materijala						
		Cement beton	Metali	Stakleni cement	Laki materijali	Vještački materijali	Zaštitni materijali	Ostali materijali
– Čvrstoća na pritisak	N/mm ²	+	-	+	+	-	-	+
– Čvrstoća na natezanje	N/mm ²	-	+	-	-	+	+	+
– Čvrstoća na savijanje	N/mm ²	-	-	+	-	+	-	+
– Modul elastičnosti	N/mm ²	+	-	+	+	+	+	+
– Širenje u slučaju rušenja	%	-	+	-	-	+	-	+
– Elastičnost usljed promjena temperature	°C ⁻¹	+	-	+	+	+	-	+
– Napon tečenja	N/mm ²	-	+	-	-	+	-	+
– Hemijska analiza	-	-	-	-	-	+	-	-
– Trajnost OMO	ciklus	+	-	-	-	-	-	-
– Trajnost OSMO	ciklus	+	-	+	+	-	+	+
– Otpornost na požar	-	-	-	-	+	+	+	+
– Alkalna otpornost vlakana	-	-	-	+	-	-	-	-
– Otpornost na UV zračenje	-	-	-	-	+	+	+	-
– Debljina	mm	+	+	+	+	+	+	+
– Masa/gustina	kg/m ³	+	-	+	+	+	+	+
– Udeo vlažnosti	m.-%	-	-	+	+	-	-	+
– Udeo vlakana	m.-%	-	-	+	-	-	-	-
– Transparentnost	%	-	-	-	-	+	-	-
Obim ispitivanja ¹⁾	-	500 m ²	²⁾	500 m ²	²⁾	²⁾	²⁾	²⁾

¹⁾ *Identičan obim ispitivanja treba izvesti za unutrašnju i vanjsku kontrolu proizvodnje, izuzev za cement beton i stakleni cement, gdje se potrebna vanjska kontrola proizvodnje izvodi za svakih 4000 m².*

²⁾ *Potvrda o usklađenosti materijala i 1 x za objekat.*

Zahtjevana svojstva i ispitivanja drveta su u zavisnosti od predviđenih opterećenja koja su utvrđena klasama od G 4.1 do G 4.3.

S obzirom na upotrebene materijale, ispitivanja za zemljište su uz potrebne izmjene, utvrđena posebnim tehničkim uslovima za zemljane radove.

Tabela 6.14: Vrste i obimi ispitivanja svojstava elemenata konstrukcije za zaštitu od buke

Svojstva elementa	Vrsta elementa						Postupak ispitivanja
	Cement beton	Drvo	Metal	Stakleni cement	Laki materijali	Vještački materijali	
– Otpornost na opterećenje							EN 1794 – 1
– Aerodinamičko	+	+	+	+	+	+	
– Sopstvenom masom	-	+	-	-	+	-	
– Usljed udara kamenja	+	+	+	+	+	+	
– Pri čišćenju snijega	+	+	+	+	+	+	
– Pri udaru vozila ¹⁾	+	+	+	+	+	+	EN 1317 – 2
– Otpornost na požar	-	+	-	-	+	+	EN 1794 – 2
– Defleksija svjetlosti	-	-	+	-	-	+	
– Zaštita od ispadanja	+	+	+	+	+	+	EN 1793 – 1
– Apsorpcija zvuka ³⁾	+ ²⁾	+	+	+	+	+	EN 1793 – 1
– Zvučna izolacija ⁴⁾	+	+	+	+	+	+	EN 1793 – 2
– Debljina (mm)	+	+	+	+	+	+	-
Opseg ispitivanja ⁵⁾	jedno ispitivanje/vrstu elementa/konstrukciju za zaštitu od buke						

¹⁾ Ukoliko postoji opasnost²⁾ Ukoliko je elemenat prikladan³⁾ Ukoliko se radi o defleksionoj konstrukciji za zaštitu od buke određivanje apsorpcije zvuka u zvučnoj komori nije potrebno⁴⁾ Ukoliko masa konstrukcije za zaštitu od buke na najtanjem dijelu iznosi preko 40 kg/m² i ukoliko ne propušta zvuk (nema otvora, pukotina, itd.), određivanje zvučne izolacije u laboratoriji nije potrebno⁵⁾ Iđentičan opseg ispitivanja treba izvesti pri unutrašnjoj i vanjskoj kontroli proizvodnje

Tabela 6.15: Vrste ispitivanja svojstava konstrukcija za zaštitu od buke

Svojstva konstrukcije	Vrsta ispitivanja
– Statička stabilnost – Stabilnost na udare vjetra	Proračunski dokaz ili laboratorijsko ispitivanje
– Nosivost	Proračunski dokaz za konstrukciju za zaštitu od buke i element za zaštitu od buke, ukoliko je konstrukcija za zaštitu od buke viša od 5 m
Obim ispitivanja ¹⁾	1 x za svaku vrstu konstrukcija za zaštitu od buke

Dokaz koji se odnosi na odgovarajući kvalitet ispitanih osnovnih materijala i elemenata mora biti – uključujući bilo kakve izmjene istog – dostavljen Naručiocu od strane proizvođača/izvođača.

Unutrašnja kontrola proizvođača/izvođača treba da obuhvata sljedeće

- Unutrašnja ispitivanja; i
- Kontrolu proizvodnje na postrojenju i nakon postavljanja.

Obim unutrašnjih kontrola/ispitivanja za provjeru svojstava osnovnih materijala, smjesa i/ili mješavina i elemenata konstrukcije za zaštitu od buke mora biti definisan ugovorom koji se sklapa između izvođača i naručioca. Proizvođač/izvođač mora obezbijediti izvođenje ispitivanja primjenom odgovarajućih/utvrđenih postupaka, kao i da broj ispitivanja bude dovoljan. Nikakva odstupanja od zahtjeva nisu dozvoljena.

Unutrašnja kontrola proizvodnje i postavljanja treba da obuhvati

- Provjeru postupaka proizvodnje u svim fazama, od osnovnih materijala do konačnog proizvoda, tj. elementa konstrukcije za zaštitu od buke, u cilju obezbjeđenja usklađenosti sa zahtjevima koji se odnose na kvalitet;
- Uspostavljanje ujednačenosti i mogućnosti praćenja proizvodnje;
- Provjeru svakih 100 nabavljenih elemenata:
 - Dimenzije, naročito debljinu zidova;
 - Masu elementa ili apsorbujuću ispunu;
 - Sredstva za pričvršćavanje i druge elemente (odstojnike, držače, drvene klinove, smjese za zaptivanje, itd.);
 - Vizuelni kvalitet boje, zaštitu elemenata od korozije, itd.;
 - Ležišta, postavljanje i pričvršćavanje postavljenih elemenata konstrukcije za zaštitu od buke;
- Provjeru svakih 1000 nabavljenih elemenata:
 - Savijanje pod udarima vjetra; i
 - Prianjanje premaza sa unutrašnje i vanjske strane elementa konstrukcije za zaštitu od buke.

Po zahtjevu nadzora, proizvođač je obavezan da dostavi odgovarajući dokaz koji se odnosi na apsorpciju zvuka i izolaciju (na osnovu provjere izvršene u zvučnoj komori ili laboratoriji).

1.4.5.1.1 *Vanjska kontrola*

Prilikom izvođenja vanjske kontrole za naručioca od strane ovlaštene institucije potrebno je primijeniti ispitivanja za provjeru da li su svojstva osnovnih materijala, smjesa i/ili mješavina i elemenata konstrukcije za zaštitu od buke u skladu sa odredbama iz ugovora.

Ispitivanju koje, kao dio vanjske kontrole izvodi ovlaštena institucija, mora da prisustvuje predstavnik proizvođača/izvođača.

Rezultati vanjske kontrole predstavljaju osnovu za prijem radova i ovjeru situacija.

1.4.5.2 *Nadzor*

Nadzor nad izvođenjem konstrukcija za zaštitu od buke mora da obezbijedi tehnički tačno, ekonomično i kvalitetno izvođenje radova, u skladu sa planom.

1.4.5.2.1 *Uvođenje Izvođača u posao*

Kada je riječ o uvođenju Izvođača u posao, nadzor je prije svega obavezan da izvrši sljedeće:

- Pregled odredbi ugovora koje se odnose na uvođenje u posao;
- Pripremu neophodne dokumentacije za uvođenje u posao; i
- Izvođenje potrebnih preliminarnih radova (uspostavljanje granica nabavke, objekat, komunalni i energetske vodovi).
- Nadzor je obavezan da utvrdi da li je tehnološki elaborat za izgradnju konstrukcije za zaštitu od buke po svim tačkama pripremljena u skladu sa smjernicama.

1.4.5.2.2 *Nadzor nad usklađenosti sa tehničkim propisima*

Projektom za izgradnju konstrukcije za zaštitu od buke mora biti utvrđena usklađenost sa odgovarajućim tehničkim propisima, čiji je nadzor potrebno izvoditi u toku izvođenja radova. To prije svega podrazumijeva:

- Provjeru usklađenosti izgradnje konstrukcija za zaštitu od buke sa zakonodavstvom koje se odnosi na izgradnju objekata, uređenje prostora, urbanističko i drugo uređenje prostora;
- Provjeru usklađenosti izgradnje sa građevinskom dozvolom;
- Provjeru usklađenosti sa uslovima navedenim u saglasnosti; i
- Provjeru usklađenosti izgradnje sa tehnološkim elaboratom.

Nadzor nad izgradnjom konstrukcija za zaštitu od buke takođe obuhvata učešće u pripremi projekta izvedenog stanja (PIS). Nadzor je obavezan da sva uočena odstupanja izvedenih radova od projekta dostavi organu koji priprema PIS.

1.4.5.2.3 *Nadzor nad usklađenosti izgradnje*

Prilikom izvođenja nadzora nad usklađenosti izgradnje konstrukcije za zaštitu od buke sa projektnom dokumentacijom (PR, PDGD, PI), nadzorni organ je obavezan da

- Usklađuje sa projektantom svako odstupanje od projektne dokumentacije;
- Predloži poboljšanja, usklađuje ih sa projektantom i dostavi ih inženjeru na odobrenje;
- Utvrdi i evidentira smanjeni i povećani obim izvedenih radova, procijeni potrebu za dodatnim radovima i nadzor obavijesti o istom.

1.4.5.2.4 *Prijem građevinskih proizvoda*

Nadzor je obavezan da po prijemu građevinskih proizvoda

- Provjeri validnost raspoloživih dokaza o usklađenosti proizvoda ili polu-proizvoda dostavljenog na gradilište;
- Provjeri da li je izvedena unutrašnja i vanjska kontrola preliminarne faze radova izvedena u skladu sa tehničkom studijom;

- Provjeri da li je izvedena unutrašnja i vanjska kontrola dostavljenih proizvoda izvedena u skladu sa tehnološkim elaboratom.

1.4.5.2.5 *Probni period novih konstrukcija za zaštitu od buke*

Za svaku novo razvijenu ili ponuđenu konstrukciju za zaštitu od buke potrebno je pravovremeno unaprijed izvršiti provjeru njene tehničke i ekonomske prihvatljivosti. Detaljni uslovi koji se odnose na provjeru su slični u tekstu navedenim uslovima za projektovanje i izvođenje konstrukcija za zaštitu od buke. Probni period treba da iznosi najmanje 2 godine, ukoliko u odobrenju nadzora, koje se odnosi na provjeru prikladnosti konstrukcije, nije drugačije navedeno. Konstrukcija za zaštitu od buke mora u toku probnog perioda biti izložena uobičajenim uticajima okoline.

Po završetku probnog perioda, potrebno je utvrditi prikladnost konstrukcije za zaštitu od buke, s obzirom na njenu predviđenu upotrebu. U sastavu komisije za procjenu treba da budu predstavnici naručioca, proizvođača, nadzora i institucije.

1.5 ODRŽAVANJE KONSTRUKCIJA ZA ZAŠTITU OD BUKE

1.5.1 Opšte

Konstrukcije za zaštitu od buke su trajno izložene uticajima okoline (padavine, promjene temperature, sunce, vjetar) i u manjem obimu, direktno ili indirektno, takođe uticajima saobraćaja (čišćenje snijega, uticaji zrna razastrtog šljunka, posipanje soli, dinamički pritisak mimoilazećih vozila). Napetost koju prouzrokuju gore navedeni uzroci utiče na materijale i elemente konstrukcije za zaštitu od buke, smanjujući njihovu trajnost i funkcionalnost. Navedena dva svojstva u velikoj mjeri zavise od brige za očuvanje, tj. od odgovarajućih i pravovremenih mjera za održavanje. To je u najvećoj mogućoj mjeri moguće izvođenjem redovnih pregleda i posmatranjem stanja konstrukcije za zaštitu od buke.

Gore navedene karakteristike moraju detaljno biti obrađene i navedene u uputstvima za održavanje konstrukcija za zaštitu od buke, koja moraju biti pripremljena u toku planiranja konstrukcije za zaštitu od buke (PDGD/PI), kao sastavni dio projekta izvedenog stanja (PIS), koji priprema Izvođač.

1.5.2 Uputstva za održavanje

U smislu uputstava koja su određena u smjernicama koje se odnose na sadržaj investiciono-tehničke dokumentacije, uputstva za održavanje konstrukcija za zaštitu od buke treba da obuhvataju sljedeće:

- Osnovne podatke o konstrukciji za zaštitu od buke;
- Odredbe koje se odnose na kontrolu i monitoring stanja; i
- Uputstva za održavanje konstrukcija za zaštitu od buke.

1.5.2.1 Osnovni podaci o konstrukciji za zaštitu od buke

Osnovni podaci o konstrukciji za zaštitu od buke, koji su navedeni u pravilniku održavanja, treba da sadrže sljedeće:

- Osnovne podatke o Naručiocu, projektantu, Izvođaču (uključujući podizvođače i proizvođače materijala i/ili elemenata konstrukcije za zaštitu od buke) i Nadzoru;
- Opšti opis i tehnička svojstva konstrukcije za zaštitu od buke (temelji, konstruktivni elementi, elementi za zaštitu od buke);
- Predviđeno opterećenje;
- Karakteristike upotrebljenih materijala i/ili elemenata konstrukcije za zaštitu od buke;
- Karakteristike realizacije; i
- Posebne karakteristike izvedene konstrukcije za zaštitu od buke.

Osnovni podaci takođe treba da sadrže odgovarajuće grafičke prikaze detalja izvedene konstrukcije za zaštitu od buke (situacija, plan osnove, poprečni presjek, detalji koji se odnose na posebne karakteristike, npr. izlazi u slučaju opasnosti).

1.5.2.2 Odredbe koje se odnose na kontrolu stanja konstrukcija za zaštitu od buke

Sveobuhvatnom kontrolom stanja konstrukcije za zaštitu od buke treba obezbijediti njenu optimalnu trajnost, ekonomičnost i upotrebljivost, uključujući bezbjednost korisnika i ljudi koji žive u njenoj blizini.

Uputstva za održavanje konstrukcija za zaštitu od buke treba da obezbijede detalje koji se odnose na

- Kontrolu stanja konstrukcija za zaštitu od buke, uključujući odgovarajuće izvještaje; i
- Mjere za održavanje i popravke karakterističnih oštećenja.
- Kontrola stanja konstrukcija za zaštitu od buke se uglavnom dijeli s obzirom na vrijeme i funkcionalnost, i to
- Tehničko ispitivanje po predaji u upotrebu konstrukcije za zaštitu od buke;
- Redovne kontrole koje treba izvesti povremeno u skladu sa rasporedom, koji je naveden u sklopu programa održavanja;
- Sezonske provjere, koje se po pravilu izvode u jesen i po završetku zime;
- Glavne provjere koje se vrše najmanje svake pete godine i prije isteka garantnog perioda; i
- Kontrole u izuzetnim slučajevima, odmah poslije vanrednih događaja.

Gore navedene kontrole izvodi organ koji je zadužen za upravljanje putevima ili organ koji je zadužen za održavanje konstrukcija za zaštitu od buke. Izvođač, kao organ koji obezbjeđuje garanciju, mora biti prisutan prilikom vršenja kontrole u izuzetnim slučajevima i provjera prije isteka garantnog perioda.

1.5.2.3 Uputstva za održavanje konstrukcija za zaštitu od buke

1.5.2.3.1 Redovno održavanje

Redovno održavanje konstrukcija se određuje na osnovu rezultata kontrola koji su navedeni u stavci 1.5.2.2. Obuhvata prije svega sitne popravke pri kojima se ne vrše intervencije na konstrukcijama za zaštitu od buke, a za određene elemente za zaštitu od buke (npr. transparentne) po pozivu inspektora za puteve, održavanje podrazumijeva čišćenje površine elemenata za zaštitu od buke (po pravilu u jesen i proljeće), koje mora biti jednostavno za izvođenje. Pored gore navedenih mjera, redovno održavanje takođe obuhvata obezbjeđenje neometanog odvodnjavanja sa površine konstrukcije za zaštitu od buke.

Manje popravke konstrukcije za zaštitu od buke, koje moraju biti jednostavne za izvođenje, obuhvataju nabavku, zamjenu i popravku oštećenih, nepotpunih ili dijelova, odnosno elemenata koji nedostaju u konstrukciji za zaštitu od buke.

Na kritičnim tačkama (npr. na rubovima mostovskih konstrukcija i nosivih konstrukcija) postupak zamjene elemenata konstrukcije za zaštitu od buke mora biti brz za izvođenje.

Zbog opasnosti od oštećenja konstrukcija za zaštitu od buke prilikom čišćenje snijega (prevelika brzina kretanja vozila s obzirom na karakteristike snijega, udaljenost konstrukcija za zaštitu od buke od ruba kolovoza, a i s obzirom na vrstu mašine za čišćenje snijega), mokri snijeg je potrebno prvo očistiti plugom samo izvan saobraćajne trake, te ga kasnije prevesti i ukloniti, dok je suvi snijeg potrebno očistiti pomoću odgovarajuće mašine za čišćenje.

Ukoliko je konstrukcije za zaštitu od buke izrađena od cement betona, ostatke soli je potrebno oprati sa deflekcione površine po završetku zimskog perioda.

Sve mjere koje su sprovedene kao dio redovnog održavanja konstrukcija za zaštitu od buke treba u dnevnik održavanja da budu upisane kao primjedbe koje su uočene prilikom kontrole stanja.

1.5.2.3.2 Vanredno održavanje

Vanredno (obimnije) održavanje i izvođenje posebnih radova se određuje na osnovu rezultata kontrole tj. svake veće neusklađenosti ili promjene konstrukcije za zaštitu od buke koja je utvrđena prilikom izvođenja kontrole, koja se uglavnom odnosi na trajnost i bezbjednost saobraćaja.

Vanredno održavanje konstrukcija za zaštitu od buke treba prvenstveno da obuhvati

- Obnavljanje zaštite čeličnih dijelova od korozije;
- Obnavljanje premaza boje;
- Obnavljanje potrošnih elemenata konstrukcija za zaštitu od buke, kao i sredstava za pričvršćavanje; i
- Popravke/zamjene oštećenih elemenata konstrukcija za zaštitu od buke u slučaju udara vozila i drugog preopterećenja u skladu sa stavkom 1.4.3.2 Opterećenje konstrukcija za zaštitu od buke

Knjiga I: PROJEKTOVANJE

Dio 1: PROJEKTOVANJE PUTEVA

Poglavlje 6: PUT I ŽIVOTNA SREDINA

SMJERNICA 2: ZAŠTITA VODA I TLA

2. ZAŠTITA VODA I TLA

2.1 PREDMET SMJERNICA

Očuvanje izvora vode uslovljava odgovarajuću zaštitu povezanih površinskih i podzemnih voda, te je prvenstveno potrebno očuvati kvalitet vode za piće.

Izvore vode ugrožavaju brojni zagađivači. U navedene zagađivače spada i saobraćaj na putevima koji se protežu preko vodonosnih područja. Ovaj specifičan vid ugrožavanja vodenih izvora predstavlja

- stalno zagađenje na dnevnoj osnovi i
- izvanredno zagađenje, koje je često rezultat saobraćajne nesreće.

Iz tog razloga podzemne vode je potrebno na odgovarajući način zaštititi, primjenom aktivnih građevinsko-tehničkih mjera. U ovim smjernicama su navedene odgovarajuće mjere zaštite koje služe za ograničavanje i sprečavanje direktnog uticaja saobraćaja na kvalitet izvora podzemne vode, a koje se zasnivaju na

- obliku zagađenja,
- hidrološkim osnovama,
- procjeni osjetljivosti područja i
- načinu odvodnjavanja.

Određeni načini zatvaranja u području vodonosivih slojeva omogućavaju odgovarajuću zaštitu podzemnih voda u skladu sa osjetljivošću područja.

2.2 OBJAŠNJENJE POJMOVA

Prečišćavanje atmosferskih voda podrazumijeva prikupljanje, zadržavanje i taloženje atmosferskih voda sa površine puta u bazenima i biološko prečišćavanje (filteri, lagune, lokalne depresije).

Izloženost izvora vode je parametar koji se određuje na osnovu hidroloških svojstava (uglavnom propusnosti i poroznosti) od kojeg zavisi prenošenje mogućeg zagađivača od vodonosnog sloja u području puta do izvora vode.

Gornji sloj vodonosnog područja je sloj zemljišta koji se nalazi na vodonosnom sloju i koji predstavlja njegov gornji rub.

Osjetljivost izvora vode predstavlja nivo negativnih uticaja koje prouzrokuje ljudski faktor na kvalitet i režim izvora vode, te predstavlja rezultat povredivosti i izloženosti izvora vode.

Odvodnjavanje je odvodnjavanje atmosferskih voda sa kolovoza pod dejstvom gravitacione sile, a putem otvorenih jaraka, sistema cijevi i/ili kanala za odvodnjavanje.

Ugroženost izvora vode je rizik ili mogući rizik od zagađenja.

Kontaminacija je izvanredan događaj koji se jednom dešava.

Zagađivač je neorganska ili organska supstanca ili ostatak supstance koja je nastala usljed odvijanja saobraćaja na putu, a koja zagađuje životnu sredinu.

Zagađenje je slučaj koji se ponavlja.

Propusnost je sposobnost tla ili stijene da propušta tečnosti.

Sabirna površina izvora vode je područje koje učestvuje u prikupljanju vode osnovnog izvora.

Poroznost je omjer između zapremine šupljina i cjelokupne zapremine zemljišta ili kosine.

Povredivost izvora vode je parameter koji se određuje na osnovu hidrogeoloških svojstava (uglavnom propusnosti i poroznosti) od kojeg zavisi prenos mogućeg zagađivača sa puta kroz stijenu i/ili tlo u podzemne vode u vodonosivom području.

Zaptivajuća konstrukcija je konstrukcija za sprečavanje prodiranja zagađenih voda iz površinskih u podzemne vode.

Područje zaštite izvora vode ograničava područja u kojima su najstrožiji, strogi i umjereni režimi zaštite.

Izvori vode su sve površinske i podzemne vode.

Vodonosivo područje je tlo ili stijena, gdje se usljed poroznosti voda zadržava ili ističe u količinama koje su pogodne za ekonomičnu upotrebu.

Vodonosivi sistem predstavlja sistem različitih vodonosivih slojeva koji učestvuju u prikupljanju vode sa osnovnog izvora vode.

Mjere zaštite su pojedina ograničenja ili tehnički postupci i rješenja koji su predviđeni za zaštitu izvora vode.

2.3 VIDOVI ZAGAĐENJA

Saobraćaj koji se odvija na putevima zagađuje vodonosivo područje na dva načina: konstantno i u izuzetnim slučajevima.

Konstantno zagađenje koje je uslovljeno saobraćajem koji se na putu odvija obuhvata

- emisiju izduvnih gasova,
- dijelove guma i kočnica i
- uslovljene postupke održavanja puteva (posipanje soli na putevima).

Obim zagađenja zavisi od

- gustine saobraćaja i
- karakteristika kolovoza.

Dio trajnog zagađenja, koje se širi vazduhom nije moguće u potpunosti kontrolisati. U pojedinim slučajevima, odgovarajućim mjerama zaštite je moguće kontrolisati zagađenje koje nastaje spiranjem kolovoza pod dejstvom kiša, što podrazumijeva odvođenje takve vode u odgovarajuće kolektore.

Zagađenje u izuzetnim slučajevima – nastaje kao rezultat izvanrednog događaja – može da ima katastrofalne posljedice po okolinu. Iz tog razloga veoma je važna preventivna zaštita koja je detaljno predstavljena u ovim smjernicama.

2.4 HIDROGEOLOŠKE OSNOVE

2.4.1 Hidrogeološka ispitivanja

Hidrogeološka ispitivanja, koja su neophodna za projektovanje zaštite podzemnih voda od uticaja saobraćaja na putevima, moraju biti sastavni dio geotehničkih ispitivanja.

Zaštita podzemnih voda se zasniva na procjeni osjetljivosti vodonosnog područja, koje se definiše s obzirom na povredivost i izloženost. Navedene dvije karakteristike zavise od maksimalnog mogućeg protoka zagađivača kroz porozno središte, koji se određuje na osnovu Darsijske jednačine

$$v = \frac{k}{m_{ef}} \cdot i$$

gdje je:

- v - brzina protoka zagađivača, pomiješanog sa vodom [m/s]
- k - omjer propustljivosti poroznog središta zasićenog vodom [m/s]
- m_{ef} - poroznost središta [%]
- i - nagib toka [%]

2.4.2 Hidrogeološke karakteristike

U cilju određivanja hidrogeoloških karakteristika tla i stijena, moguće je usvojiti iskustvene vrijednosti navedene u tabelama 6.16 i 6.17.

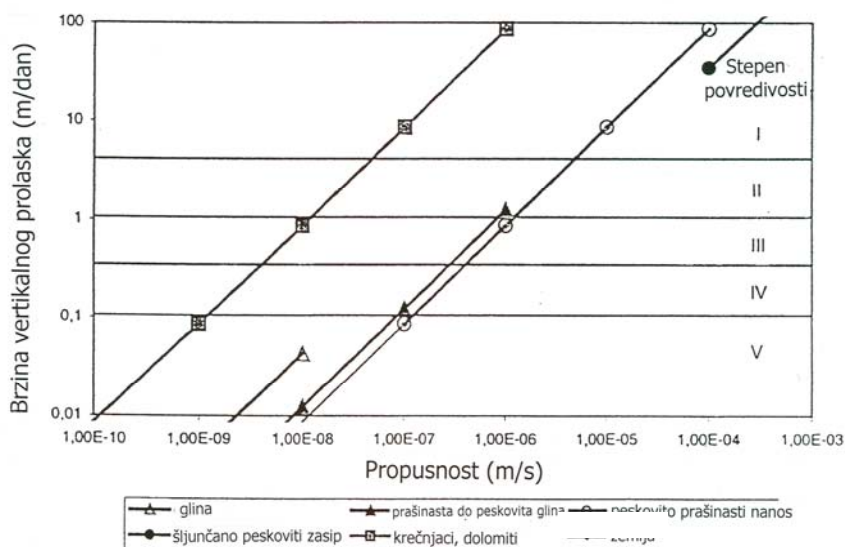
Tabela 6.16: Iskustvene vrijednosti omjera propusnosti tla i stijena

Vrsta tla/stijene	Omjer propusnosti k [m/s]	Procjena propusnosti	Procjena vodonosive površine
- čisti šljunak/veoma ispucala stijena	$k \geq 5 \times 10^{-3}$	veoma dobra	dobra
- čisti pijesak, mješavina pijeska i šljunka/veoma ispucala i razdrobljena stijena	$5 \times 10^{-3} > k > 10^{-5}$	dobra	dobra
- sitan pijesak, mješavina pijeska i gline/porozne stijene sa pukotinama	$10^{-5} > k > 10^{-7}$	srednja	loša
- pjeskovita glina, sitni pijesak i glina/porozne stijene sa pukotinama	$10^{-7} > k > 10^{-9}$	loša	loša
- glina/masivne stijene	$k \leq 10^{-9}$	veoma loša/nepropusno	nepropusna

Tabela 6.17: Iskustvene vrijednosti efikasne poroznosti m_{ef} za tlo i stijene

Vrsta tla/stijene	Efikasna poroznost m_{ef} [%]		
	prosečna	maksimalna	minimalna
- šljunak: krupni	22	26	12
srednji	23	26	13
sitni, sa pijeskom	25	35	21
- aluvijalni nanosi	15	35	5
- pijesak: krupni	27	35	20
srednji	26	32	15
sitni	21	28	10
- pjeskovita glina	7	12	3
- nanosi veoma sitnog pijeska	10	20	2
- masivna sedimentna stijena	< 0.5	1	0

Za orijentacionu procjenu osjetljivosti, kritična dubina propusnosti može da iznosi 5 m a u skladu sa tabelama 9.16 i 9.17 stopa osjetljivosti može biti predstavljena za vodonosni sloj ispod zemlje/stijene za različitim kvocijentima propusnosti i primjenom iskustvenih prosečnih efikasnih vrijednosti poroznosti (Crtež 6.16).



Crtež 6.16: Omjeri propusnosti vodonosnog sloja ispod zemlje/stijene sa posebnim omjerom propusnosti i brzinom vertikalnog prolaska

Izloženost izvora podzemne vode se zasniva na procjeni vremena potrebnog za prolazak zagađivača od mjesta zagađenja do sabirnog mjesta. S obzirom da su vrijednost nagiba toka podzemnih voda prilikom horizontalnog prolaska kod uobičajenih vodonosivih slojeva znatno manje (nekoliko ‰ do nekoliko %) nego u slučaju vertikalnog prolaska ($i = 1$), brzine horizontalnog protoka podzemne vode u zasićenom području su znatno manje nego što je predstavljeno na Crtežu 6.16. Navedene vrijednosti je potrebno pomnožiti sa odgovarajućim nagibom.

Na osnovu gore navedenih iskustvenih vrijednosti moguće je već u fazi proučavanja varijanti trase orijentaciono odrediti osjetljivost područja koje će da presijeca trasa puta, kao i predvidjeti potrebne mjere za optimalnu primjenu mjera za zaštitu podzemnih voda.

2.5 PROCJENA OSJETLJIVOSTI PODRUČJA

Zagađivači prodiru u vodonosive slojeve sa puteva i iz objekata na putevima kroz tlo i stijene. Njihov uticaj zavisi od hidrogeoloških karakteristika tla i stijena ispod podzemne vode, koje se određuju na osnovu parametra povredivosti vodonosivog sloja, i od karakteristika vodonosivog sloja, koje se određuju na osnovu parametra izloženosti izvora vode.

Parametri povredivosti i izloženosti zajedno određuju osjetljivost izvora vode.

2.5.1 Povredivost vodonosivog sloja

Kriterijum povredivosti vodonosivog sloja je vrijeme potrebno zagađivaču da prodre do maksimalne potrebne dubine sanacije, koju su dosegle lopatice građevinskih mašina. Stepene povredivosti vodonosivog sloja navedeni su u Tabeli 6.18 pod pretpostavkom da je predviđeno da se sanacija zagađenog gornjeg sloja vodonosivog područja izvodi iskopavanjem i uklanjanjem.

Tabela 6.18: Stepene povredivosti vodonosivog sloja

Stepen povredivosti	Povredivost vodonosivog sloja	Vrijeme prolaska zagađivača
I	izuzetno visoka	< 1 dan
II	visoka	1 to 5 dana
III	srednja	6 to 10 dana
IV	mala	11 to 50 dana
V	veoma mala	> 50 dana

2.5.2 Izloženost izvora vode

Izloženost izvora vode se određuje na osnovu hidrogeoloških karakteristika (naročito propusnosti i poroznosti) njihovog zaleđa. Izloženost je moguće odrediti na osnovu predviđenih posljedica zagađenja i vremena koje je potrebno zagađivaču za prelazak preko vodonosivog sloja u području trase puta do izvora vode.

Stepeni izloženosti izvora vode su detaljno navedeni u tabeli 6.19.

2.5.3 Osjetljivost vodonosivog sloja

Osjetljivost vodonosivog sloja, koja se određuje na osnovu stepena njegove povredivosti i izloženosti, je relevantna za određivanje zaštite.

Mjere predviđene u okviru izgradnje puta moraju da zaštite prije svega vodonosiva područja koja su označena sa 1, 2 i 3, koja su više izložena i povrediva (tabela 6.20).

Tabela 6.19: Stepeni izloženosti izvora vode

Stepen izloženosti	Izloženost izvora vode	Značaj/vrsta izvora vode	Vrijeme prolaska/transfer zagađenja
A	veoma visoka	- zadržani izvor vode: zagađenje je trajno i/ili fatalno	< 5 dana
B	visoka	- zadržani izvor vode: moguće prolijevanje nije pogubno - zaštićeno zaleđe za snabdijevanje izvora vode - potencijalni izvori vode	5 do 60 dana
C	srednja	- ostali izvori vode - nezaštićeno zaleđe snabdijevanja izvora vode - zaleđe za snabdijevanje potencijalnih izvora vode	> 60 dana
D	mala	- ostali izvori vode	1 do 10 godina
E	ne postoji		> 10 godina

Tabela 6.20: Klasifikacija osjetljivosti vodonosivog sloja prema povredivosti i izloženosti

Izloženost	Povredivost				
	I	II	III	IV	V
A	1*	1	2/III	4	4
B	1	2/II	3	4	5
C	2/I	3	4*	5	5
D	4	4	5	5	5
E	4	5	5	5	5

Ključ:

1* - trasa puta ne treba da prolazi kroz ovo područje

1 – veoma osjetljivo područje

2 – osjetljivo područje

3 – srednje osjetljivo područje

4 – malo osjetljivo područje

5 – neosjetljivo područje

2.5.4 Osnove za zaštitu vodonosivog sloja

U cilju određivanja odgovarajuće zaštite vodonosivog sloja od trajnog zagađenja i zagađenja u izuzetnim slučajevima potrebno je odrediti odgovarajuće mjere.

Klasifikacija osnova za trajno zagađenje "C" i zagađenje u izuzetnim slučajevima "E" predstavljena je u tabeli 6.21.

Tabela 6.21: Klasifikacija osnova za zaštitu vodonosivog sloja

Šifra	Način zagađenja	Mjere za zaštitu vodonosivog sloja
C1	Trajno zagađenje: - nedopustivo	- zaštita nije moguća jer se zagađenje širi vazduhom
C2	- mora biti smanjeno na maksimalno mogući stepen	- odvodnjavanje zagađenih atmosferskih voda sa zaštićenog područja
C3	- smanjiti – nivo 1	- visok stepen čišćenja i zadržavanja

C4	- smanjiti – nivo 2	- srednji stepen čišćenja i zadržavanja
C5	- smanjiti – nivo 3	- nizak stepen čišćenja i zadržavanja, kontrolisano poniranje u jednoj tački i na širem području
	Zagađenje u izuzetnim slučajevima:	
E1	- eliminisati sve mogućnosti izlivanja	- vodonepropusnost kolovoza, usjecanje kosina i nasipa, zaštita od slijetanja vozila sa zaštićenog područja ili oštećenja zaštite
E2	- mogućnost izlivanja treba da bude što je moguće više smanjena	- vodonepropusnost trupa puta, sprečavanje slijetanja vozila sa puta primjenom uobičajenih mjera
E3	- izlivanje je moguće	- kontrolisano odvodnjavanje moguće izliveno tečnosti, cjevovod
E4	- izlivanje nema fatalne posljedice	- samo sanacija koja se zasniva na prethodno utvrđenim postupcima i uputstvima koji se primjenjuju na mjere u slučaju nezgode

Informativne osnove za zaštitu pojedinih stepeni ili područja osjetljivosti predstavljene su u tabeli 6.22.

Tabela 6.22: Klasifikacija područja osjetljivosti

Stepen osjetljivosti	Procjena osjetljivosti	Trajno zagađenje	Zagađenje u izuzetnim slučajevima
1*	ekstremna	C1	E1
1	veoma visoka	C2	E1
2/I	visoka	C2	E2
2/II		C3	E2
2/III		C3	E3
3	umjerena	C4	E4

2.6 NAČINI ODVODNJAVANJA PUTA

Pravilno i pravovremeno odvodnjavanje kolovoza je veoma značajno za bezbjedno odvijanje saobraćaja, dok je ispravno odvodnjavanje puta takođe značajno za zaštitu podzemnih voda.

Sistem odvodnjavanja je moguće projektovati ukoliko je poznato sljedeće

- kvantitet (intenzitet) atmosferskih voda,
- učestalost atmosferskih voda i
- hrapavost slivne površine.

2.6.1 Površinsko odvodnjavanje

Površinsko odvodnjavanje atmosferskih voda pod dejstvom zemljine teže se izvodi pomoću jaraka, koritnica i rigola. Navedene naprave su obrađene pod stavkom 2.1.9.5 ovih tehničkih uslova.

Jarak može da se upotrebljava za odvodnjavanje čistih i zagađenih atmosferskih voda, koje – ukoliko je moguće – treba da budu razdvojene. Zagađenom vodom se smatra sva voda koja otiče sa kolovoza.

Otpadne vode i efluenti sa drugih lokacija (benzinske stanice, moteli, itd.) ne smiju biti priključeni na sistem odvodnjavanja puta. Izuzetak predstavlja samo voda sa površina za parkiranje pored puta.

2.6.2 Dubinsko odvodnjavanje

Sistemi cijevi i propusta se projektuju za dubinsko (podzemno) odvodnjavanje, pod dejstvom gravitacione sile, površinskih voda, efluenta i kanizacionih voda.

Uslovi za sistem cijevi (vrsta i poprečni presjek cijevi, poprečni pad) moraju detaljno biti određeni projektnom dokumentacijom i u skladu sa okolnostima u kojima se njihova upotreba predviđa. Prema pravilu, sistem cijevi mora biti projektovan tako da se odvodnjavanje očekivane vode izvodi pod uticajem gravitacije.

Ukoliko je moguće, sistemom cijevi je potrebno vršiti odvojeno odvodnjavanje čistih i zagađenih atmosferskih voda.

Dubinsko odvodnjavanje čiste vode i poboljšanje hidroloških uslova terena omogućeni su odvodnjavanjem čiji osnovni uslovi moraju biti određeni u projektnoj dokumentaciji.

2.6.3 Sabirni rezervoari i rezervoari za zadržavanje

U području na kojem se nalaze osjetljivi i umjereno osjetljivi izvori vode, odvodnjavanje zagađenih voda iz jaraka, kao i sistem cjevovoda potrebno je usmjeriti i odvesti u sabirni rezervoar ili rezervoar za zadržavanje. U području u kojem se nalaze veoma osjetljivi izvori vode, nije dozvoljena izgradnja rezervoara.

Sabirni rezervoari i rezervoari za zadržavanje su predviđeni za mehaničko prečišćavanje, taloženje i zadržavanje atmosferskih voda koje se slivaju samo sa kolovoza. S obzirom da se prolivene tečnosti, koje nastaju usljed odvijanja saobraćaja, kao i ostale različite prolivene tečnosti i supstance zagađenih atmosferskih voda odvede sa puta u sabirni rezervoar ili rezervoar za zadržavanje, takva voda je djelimično i privremeno zadržana, a kao rezultat toga dolazi do smanjenja prebrzog isticanja u ispusni vod, proliveno ulje se zadržava, a prljavština tone.

S obzirom da su cement-betonski rezervoari projektovani samo za zadržavanje padajućih supstanci i potapanje prljavštine, sabirni rezervoari i rezervoari za zadržavanje su predviđeni takođe i za zadržavanje vode.

Cement-betonski rezervoari i rezervoari za zadržavanje su naročito potrebni u sljedećim slučajevima:

- prije ulaza sistema cjevovoda u jače ispusne vodove sa:

$$Q_{SNV} \geq 10 Q_{krit}$$

gdje je:

Q_{SNV} – količina protoka vode na srednjem nivou

Q_{krit} – 10 puta odvodnjavanje sa puta koje nastaje kao rezultat padavina u trajanju od 15 minuta u jednogodišnjem povratnom periodu, na sabirnom području, smanjeno omjerom odvodnjavanja

- u područjima osjetljivih i umjereno osjetljivih izvora vode; u tom slučaju potrebno je obezbijediti dodatnu sabirnu komoru, ukoliko su kapaciteti sabirnog rezervoara i rezervoara za zadržavanje prevaziđeni za $q_{krit} = 15 \text{ l/s/ha}$, tako da voda ne ističe prebrzo na ispusni vod
- ukoliko nema dovoljno prostora za veće zemljane sabirne rezervoare i rezervoare za zadržavanje.

Zemljani sabirni rezervoari i rezervoari za zadržavanje su neophodni:

- prije odvodnjavanja sistema cjevovoda u ispusni vod sa

$$Q_{SNV} < 10 Q_{krit}$$

- prije odvodnjavanja sistema cjevovoda u stajaće vode (jezera, akumulacije, itd.)
- u područjima osjetljivih i umjereno osjetljivih izvora vode; u slučaju osjetljivog izvora vode, mehanički način čišćenja potrebno je dopuniti biološkim čišćenjem (npr. zadržavanje vode u lagunama).

Prije odvodnjavanja u ispusni vod potrebno je postaviti filter (separator ugljenih hidrata) na kraj rezervoara, sa odgovarajućim kapacitetom protoka, koji odgovara predviđenom protoku kroz reduktore.

2.7 NAČINI ZAPTIVANJA

2.7.1 Opis

Zaptivanje u području izvora vode mora biti izvedeno tako da omogućava pasivnu zaštitu površinskih i podzemnih voda od trajnog zagađenja kao i od zagađenja u izuzetnim slučajevima sa puta.

Osnovni elementi površinske konstrukcije za zatvaranje su

- osnova,
- zaptivajući sloj i
- zaštitni sloj.

2.7.1.1 Osnova

Osnova na koju se postavlja zaptivajući sloj treba da bude izvedena preko prirodnog ili vještačko nasutog od zemljanog materijala.

Svrha osnove je da omogući kvalitetno nanošenje zaptivajućeg sloja, umanju mogućnosti oštećenja zaptivajućeg sloja prilikom nanošenja i obezbijedi dugoročnu stabilnost zaptivajuće konstrukcije.

2.7.1.2 Zaptivajući sloj

Zaptivajući sloj predstavlja dio zaptivajuće konstrukcije koja obezbjeđuje nepropusnost površina koje zaštićuje. Debljina zaptivajućeg sloja zavisi od vrste i kvaliteta materijala koji se upotrebljava za zatvaranje i strogosti zahtjeva koji se primjenjuju za zaštićeno područje.

2.7.1.3 Zaštitni sloj

Zaštitni sloj predstavlja onaj dio zaptivajuće konstrukcije koji zaštićuje zaptivajući sloj od negativnih uticaja koji se ponavljaju, kao što su smrzavanje i isušivanje, kao i od oštećenja ili nekog nedostatka na zaptivajućem sloju koji mogu prouzrokovati vozila.

2.7.2 Materijali

2.7.2.1 Materijali za osnovu

Materijali za izradu osnove obuhvataju teren prirodnog oblika izrađen od stijene ili tla, prethodno nasuto i stabilizovano koherentno ili nekoherentno tlo ili drobljeni kamen.

Materijali za izradu osnove ne smiju da sadrže šljasta zrna sa oštrim ivicama, čestice ili blokove kamena ili konglomerata, koji bi mogli da oštete zaptivajući sloj ili da spriječe njegovo postavljanje na kvalitetan način.

Prije polaganja zaptivajućeg sloja, potrebno je izvršiti zbijanje materijala osnove do najmanje 92% gustine po Proctor-u, te je osnovu potrebno iznivelisati tako da odstupanje od 4 m mjerne letve ne iznosi više od 30 mm. Osnova na koju se postavljaju zaptivajući materijali mora biti stabilna.

2.7.2.2 Zaptivajući materijali

2.7.2.2.1 Zaptivajući materijali za zaptivanje kosina

2.7.2.2.1.1 Glina

Osnovni materijal za zatvaranje kosina, u svim režimima zaštite, predstavlja glina, tj. prirodna glina koja se dobija iskopavanjem na trasi ili prerađena glina ili drugo koherentno tlo, poboljšano čistom bentonit glinom, tako da ima iste karakteristike kao i prirodna glina. Potrebne karakteristike gline ili poboljšanog tla za dopunjavanje gline predstavljene su u tabeli 6.23.

Tabela 6.23: Karakteristike gline za zatvaranje

Karakteristike gline	Zahtjev
- granulacija:	
- do 0.002 mm	$\geq 20\%$ m.-%
- do 0.02 mm	50 - 90% m.-%
- do 0.09 mm	85 - 100% m.-%
- granulacija tla poboljšanog bentonitom:	
- do 0.002 mm	$\geq 15\%$ m.-%
- do 0.02 mm	$\geq 20\%$ m.-%
- do 0.06 mm	$\geq 30\%$ m.-%
- plastičnost:	
- granica plastičnosti zrna ispod 0.5 mm	$\geq 35\%$ m.-%
- indeks plastičnosti zrna ispod 0.5 mm	$\geq 12\%$ m.-%
- kvocijent propusnosti vode (mjereno na nabijenom materijalu, vlažnost jednaka optimalnoj vlažnosti, pod opterećenjem od 50 kPa)	$\leq 10^{-8}$ m/s
- zbijenost gline za zatvaranje	$\geq 95\%$ SPP, vlažnost maksimalno 2 m.-% ispod optimalne i maksimalno 5 m.-% iznad optimalne
- udio humusnih ili organskih primjesa	≤ 5 m.-%

2.7.2.2.1.2 Zaptivajuće trake

Sljedeće zaptivajuće trake su prikladne kao osnovni ili pomoćni materijali za zaptivanje kosina:

- geomembrane,
- bentonit filc,
- bitumenske trake.

Moguće ih je upotrebljavati za zaptivanje kosina ukoliko odgovarajuća glina nije raspoloživa ili kada usljed specifične izgradnje glinu nije moguće ugraditi u zaptivajući sloj.

Prednost zaptivajućih traka predstavlja sveobuhvatan efekat zaptivanja, kontrolisan i homogen kvalitet, kao i jednostavan način postavljanja, koji je u manjoj mjeri uslovljen vremenskim prilikama. Nedostatak zaptivajućih traka predstavlja njihova prevelika osjetljivost na lokalne kvarove i teško popravljjanje oštećenih dijelova.

Ukoliko se upotrebljavaju zaptivajuće trake potrebno je posebno obratiti pažnju na kontakt između zaptivajuće trake i zaštitnog sloja, te da zaštitni sloj ne sklizne na kontaktu sa zaptivajućim slojem.

2.7.2.2.1.2.1 Geomembrane – zaptivajuće polimerne trake

Osnovni polimeri od kojih se izrađuju zaptivajuće trake mogu biti termoplasti ili termoelasti.

HDPE (Polietilen velike gustine) trake i PVC (Polivinil hlorid) trake se najčešće upotrebljavaju za zaptivanje padina. Takođe moguće je upotrebljavati i druge polimerne trake ukoliko imaju odgovarajući kvalitet i trajnost.

Ukoliko je geomembrana ugrađena kao osnovni zaptivajući materijal u zaptivajućoj konstrukciji, debljina zaptivajuće trake ne smije biti manja od 2 mm.

Ukoliko je geomembrana ugrađena kao pomoćni zaptivajući materijal u konstrukciji, debljina zaptivajuće trake može biti manja (1 mm), u zavisnosti od debljine ostalih zaptivajućih slojeva.

Karakteristike geomembrana, koje se mogu upotrebljavati za zaptivanje, navedene su u tabeli 6.24.

2.7.2.2.1.2.2 Bentonitne trake – GCL filc (obloga od geo-gline)

Bentonitne trake su trake kod kojih se čista bentonit glina, u vidu prašine ili granula, pričvršćuje između dva sloja geotekstila. S obzirom na način pričvršćavanja gline između nosećeg i gornjeg sloja geotekstila, razlikuju se lijepljeni i šiveni GCL filcevi. Ukoliko noseći sloj geotekstila zamjenjuje PEHD ili PVC geomembrana, iste je potrebno smatrati kombinovanim GCL filcem.

Tabela 6.24: Karakteristike geomembrana za zatvaranje

Karakteristike geomembrana	Zahtijevane vrijednosti
– Izgled:	Površina mora biti glatka, bez pora, otvora i stranih tijela, mora glatko i jednako da se odmotava sa kotura.
– Debljina:	Najmanje 2 mm, pojedine vrijednosti mogu da se razlikuju ali ne više od 10%.
– Otpornost na visoke temperature	– Promjene dimenzija ne smiju da prelaze 2% – Izgled ne smije da se mijenja – Promjene čvrstoće ne smije da prelaze 20%
Apsorpcija vode:	– ≤ 1 m.-% poslije 28 dana u vodi
– Mehanička svojstva:	
– Čvrstoća:	
– Jednoosovinska snaga pri izduživanju	≥ 400 N/ 5 cm
– Izduživanje kod površinskog loma	> 10 %
– Otpornost na kidanje	> 200 N
– Otpornost na proboj	> 750 mm, nepropustiv
– Otpornost na niske temperature	$- 20^{\circ}$ C, bez pukotina
– Otpornost na visoke temperature	> 100 N/ 5 cm
– Čvrstoća vara:	
– Dijelom kristalan	$> 0,9$
– Amorfan	$> 0,6$
– Otpornost na koncentrisani medijum:	
– Promjena mase	< 5 m.-%
– Promjena zateznih karakteristika	< 25 %
– Otpornost na razblažen medijum:	
– Promjena mase	< 10 m.-%
– Promjena zateznih karakteristika	< 20 %
– Otpornost na biljke	Nema izrastanja korijenja
– Otpornost na životinje	Nije ih moguće progristi, oštećenja duž ruba < 50 mm

Ukoliko je GCL filc ugrađen kao osnovni zaptivajući materijal u konstrukciji, moguće je primjenjivati samo šivene GCL trake, s tim da gustina šavova ne smije biti manja od 3 x 3 cm. Ostale karakteristike GCL traka, koje se mogu upotrebljavati za zaptivanje, navedene su u tabeli 6.25.

Tabela 6.25: Karakteristike bentonit traka – GCL filc

Karakteristike bentonit traka	Zahtijevane vrijednosti
– Vrsta GCL filca	Šiveni, maksimalan razmak između šavova 3 x 3 cm, Kombinovani GCL – PEHD, ljepljen
– Noseći i gornji GCL slojevi	≥ 200 g
– Zatezna čvrstoća u uzdužnom i poprečnom smjeru	≥ 10 kN/m ²
– Bentonitno punilo	≥ 3.5 kg/m ²
– Vrsta bentonitnog punila	Prirodan ili aktiviran natrijum montmorilonit
– Vlažnost prilikom dostave	≥ 75 m.-%
– Apsorpcija vode po Enslin-u	≤ 15 m.-%
	≥ 650 m.-%
– Koeficijent propusnosti vode (pod opterećenjem od 10 kPa)	$< 10^{-10}$ m/s

2.7.2.2.1.2.3 Geofilc sa prskanim bitumenom

Moguće ih je upotrebljavati samo kao pomoćne zaptivajuće trake za sprečavanje isušivanja i za zaštitu gline. Potreba bitumena za prskanje je 1.5 kg/m² do 2.0 kg/m².

2.7.2.2.1.3 Zaptivajući materijal za zatvaranje kolovoza

2.7.2.2.1.3.1 Slojevi asfaltne kolovozne konstrukcije

Sloj asfaltne kolovozne konstrukcije treba biti izrađen od zastora i nosećih slojeva.

Asfaltna mješavina za sloj kolovozne konstrukcije ne smije poslije ugradnje imati više od 5 V.-% šupljina. Asfaltna mješavina za noseći sloj smije u najosjetljivijim područjima imati maksimalno 7 V.-% šupljina, dok udeo šupljina za ostala područja nije određen.

2.7.2.2.1.3.2 Membrana za apsorpciju napona SAM

Membrana za apsorpciju napona SAM se izrađuje prskanjem polimer bitumena (1.5 na 2.0 kg/m²), koji je potrebno posuti odgovarajućom količinom kamene sitneži, odgovarajuće veličine zrna.

2.7.2.2.1.3.3 Zaptivanje spojeva

Za zaptivanje spojeva može se upotrebljavati bitumenske zaptivajuće trake ili odgovarajuću mješavinu za zaljevanje spojeva (na bitumenskoj ili drugoj osnovi).

2.7.2.2.1.4 Zaštitni materijali

Materijali za izradu zaštitnog sloja mogu biti:

- prirodno tlo i humus;
- prirodno tlo i kamena obloga;
- prirodno tlo i cement betonski ili drugi elementi.

Minimalna debljina zaštitnog sloja može da iznosi 30 cm i zavisi od zahtjeva koji se odnose na zaštitu zaptivajućeg sloja od oštećenja koje može proizvesti uticaj vozila. Potrebnu veću debljinu zaštitnog sloja određuje se na osnovu procjene tipičnih klimatskih uslova, posebno za svaki objekat.

Prilikom planiranja zaštitnog sloja na kosinama, potrebna je analiza stabilnosti u cilju dokazivanja otpornosti zaštitnog sloja na klizanja na kosinama. Minimalan dokazani faktor zaštite od klizanja zaštitnog sloja treba da iznosi $F > 1.2$.

2.8 NAČINI ZAŠTITE VODA

Načini zaštite voda zavise od osjetljivosti izvora vode, kojem je potrebno prilagoditi metode zatvaranja i odvodnjavanja, i to u zavisnosti od geometrije puta.

2.8.1 Veoma osjetljivo područje

Usljed posebnih hidrogeoloških uslova nije moguće predvidjeti jedinstvena pravila zaštite na takvim područjima. Za svaki pojedinačni slučaj potrebno je pripremiti detaljnu sanitarnu i hidrogeološku analizu, kao i projekat kojim se određuju potrebne mjere zaštite za određeni izvor vode, na osnovu kojih se obezbjeđuje maksimalna moguća zaštita. Sanitarnom i hidrogeološkom analizom potrebno je odrediti sva dozvoljena odstupanja.

2.8.1.1 Projektovanje zaptivajućih sistema

Kada je riječ o zaštiti kosina i kolovoza, prioritet je potrebno dati onim sistemima koji koriste veći udeo prirodnih materijala, uz dokaz o njihovoj sanitarnoj ispravnosti.

2.8.1.1.1 Zaptivajuće konstrukcije za zaštitu kosina

Moguće ih je izvesti od

- prirodnih materijala, kao što je glina debljine 50 cm i zaštitnog sloja minimalne debljine 30 cm
i/ili
- vještačkih materijala ili kombinacije gline i vještačkih materijala, u slučaju da odgovarajuća glina nije na raspolaganju ili ukoliko, zbog posebnih karakteristika izgradnje glinu nije moguće ugraditi u zaptivajući sloj. Navedene posebne karakteristike su:
- geomembrana sa zaštitnim slojem minimalne debljine 30 cm,
- GCL filc sa zaštitnim slojem čija se debljina određuje s obzirom na klimatske uslove i sa zaštitnim slojem minimalne debljine 30 cm, ili
- bitumenska traka sa glinom, debljine 40 cm i minimalna debljina zaštitnog sloja 30 cm

2.8.1.1.2 Zaptivajuće konstrukcije na kolovozu

Moguće je upotrebljavati asfaltni zastor, čiji noseći sloj ne smije imati više od 7 V.-% šupljina. Moguće je takođe primjeniti SAM metodu i zaptivanje spojeva.

2.8.1.1.3 Projektovanje sistema odvodnjavanja

2.8.1.1.3.1 Jarkovi i koritnice

Jarkovi treba da se nalaze na dnu i na kosinama, te treba da budu učvršćeni i vodonepropusni tako da opasne supstance njime teku (do sabirne komore) bez poniranja.

Zaptivanje jaraka moguće je izvesti oblogom od gline (glinastim nabojem) ili drugim zaptivajućim slojem najmanje debljine 60 cm, od koherentnog zemljišta (glinovita prašina), s tim da je proporcija zrna do 0.01 mm preko 15 m.-% i zrna između 0.02/0.06 mm preko 20 m.-% ili od drugog nepropustivog materijala (zaptivajuće trake).

U jarkovima ne smije se zasađivati drveće i biljke sa dubokim korjenom.

Zaptivajući oblog jarka treba biti povezan sa oblogom koji zaštićuje površinu između jarka i kolovoza.

Ukoliko se radi o jarkovima koji su učvršćeni cement betonskim koritnicama preko zaptivajuće obloge, spojeve (pukotine) treba učvrstiti trajno elastičnim materijalom. Kosine jarka je potrebno izolovati pomoću traka najmanje širine 4 m, i to od sredine jarka do susjednog zemljišta. Navedena traka treba imati nagib prema jarku najmanje 10%. Preko zaptivajućeg sloja potrebno je ugraditi humus i posaditi travu.

2.8.1.1.3.2 Cjevovodi za kanalizaciju

Cjevovod mora u potpunosti biti vodonepropusan kako bi se isključila bilo kakva mogućnost zagađenja podzemnih voda. Sistem cjevovoda za vodu sa kolovoza mora biti odvojen od sistema za odvodnjavanje kosina nasipa i usjeka. Navedeni sistemi moraju biti izvedeni od vodonepropusnih cijevi. U cilju zaštite podzemnih voda, cijev je moguće

postaviti u drugu cijev većeg prečnika ili u cement-betonski kanal, u skladu sa uputstvima proizvođača cijevi.

U svakom slučaju, neophodna je redovna kontrola kvaliteta ugrađenih cijevi (npr. putem video kamere).

Reviziji i drugi šahtovi moraju biti vodonepropusni, a isto se primjenjuje i za spojnice između šahtova i cijevi. Spojnice moraju ostati savitljive i ne smiju biti obložene betonom. Proizvođač cijevi certifikatom garantuje potrebnu čvrstoću, vodonepropusnost i trajnost. Sistem cijevi treba biti izveden tako da se spriječe naknadno sleganje i kvarovi usljed pucanja spojnica i cijevi.

2.8.1.1.3.3 Dreniranje

Svaki vid dreniranja područja trupa puta treba biti usmjeren prema kanalizaciji puta.

2.8.1.1.3.4 Bazen

Izgradnja bazena na veoma osjetljivom području mora biti zabranjena. Kanalisanu atmosfersku vodu je potrebno odvesti sa takvih površina.

2.8.1.1.4 Priprema plana intervencionih mjera

S obzirom na hidrogeološke karakteristike područja potrebno je pripremiti plan intervencionih mjera, za slučajeve izvanrednog zagađenja, i to u toku izgradnje puta kao i u fazama eksploatacije. Planom intervencionih mjera potrebno je odrediti odgovorne osobe i institucije koje će izvesti sanaciju.

Intervencione mjere moraju biti predviđene tako da omogućavaju uklanjanje zagađivača i zagađenog zemljišta u najkraćem mogućem vremenu.

2.8.2 Osjetljivo područje

2.8.2.1 Projektovanje zaptivajućeg sistema

Kada je riječ o zaštiti kosina i kolovoza, prednost je potrebno dati onim sistemima koji primjenjuju veliki udeo prirodnih materijala, uz dokaz o njihovoj sanitarnoj ispravnosti.

2.8.2.1.1 Zaptivajuće konstrukcije za zaštitu kosina

Moguće ih je izvesti od

- prirodnih materijala, kao što je glina debljine 50 cm i zaštitnog sloja minimalne debljine 30 cm
i/ili
- vještačkih materijala ili kombinacije gline i vještačkih materijala, u slučaju da odgovarajuća glina nije na raspolaganju ili ukoliko, zbog posebnih karakteristika izgradnje glinu nije moguće ugraditi u zaptivajući sloj. Navedene posebne karakteristike su:
- geomembrana sa zaštitnim slojem minimalne debljine 30 cm,
- GCL filc sa zaštitnim slojem čija se debljina određuje s obzirom na klimatske uslove i sa zaštitnim slojem minimalne debljine 30 cm, ili
- bitumenska traka sa glinom, debljine 30 cm i minimalna debljina zaštitnog sloja 30 cm

2.8.2.1.2 Zaptivajuće konstrukcije na kolovozu

Moguće je upotrebljavati asfaltni zastor i SAM.

2.8.2.2 Projektovanje sistema odvodnjavanja

2.8.2.2.1 Jarkovi i koritnice

Jarkovi treba da se nalaze na dnu i na kosinama, te treba da budu učvršćeni tako da omogućavaju oticanje opasnih supstanci.

Stabilizaciju jarkova je moguće izvesti kamenom oblogom u cement-betonu ili pomoću kanala, betonskih ploča ili segmenata cement-betonskih cijevi. Kod strmih nagiba moguće je upotrebljavati bujične kanale ili brzotoke izrađene od kamena u cement-betonu. Spojeve između kamena u cement-betonu potrebno je izvesti veoma kvalitetno. Širenje obloge je potrebno izvesti na svakih nekoliko metara, kako bi se izbjeglo naknadno nekontrolisano pucanje. Spojevi kanala (ploče, segmenti) treba da budu zatvoreni trajno elastičnim materijalom. Na kosine iznad zaštite potrebno je položiti sloj humusa i iste ozeleniti.

2.8.2.2.2 Cjevovodi za kanalizaciju

Cjevovod je potrebno izvesti od vodonepropusnih cijevi (npr. centrifugirane cement-betonske cijevi, plastične cijevi, itd.), sa savitljivim spojnica (savitljiva smjesa za zatvaranje spojnica). Polaganje cijevi je potrebno izvršiti u skladu sa uputstvima proizvođača.

Revizioni i drugi šahtovi moraju biti vodonepropusni, a isto se primjenjuje i za spojnice između šahtova i cijevi. Spojnice moraju ostati savitljive i ne smiju biti obložene betonom. Proizvođač cijevi certifikatom garantuje potrebnu čvrstoću, vodonepropusnost i trajnost.

2.8.2.2.3 Dreniranje

Svaki vid dreniranja područja trupa puta treba biti usmjeren prema kanalizaciji puta i dalje prema bazenu.

2.8.2.2.4 Bazeni

Predviđeno je i potrebno da se izvedu bazeni za prijem kanalisanih atmosferskih voda sa puta. Prije konačnog izlaza kanalizacije puta u okolinu (izlazni vod), potrebno je predvidjeti spori biološki filter, a prije njega grubi filter. Sve gore navedeno uslovljava izgradnju dodatnog sabirnog rezervoara prije filtera, u cilju smanjenja dimenzija i troškova filtracionog polja.

Armirano-betonski taložni bazen treba, kao rezultat tehničkih propisa koji se odnose na cement-beton (agresivne supstance) i zaštitu okoline, biti vodonepropusan (aditivi za cement-beton, zaptivajuće trake na spojevima podnih ploča i zidova).

Zemljani rezervoar u području sa vodopropusnosti zemljišta $k \leq 10^{-8}$ m/s ne zahtijeva dodatno zatvaranje, dok je u području velike propusnosti, potrebno izvesti dodatno zatvaranje zamjenom tla koje ima potrebnu propusnost sa slojem debljine najmanje 1 m ili postavljanjem drugog (vještačkog ili prirodnog) zaptivajućeg premaza. Rezervoari treba da budu zaštićeni, a na kosine rezervoara treba položiti sloj humusa i izvršiti njihovo ozelenjavanje.

2.8.2.3 Priprema plana intervencionih mjera

S obzirom na hidrogeološke karakteristike područja potrebno je pripremiti plan intervencionih mjera, za slučajeve izvanrednog zagađenja, i to u toku izgradnje puta kao i u fazama eksploatacije. Planom intervencionih mjera potrebno je odrediti odgovorne osobe i institucije koje će izvesti sanaciju.

Intervencione mjere moraju biti predviđene tako da omogućavaju uklanjanje zagađivača i zagađenog zemljišta u najkraćem mogućem vremenu.

2.8.3 Umjereno osjetljivo područje

2.8.3.1 Projektovanje zaptivajućih sistema

Za zaštitu kosina i kolovoza moguće je upotrebljavati različite sisteme.

2.8.3.1.1 Zaptivajuće konstrukcije za zaštitu kosina

Moguće ih je izvesti od

- prirodnih materijala, kao što je glina debljine 40 cm i zaštitnog sloja minimalne debljine 30 cm

i/ili

- vještačkih materijala ili kombinacije gline i vještačkih materijala, u slučaju da odgovarajuća glina nije na raspolaganju ili ukoliko, zbog posebnih karakteristika izgradnje glinu nije moguće ugraditi u zaptivajući sloj. Navedene posebne karakteristike su:
- geomembrana sa zaštitnim slojem minimalne debljine 30 cm,
- bitumenska traka: glina je zamijenjena tlom u zaštitnom sloju debljine 30 cm

2.8.3.1.2 Zaptivajuće konstrukcije na kolovozu

Moguće je upotrebljavati samo asfaltni zastor kolovozne konstrukcije.

2.8.3.2 Projektovanje sistema odvodnjavanja

2.8.3.2.1 Jarkovi i koritnice

Jarkove je potrebno učvrstiti na odgovarajući način u cilju sprečavanja erozije, kao i zbog izgleda ili postizanja potrebne hrapavosti. Ukoliko dno kosine nije učvršćeno, potrebno je na njega položiti sloj humusa i izvršiti njegovo ozelenjavanje.

2.8.3.2.2 Cjevovodi za kanalizaciju

Cjevovod mora biti vodonepropusan. To znači da odabrane cijevi moraju biti kvalitetne a sistemi cijevi zajedno sa spojnicama moraju biti vodonepropusni, uz obavezne savitljive spojnice (savitljiva smjesa za zatvaranje spojnica). Polaganje cijevi je potrebno izvršiti u skladu sa uputstvima proizvođača.

Revizioni i drugi šahtovi moraju biti vodonepropusni, a isto se primjenjuje i za spojnice između šahtova i cijevi. Spojnice moraju ostati savitljive i ne smiju biti obložene betonom. Proizvođač cijevi certifikatom garantuje potrebnu čvrstoću, vodonepropusnost i trajnost.

2.8.3.2.3 Dreniranje

Vodu prikupljenu dreniranjem područja puta moguće je, ukoliko je dreniranje ispravno izvedeno (jarkovi, sistem cijevi), ispustiti u okolinu, odvojeno od sistema kanalizacije puta.

2.8.3.2.4 Bazen

Predviđeno je i potrebno da se izvedu bazeni za prijem kanalisanih atmosferskih voda sa puta. Izbor armirano-betonskog ili zemljanog rezervoara zavisi od utvrđenih kriterijuma (stavka 2.6.3).

Armirano-betonski taložni bazen treba, kao rezultat tehničkih propisa koji se odnose na cement-beton (agresivne supstance) i zaštitu okoline, biti vodonepropusan (aditivi za cement-beton, zaptivajuće trake na spojevima podnih ploča i zidova).

Bazen u zemljanom materijalu ne zahtijeva poseban zaptivajući sloj ili zemljani sloj, u cilju postizanja nepropusnosti. Dozvoljeno je jedino sporo poniranje dolazeće vode ispod nivoa kontrolnog mehanizma. Ukoliko je izvodljivo, bazen treba biti izveden u obliku lagune. Na kosine je potrebno ugraditi sloj humusa i izvršiti njihovo intenzivno ozelenjavanje.

2.8.3.3 Priprema plana intervencionih mjera

S obzirom na hidrogeološke karakteristike područja potrebno je pripremiti plan intervencionih mjera, za slučajeve izvanrednog zagađenja, i to u toku izgradnje puta kao i u fazama eksploatacije. Planom intervencionih mjera potrebno je odrediti odgovorne osobe i institucije koje će izvesti sanaciju.

Intervencione mjere moraju biti predviđene tako da omogućavaju uklanjanje zagađivača i zagađenog zemljišta u najkraćem mogućem vremenu.

2.8.4 Područje slabe osjetljivosti

Ukoliko je područje klasifikovano na nivou osjetljivosti 4*, potrebno je sprovesti sljedeće mjere.

2.8.4.1 Projektovanje sistema odvodnjavanja

Dozvoljeno je disperzivno odvodnjavanje zagađenih atmosferskih voda sa kolovoza. Uslovi za takvo odvodnjavanje moraju biti utvrđeni na odgovarajući način i dokumentovani od slučaja do slučaja.

U takvim područjima ne postoji potreba za sabirnim bazenima. Dozvoljeno je da se zagađena atmosferska voda prikuplja u lokalnim depresijama ili drugim pogodnim područjima, koja su prethodno izrađena, tako da su spriječena bilo kakve poplave izvan područja puta. Veličina takvog područja takođe omogućuje prirodne fizičke ili biohemijske procese prečišćavanja zagađenih atmosferskih voda.

2.8.4.2 Priprema plana intervencionih mjera

S obzirom da za ova područja nisu predviđene posebne mjere zaštite, potrebno je, s obzirom na hidrogeološke karakteristike područja, pripremiti plan intervencionih mjera, za slučajeve izvanrednog zagađenja, koji je razdvojen od bilo kojeg plana intervencionih mjera za područja slabe osjetljivosti. Planom intervencionih mjera potrebno je odrediti odgovorne osobe i institucije koje će izvesti sanaciju.

Intervencione mjere moraju biti predviđene tako da omogućavaju uklanjanje zagađivača i zagađenog zemljišta u najkraćem mogućem vremenu.

2.8.4.3 Priprema plana intervencionih mjera za ostale nivoe područja slabe osjetljivosti

Mjere zaštite nisu potrebne. Dozvoljeno je disperzivno odvodnjavanje zagađenih atmosferskih voda sa kolovoza. U slučaju izvanrednog zagađenja, preporučuje se da se unaprijed pripremi plan intervencionih mjera, koji treba da sadrži raspodjelu dužnosti i zadataka kao i finansijske izvore za izvođenje sanacije.

2.8.5 Neosjetljivo područje

Mjere zaštite nisu potrebne. Dozvoljeno je disperzivno odvodnjavanje zagađenih atmosferskih voda sa kolovoza. U slučaju izvanrednog zagađenja, preporučuje se da se unaprijed pripremi plan intervencionih mjera, koji treba da sadrži raspodjelu dužnosti i zadataka kao i finansijske izvore za izvođenje sanacije.

Knjiga I: PROJEKTOVANJE

Dio 1: PROJEKTOVANJE PUTEVA

Poglavlje 6: PUT I ŽIVOTNA SREDINA

SMJERNICA 3: ZAŠTITA OD EROZIJE I SNEŽNIH USOVA

3. ZAŠTITA OD EROZIJE I SNEŽNIH USOVA

3.1 PREDMET SMJERNICA

Inženjersko biološke mjere pri uređivanju prostora uz ceste su često najviše naglašene ili su uopšte jedine, koje se uzimaju u obzir. To je razumljivo. Temeljno poslanstvo uređivanja predjela uz cestu je "pospremanje" gradilišta ceste, sanacija zemljišta razorenih građevinskim radovima i njihovo uređenje kao dijela cestovnog tijela. Zbog toga nije sasvim opravdano spominjati samo inženjersko biološka uređivanja. Postoji čitav niz sanacijskih mjera, koji se izvedu sa anorganskim materijalom te izgradnjom objekata, kao što su različiti zidovi, uređenje voda, drenažni i slični sistemi. S druge strane je spisak bioloških mjera, koji doprinose konačnom uređenju prostora uz cestu, puno obimniji, od onih, koje uobičajeno definišemo kao biološko inženjerske. Zato radije govorimo o biotehničkim i okolinsko tehničkim mjerama. Na značaj biotehničkih mjera pri sanaciji prostora uz cestu zapravo utiče činjenica, da ceste u većini slučajeva prolaze kroz prirodno sačuvanu okolinu te je zato biotehničko uređivanje prostora uz cestu najviše prilagođeno obilježjima šire okoline ceste. Ono je najprirodnije i, također, za vozača na cesti najviše prihvatljivo. Inženjersko biološke, te okolinsko tehničke mjere pri uređivanju okoline uz cestu polaze od temeljnog poslanstva uređivanja prostora uz cestu te obezbjeđivanja stabilnosti kolovoza i cestovnih objekata kao i zemljišta uz cestu. Proizilaze iz čitavog niza mjera, koje moraju zadovoljiti uređenje cestovne okoline.

3.2 OPŠTE O ZAŠTITI

3.2.1 Stabilnost ceste i cestovnih objekata

Zemljište, na kojem je građena cesta, mora se učvrstiti do te mjere i tako da prirodni procesi ne mogu ugroziti stabilnosti samog cestovnog tijela i cestovnih objekata, kao što su nasipi, mostovi, te druge slične građevine.

3.2.2 Stabilnost tla na razorenim zemljištima

Ustaljivanje padina, iskopa i nasipa treba obezbjeđiti i tada, kada njihova nestabilnost, sama po sebi, ne ugrožava cestu i saobraćaj na njoj. Tu se radi o čistoj sanaciji oštećenih zemljišta. Tom zahtjevu treba pribrojati i zaštitu od erozije na ogoljelim površinama, koja može biti za samu stabilnost ceste i njenih objekata beznačajna, ali je zato nepovoljna za okolinu ceste, na primjer za vodotoke ili susjedna zemljišta. Mora se urediti vodni režim i režim površinskog oticanja vode na razorenim površinama, jer je voda najvažniji razlog za nestabilnost zemljišta.

3.2.3 Uređivanje vodotoka uz cestu

Zbog stabilnosti ceste i njenih objekata pri prelazu preko vodotoka ili u kontaktu sa njima, najčešće se moraju napraviti regulacijske mjere. Te se moraju, ako je to moguće, izvoditi sa inženjersko-biološkim mjerama ili bar moraju biti dopunjene sa biotehničkim uređenjima, prije svega zbog okolinsko ekoloških i okolinsko uređivačkih zahtjeva.

3.2.4 Ozelenjavanje-zatravljanje i/ili zasadjivanje drveća

Potreba za zatravljanjem i zasadjivanjem razorenih zemljišta je neizbježna, ukoliko se želi obezbjeđiti stabilnost tla na razorenim zemljištima, bez obzira na sve druge mjere. Zasadjivanje rastinja zato mora biti neodvojiv dio svih inženjersko bioloških mjera.

3.2.5 Učvršćivanje oblika rastinja na prostoru uz cestu

Različite oblike rastinja, koje građevinske mjere ispostave novim uslovima rasta, treba zaštititi na primjer sadnjom pasa šume zbog njegove stabilizacije, popunom oštećene žive ograde, rastinjem uz vodu, drvoredima i tako dalje.

3.2.6 Ograničenja inženjersko bioloških mjera

Sa inženjersko biološkim mjerama mora se spriječiti ili ublažiti pluvialnu, površinsku vodnu eroziju, te eroziju zbog vjetra. Spriječiti treba štetno ispiranje zemljišta i onemogućiti razvoj gorih oblika erozije, posebno vodne erozije - brazdaste, jarkaste i bujične erozije. Potrebno je utvrditi i klizeće i uslovno stabilne padine. Ako inženjersko biološki zahvati nisu uspješni, mora se tlo najprije stabilizirati sa zahvatima, koji su poznati iz mehanike tla: sa isušivanjem i prerasporedjenjem brdskih masiva, te sa podupiranjem padina. Tek na prethodno stabiliziranim padinama može se početi sa unošenjem vegetacije, i to sa tzv. biotehničkim radovima. Biotehničko utvrđivanje i osiguravanje cestovnih kosina mora biti dio protiverozijske zaštite rušivih i narušenih padina. Protiverozijska zaštita cestovnih kosina mora biti što potpunija, jer mogu na za saobraćaj otvorenoj prometnici erozijske pojave, koje inače imaju na narušavanje ravnoteže medju rušivim i stabilizirajućim silama u širem prostoru praktično zanemarljiv uticaj, prouzrokovati teška oštećenja i s tim veoma ugroziti sigurnost saobraćaja.

3.2.7 Drugi vidici inženjersko bioloških mjera

Biotehničke mjere moraju pored funkcionalnosti obezbijediti takodjer i odgovarajući estetski učinak, jer bitno učestvuju u suoblikovanju izgleda okoline. Njihovo kvalitetno planiranje i izvodjenje su veoma važni za primjerno uklapanje cestovnog tijela u okolinu. Pri tome ne smije se zaboraviti, da je taj vidik nadgradnja funkcionalnog vidika i njemu je i podređen.

3.3 TEMELJNA NAČELA ZAŠTITE

Načelno bi se cestovne padine nakon uspostavljanja uravnoteženih razmjera (ustaljivanje padina, vodnog režima i tako dalje) morale postepeno prirodno zarasti.

Zbog neuredjenosti vodnog režima bi se ipak u toku polaganog zarastanja osjetno preoblikovala površina (brazdice, brazde, jarkovi i tako dalje), lokalno bi se izoblikovali novi - stalni erozijski jarci. Prirodno zarašćivanje bi se odvijalo tako, da bi gola tla najprije naselila pionirska vegetacija, zatim bi se na vezanim i postepeno izboljšanim tlima naselile nove biljne zajednice svaki put sve viših razvojnih stadija.

Zato se pokušava pri uređivanju cestovnih padina, od kojih je zavisna sigurnost saobraćaja, sa posebnim tehnikama, koje zahtijevaju bitno manje vremena, slijediti prirodnim razvoju vegetacijskih sukcesija.

Različite metode vegetativnog utvrđivanja narušenih padina su potrebne zato, jer su na cestovnim padinama veoma različiti prirodni uslovi. Preveliko poopštavanje i neprimjerna upotreba pojedinih metoda su se često pokazali manje uspješnim. Istovremeno ne smije se zaboraviti niti na troškove, jer se izbor najprimjernije metode, prije ili kasnije pokaže kako stručna tako i ekonomska odluka. S vidika prilagodjenosti prirodnoj okolini je poželjna upotreba onih metoda, pri kojim je potrošnja energije najmanja, jer baš te metode najbolje podržavaju prirodne procese.

3.3.1 Redosljed izvodjenja inženjersko bioloških mjera

Sa inženjersko biološkim mjerama na cestovnim padinama obnavlja se vegetaciju, najčešće na goljoj površini, te na površinama sa nerazvijenim ili slabo razvijenim zemljištima. Na takvim površinama kišne kapi tlo bukvalno bombarduju i uništavaju njegovu strukturu, dok površinski otičuća voda neometano ispira djeliće zemljanog materijala, pravi brazde i jarke, te tako spriječava razvoj vegetacije prirodnim putem.

Na područjima izloženim vjetru eroziji vode se pridružuje vjetrovna (eolska) erozija, a to je proces odnošenja, prenošenja i odlaganja djelića zemljanog materijala zbog djelovanja vjetra. Zimi se na područjima koja su pokrivena snijegom, pojavljuje još i snježna erozija, koja prouzrokuje puzanje, klizanje i plaženje snježnog pokrivača na nagnutoj podlozi, a velike teškoće nastankom smetova može da prouzrokuje i prenošenje snijega sa vjetrom. Prethodno treba onemogućiti sve faktore (voda, vjetar, snijeg), koji ograničavaju razvoj vegetacije. Bez dosljednog uzimanja u obzir temeljnih stručnih načela i pravilnog

redosljeda izvodjenja biotehničkih mjera utvrđivanje padina sa vegetacijom nije uspješno, ili je uspjeh samo privremen, odnosno mnogo slabiji, nego što bi morao biti.

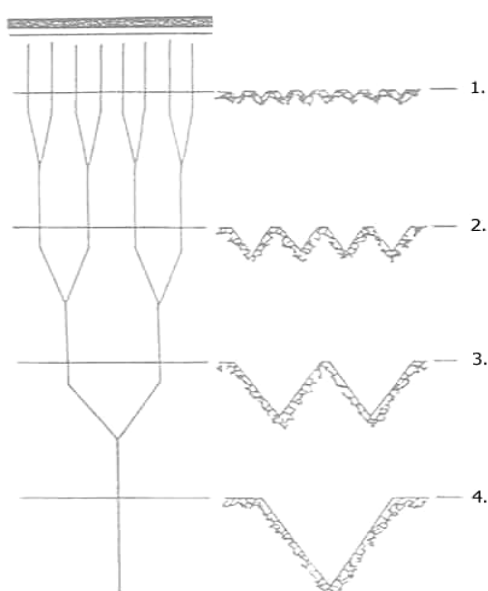
Zato treba na cestovnim padinama stvoriti prije svega što primjernija mjesta za naseljavanje i razvoj vegetacije (zemljišni uslovi, ograničavanje ispiranja tla, sprječavanje povratne erozije, uređenje režima voda, ograničavanje puzanja, klizanja i plaženja snježnog pokrivača, pravljenje zaštite od vjetra,...), a zatim je formirati na ekološko i ekonomsko najprimjerniji način, te je njegovati do potpunog preuzimanja svih funkcija, a posebno njene zaštitne funkcije.

3.3.2 Podjela inženjersko bioloških mjera

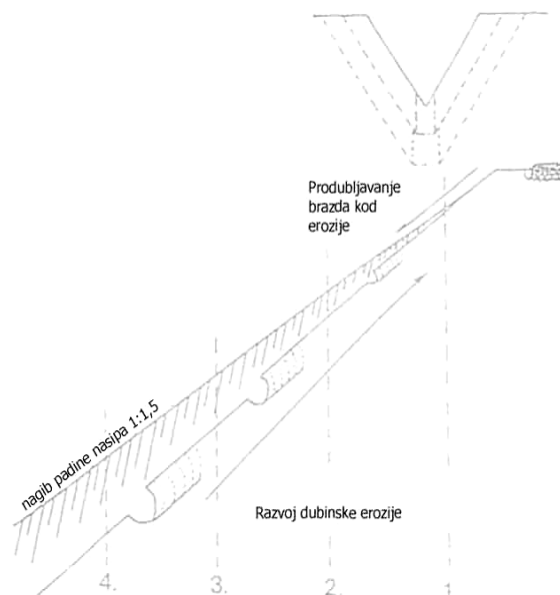
Inženjersko biološke mjere čine dvije grupe radova:

- tehnički radovi (priprema padine, uređenje vodnog režima, pravljenje zaštite od vjetra, ograničavanje gibanja snježnog pokrivača),
- biotehnički radovi (izrada vegetacijske zaštite za zaštitu od pluvijalne erozije - sa kišnim kapljicama i površinsko vodene erozije – ispiranjem, crtež 6.17 i 6.18).

Vegetativno utvrđivanje cestovnih padina je tim lakše, čim pažljivije je napravljen plan prometnice (na žalost je prečest podcjenjivajući odnos do problema mehanike tla i obnove vegetacije) i što kvalitetnije te stručno korektnije je ono izvedeno, što je posebno bitno kod visokih ukopa, zasjeka i nasipa.



Crtež 6.17: Šema razvoja brazdanja kod dubinske erozije na padini



Crtež 6.18: Šema oblikovanja erozijskih brazdi

3.3.3 Tehnički radovi

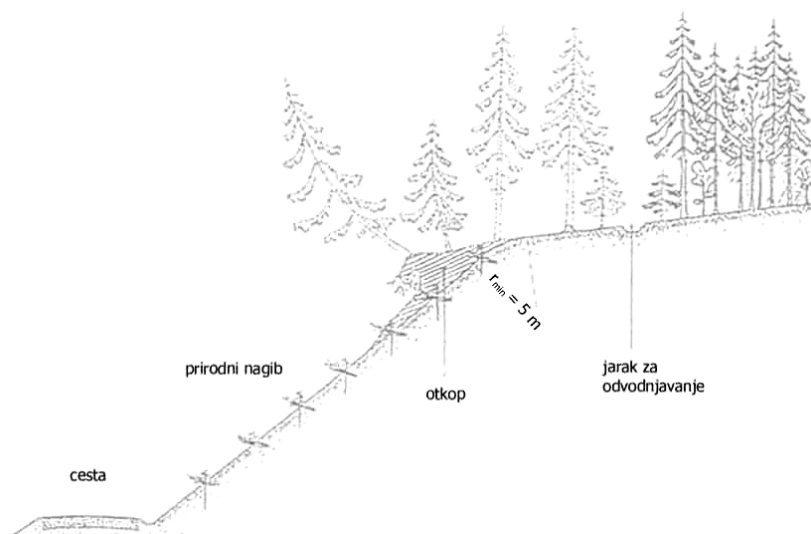
Tehničke radove potrebno je u pravilu izvesti prije biotehničkih, jer su baš oni preduslov za njihovu uspješnost. Izvode se na tek geomehanički ustaljenoj ili pa već stabilnoj padini, jer sa vegetacijom ne mogu se riješiti problemi mehanike tla. Ako se želi padine uz cestu prilagoditi prirodnoj okolini, veoma je poželjno, da njihov nagib nije ravnomjeran, nego promjenljiv kao što je to i u prirodi. To mijenjanje može se stručno i korektno izvesti jedino tako, da se izoblikuje različite nagibe padina, ali svi oni moraju biti manji od prirodnog ugla nagiba padine, odnosno od njenog najnepovoljnijeg sloja.

Upravo zbog toga često je potrebna zaštita podnožja padine od izjedanja (što je još posebno važno pri vodenim tokovima i pri odvodnji sa cestovnog tijela). Prije svega treba padinu prethodno tako oblikovati, da se na predjelima, gdje su procesi raspadanja,

odstrane svi oni grebeni i lokalne strmine, čiji je prirodni ugao stabilnosti padine veći nego kod mokrih padina. Poravnati treba brazde i jarke.

Posebnu pažnju mora se posvetiti gornjim rubovima otkopnih padina. Za sprječavanje povratne erozije, osipanja i upadanja otkopne padine, te nepovoljnog djelovanja visokog drveća i smrzavanja na gornjem otkopnom rubu padinu treba oblikovati na sljedeći način (crtež 6.19):

- Otkopni rub treba oblikovati tako, da dobije zaobljen oblik sa minimalnim poluprečnikom 5,00 m. Poželjno je, da se sa porastom visine padine povećava poluprečnik zaobljenosti. Tako zaobljeni otkopni rubovi neka bez preloma prelaze u prirodni, obrašćeni dio više ležeće padine.
- Drveće treba na razdaljini od najmanje 5,00 m od tako zaobljenog gornjeg ruba posjeći, da bi se spriječio njihov nepovoljni uticaj, zbog njihovanja izazvanog vjetrom, na mehaničku povezanost padine.

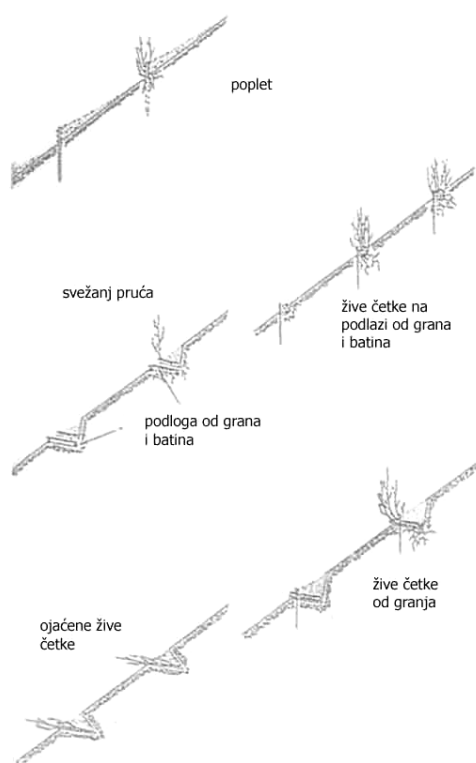


Crtež 6.19: Šema uredjenja i utvrdjenja padine

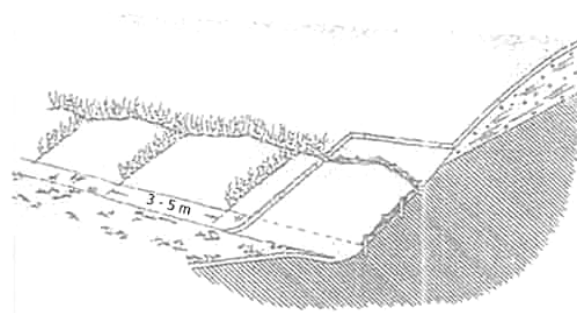
- Na dijelovima padine, gdje je potrebna sječa drveća, nije dozvoljeno čupanje panjeva, jer bi se u tako nastalim jamama sakupljala voda, koje bi koncentrisanim razmakanjem padine mogla prouzrokovati njeno plaženje. Povoljan učinak panjeva se vidi pri mehaničkom vezanju tla sa njegovim korjenskim sistemom, a panjevi ujedno pružaju osnovu za vegetativno razmnožavanje i, s tim u vezi, nastanak novih, visinsko primernije oblikovanih šumskih sastojina.
- Vodu, koja se sliva po površini padine prema otkopnom rubu, potrebno je prethodno uhvatiti i preusmjeriti je na stabilno tlo, koje gradnja nije razorila, ili je bar na odgovarajući način raspršiti.
- Poljoprivredne površine, gdje se u izoranim brazdama koncentriše površinsko otičuća voda, i tako istovremeno omogućava njeno bolje pronicanje i s tim u vezi povećavanje vlažnosti potencijalnih klizećih slojeva, te klizanje padina, nisu poželjne na padinama iznad otkopnih padina. Gdje zbog drugih interesa, posebno vlasničkih, poljoprivredno korištenje zemljišta nije moguće nadomjestiti, neka se obavezno upotrebljava što pliće oranje po slojnicama, a ujedno se mora sačuvati, bar srazmjerno širok, zaštitni pas iznad otkopnog ruba, koji treba biti zasadjten grmovnicama.
- Sljedeći korak pri stručno pravilnom biotehničkom utvrdjivanju i zaštiti cestovnih padina, kako otkopnih tako i nasipnih, je uredjenje vodnog režima na padinama. Ako su padine dovoljno duge, po njima otičuća voda dobije dovoljno veliku erozijsku silu, tako da površinsko ispiranje zemljanog materijala može da predje u različite oblike dubinske erozije. Najprije se pojave erozijske brazdice, produžavanje

koncentracije vodenih tokova povećava erozijsku silu, i tada se pojavljuju sve gori oblici dubinske erozije - brazde, jarci i sl. Poseban problem je još i povratna erozija, koja je posljedica potkopavanja padajuće vode kroz, mjestimično padinsko otpornije, dijelove padine i završi se sa prelaganjem jaraka u novo ravnotežno stanje (crtež 6.17). Ako se ne ukloni uzroke za razvoj dubinske erozije, to jeste koncentraciju površinskih vodenih tokova - ograničavajućeg ekološkog faktora, svako unošenje i razvijanje vegetacije su osudjeni na propast.

Što veće raspršivanje površinskih vodenih tokova je, znači, važno za sprječavanje razvoja površinske i dubinske vodene erozije, a ujedno je poželjno i zbog poboljšavanja vegetacijskih uslova. Cestovne padine su većinom sušna područja, gdje nedostatak vode, kojeg prouzrokuju kako prebrzo površinsko oticanje vode tako i nerazvijena struktura tla, jako ograničava razvoj rastinja. Zato je raspršivanje površinskih vodenih tokova, koje ujedno omogućava, koliko je to moguće, ravnomjerno vlaženje tla, veoma poželjno za razvoj vegetacije. Postiže se sa pravljenjem popleta, živih četki, terasa, gradona, polica, malih zidova za zaštitu od ispiranja, popleta na policama, grmičastih gradja vegetacije, ozelenjavanjem sa kordonskim sadjenjem i drugim brojnim zahvatima (crtež 6.20 i 6.21). Često se upotrebljavaju kombinacije različito ograničenih tehničkih radova. Za sve te je karakteristično, da se izvode, više ili manje, po slojnicama. Ukoso po padini izvode se jedino, kada ih ograničavaju male površine povezane sa učvršćenim žljebovima za odvodjenje površinskih voda, jer ta ukošenost, zbog dinamike prouzrokuje te ubrzava nastanak i razvoj površinske i dubinske, vodom prouzrokovane, erozije.



Crtež 6.20: Zahvati za raspršivanje vode, vlaženje tla i za vegetativno utvrđivanje padina



Crtež 6.21: Razgibana postavka popleta za raspršivanje vode

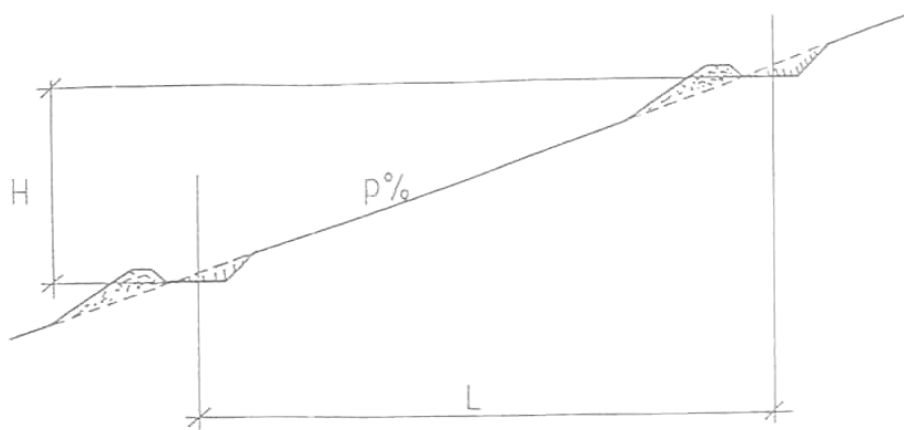
Rasporedjivanje mjera za raspršivanje voda po slojnicama ne smije biti kruto, jer je s vidika okoline poželjno, da se izbjegava "školska pravila" rasporedjivanja. Sloboda oblikovanja je veoma poželjna. Primjer za to daje šumsko rastinje u prirodnoj okolini sa

svojim rasporedom u obliku buketa i gomilica; više ili manje vodoravan tok znači, ipak, globalno i funkcionalno ograničenje.

Razmak između pojedinih vrsta tehničkih mjera za raspršivanje površinskih voda i vlaženje tla je zavisen od sastava padine i nagiba padine. Sa smanjivanjem zrnatosti, sa povećanjem nekoherentnosti padina i sa naraštanjem nagiba padina, se smanjuje razmak među terasama, policama i sličnim uredjenjima. Kakva bi trebala biti njihova međusobna udaljenost, može se vidjeti na crtežu 6.22.

Kod najčešćeg nagiba cestovnih padina, a to je 1 : 1,5, i manje više prosječne koherentnosti tla padina, koje ih sastavljaju, bi ih morali izvoditi na svakih 5,5 m -7,4 m visine padine.

Njihov raspored može biti linijski ili šahovski.



Međusobne udaljenosti banketa (po Sakardiju)										
nagib padine - p (%)	3	5	10	15	20	25	30	35	50	80
visinska razlika - H (m)	2.0	2.5	3.0	3.5	3.8	4.0	4.3	4.5	5.0	5.8
horizontalna udaljenost $L=H/p$ (m)	67.0	50.0	30.0	23.0	19.0	16.0	15.0	13.0	10.0	7.0

Crtež 6.22: Šema mreže protiverozijskih jaraka - banketa

3.3.4 Mjere za raspršivanje vode

3.3.4.1 Infiltracijske terase (banketi)

Primjerne su za položenije padine sa nagibima do 30 %. Infiltracijska terasa je u poprečnom presjeku slična cesti u usjeku. Grade se u sistemu, na cijeloj površinskom erozijom pogodjenoj padini. Uzdužni i poprečni padovi terasa su takvi, da voda, koja na njih steče sa površina, uglavnom ponire u tla, višak pa polako otiče prema prijemniku - i to onda kada su jači nalivi. Učinak terasa je višestruko koristan: površinska erozija prestaje odmah nakon dogradnje, brazde se počnu zarastati, povećavaju se pronicanje vode i vlažnost u tlu, obnove se pedogenetski procesi. Zbog smanjenja površinskog oticanja i većeg pronicanja (poniranja) se digne nivo podzemne vode i poboljša vodni režim okolnih vodotoka, te smanji nanošenje šljunka. Omogućeno je poljoprivredno korištenje zemljišta ili pošumljavanje.

Razmak između terasa mora biti takav, da se voda među pojedinim terasama ne može previše koncentrisati i početi brazdati površinu. Okvirni podaci za izračun njihovog razmaka su dati u tabeli uz crtež 6.22. Dužina terase je ograničena količinom vode, koja može nadzorovano oticati po njoj do prijemnika.

Uzdužni pad terase je zavisan od nagiba padine, količine vode i apsorpcijske sposobnosti tla. Potpuno vodoravne terase su upotrebljive na položenijim padinama sa nagibima do 4 %. Inače su uzdužni padovi uobičajeno od 0,2 do 0,5 %. Poprečni presjek terase može biti u obliku kanala ili ima nasip na vanjskom rubu.

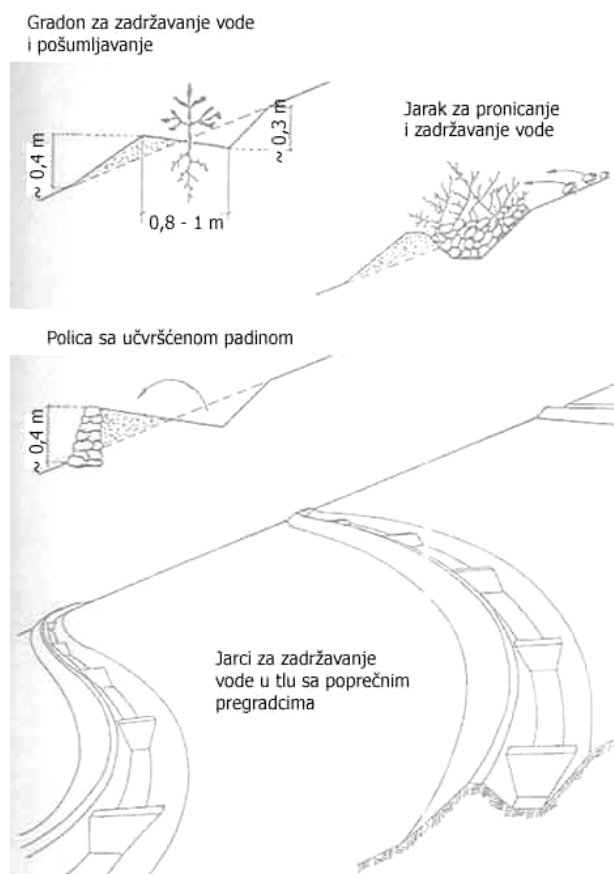
3.3.4.2 Terasa (gradoni) za pošumljavanje

Terasa su namijenjene za pripremu terena za sadnju sadnica drveća. Uobičajeno su u obliku polica širine 80 do 90 cm sa planumom, nagnutim prema padini (nagib oko 30 %), iskopanih u smjeru slojnica sa uzdužnim padom 0,5 % (vodoravne su samo, ako je teren veoma propusan).

Kod veoma strmih nagiba (iznad 50 %) treba nasip terase poduprijeti sa oblogom ili zidom iz kamena u suho, ili sa ojačanim popletima (crtež 6.23).

Tla na planumu police treba prije sadnje prekopati, jer se na taj način izboljša tlo na mjestu sadnje i u dubini korijenja sadnica. Sadi se u jednom redu sa gustinom, koja je primjerna upotrebljenoj biljnoj vrsti. Najprimjernije vrijeme za sadnju je u jesen, a za gradnju polica proljeće.

Terasa su veoma primjerne za pošumljavanje padina sa suhim i obezvrijedjenim tlima, na južnim ekspozicijama (sa ekstremnim osunčavanjem). Povoljno djeluju na vodeni režim, vlažnost tla i na mikro ekspoziciju.



Crtež 6.23: Gradoni, police, retencijski jarci

3.3.4.3 Retencijski jarci

Su namijenjeni za zadržavanje površinski otičuće vode. Voda sa padina otiče u jarke, u kojim se zadrži oko 75 % (gdje ponikne ili ishlapi), preostala voda oteče po jarku u

uzdužnom smjeru do prijemnika. Najbolji je američki sistem retencijskih (konturnih) jarkova (crtež 6.23).

Jarci (trapeznog profila) se grade u smjeru slojnica (u sistemu) na takvim međusobnim rastojanjima, da voda na površinama između njih ne erodira. Gradnja teče odozgo prema dole. Od iskopanog materijala napravi se nasip na vanjskom rubu. Sve površine treba zatravniti. Jarci su u uzdužnom smjeru pregradjeni u pregrade sa malim poprečnim nasipima, čiji preliv je ispod nivoa ruba vanjskog nasipa. Svi jarci moraju biti svedeni u prijemnike. Dimenzioniranje jaraka i njihova međusobna udaljenost su ovisni od nagiba padine, propusnosti zemljišta, količine mogućih padavina i tako dalje.

3.3.4.4 Popleti

Popleti mehanički utvrđenih zemljišta sa korijenjem, ubrzavaju nastanak rodne zemlje, zadrže padajuće kamenje i snijeg, zaustavljaju oticanje vode, poboljšaju režim vode u tlima – povećavaju vlažnost zemljišta i tako dalje. Veza su između tehničkih i biotehničkih radova.

Izvodi se ih isto kao kod obalnih osiguranja uz vodotoke (drveni kočiči, zabijeni u tla (do 2/3 dužine), među kojim su upletene šibaste grane vrba, koje su također potaknute u tla). Preporučljivo je, da su kočiči zabijeni što više pravougaono na padinu. Uobičajeno postavljaju se u smjeru slojnica, u neprekinutim ili prekinutim redovima, koji su među sobom paralelni. Mogu se postaviti u ukošenim paralelnim redovima, ali samo onda, kada je s tim usmjerena otičuća voda prema odvojnog žlijebu ili jarku. Razmaci između redova popleta su ovisni od nagiba padine i od vrste tla (crtež 6.20).

Na veoma strmim padinama je preporučljivo praviti poplete na do 50 cm širokim policama (banketima), gdje se poplet obloži sa živim prućem i nato zaspe sa zemljom, tako da štrlji nekoliko iznad površine.

3.3.4.5 Ozelenjavanje sa granatom oblogom

Upotrebljivo je prije svega za osiguravanje podnožja golih cestovnih nasipa, koji su u dohvat srednjih i poplavnih voda, ili onda kada tla zbog vlage nabreknu (na flišu i sl.). I taj zahvat je kombinacija tehničkih i biotehničkih radova, jer omogućava, kako raspršavanje vodenih tokova, tako i ujednačenje vlaženje tla, te sa tim i razvoj vegetacije.

Padina se obloži s što ravnijim granama u smjeru padanja, te sa debljim krajevima zabije u tla i pričvrsti sa niskim popletima ili žicom po slojnicama, te nato zaspe sa zemljom (crtež 6.19).

3.3.4.6 Grmičasto ozelenjavanje

Povezuje tehničke i biotehničke radove. Regenerativno pruće je gusto posađeno na prethodno iskopane police i pokriveno sa zemljom. Police se iskopaju više ili manje u smjeru slojnica sa blagim nagibom prema padini, a vanjski rub osigura sa popletom. U siromašnijim i/ili sipkijim tlima se u polici iskopa još i manji jarak - 30 x 20 cm. Takav način ozelenjavanja je veoma skup, zato se upotrebljava samo u najtežim vegetacijskim uslovima.

3.3.4.7 Kordonska sadnja

Je jednostavan i efikasan postupak, koji povezuje tehničke i biotehničke radove. Grmlje ili zakorjenice sadi se u oko 10 cm dubok ukop u padinu. Ukopi su nagnuti prema padini sa uspravnim otkopnim dijelom. Sadi se odozdo prema gore - donju, već zasađenu policu zaspe se sa otkopnim materijalom sljedeće police. Površine među pojedinim ukopima se zatrave. Već prve godine se razviju žive, grmičaste živice, za nekoliko godina se tlo već toliko poboljša, da se može između grmića pošumljavati.

3.3.4.8 Žive četke

Jeftinije su od popleta, brzo djeluju, jer brzo puste korijenje i mladice. Kombinacija su tehničkih i biotehničkih radova. Veoma su primjerne za sterilno i siromašno tlo. Što je

slabije tlo, tim primjernije su žive četke, ako su poređene sa popletima. Za sadnju upotrebljava se 80 do 120 cm duge potaknice (ožiljenice), koje se polaže ukoso preko prethodno iskopane police, i to tako da su na međusobnoj udaljenosti od 1,50 do 2,50 m. Sljedeći postupak je isti kao kod kordonske sadnje. Može se izvoditi na gruboj podlozi iz smrčevih grana (skica 6.19).

Na strmijim padinama žive četke se ojačaju sa niskim "talnim" popletom, koji sprječava otičućoj vodi, da izbrazda površinu.

Žive četke iz grana su pojednostavljen oblik. Umjesto podmetnica (ožiljenica) upotrebljene su neokresane, do 3 m duge grane biljnih vrsta, koje su sposobne za vegetativno razmnožavanje. Žive četke mogu se kombinovati sa raznim materijalima, sa raznim folijama, krovnom ljepenkom, limom i tako dalje. S tim materijalima usmjerava se vodu u tla, zadržava je u tlima, sprječava brazdanje i odplavljanje zemlje i mehanički utvrđuje padinu.

Za izradu živih četki upotrebljava se šiblje i grane regenerativnih vrsta vrba, topola, bekovine i zanovjeti. Zbog toga što te vrste dostižu razmjerno kratko životno doba, preporučljivo je između njih posaditi staništu odgovarajuće sadnice pionirskih vrsta drveća: sive i zelene johe, topola, rakite, jerebrike, zove, hudike i udike, brijesta, jasena, gloga, šipka, kaline itd. S time se ubrzava sukcesivan razvoj biljne zajednice. Kasnije je moguće pošumljavanje sa borom, smrčom, arišem i drugim klimaksnim vrstama drveća.

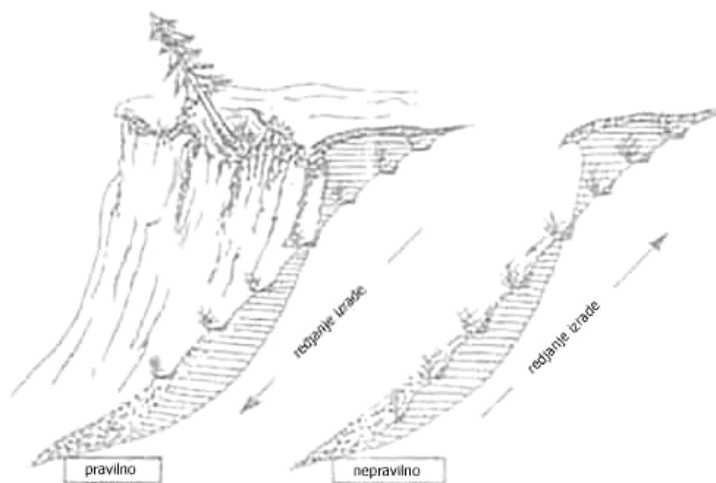
3.3.4.9 Tehnički radovi na uslovno stabilnim zemljištima

Kada se izvode tehnički radovi za raspršavanje površinskih voda na uslovno stabilnim zemljištima, treba ih izvesti tako, da se vodu rasprši i ujedno je, po različito utvrđenim nepropusnim žljebovima, odvede po padini, i s tim sprječi nepoželjno dodatno namakanje zemljišta.

3.3.4.10 Pravilni redoslijed izvodjenja tehničkih radova

Pri tehničkim radovima je veoma pogodno, ukoliko je to moguće, uz podnožje padine oblikovati nasip ili jarak, da se time dobije dovoljno upotrebnog prostora za zaustavljanje naknadno osipajućeg materijala. Mnogo puta tako se izbjegne dodatnu zaštitu krunećih padina sa lovećim objektima ili sa visećim osiguravajućim mrežama. Pri izradi nasipa i lovećeg jarka treba kvalitetno napraviti i odvodnjavanje, kako površinskih, tako i talnih voda.

Za kvalitetno izvodjenje tehničkih, i kasnije ili ujedno, i biotehničkih radova je važan pravilan redoslijed izvodjenja pojedinih radova na padini. U pravilu se izvode odozgo prema dole, jer bi sa obrnutim redom novim radovima oštetili prethodno, već izvedene (crtež 6.24).



Crtež 6.24: Redoslijed izvodjenja radova na padini

3.3.4.11 Tehnički radovi za površinsko vezanje zemlje

U posebnim razmjerama, kada se zbog nepovoljnih prirodnih uslova ne može adekvatnije oblikovati nagib, posebno pri otkopnim padinama, upotrebljava se za sprječavanje spiranja zemljišta sa vodom, zaštite u obliku jednostavnih i razgranatih mreža ili saća (ćelija), kao pogodne tehničke zahvate za sprječavanje ispiranja i ravnomjernije vlaženje zemljišta. Većinom su izradjene iz teško raspadljivih plastičnih vlakana, neke su takodjer iz raspadljivih materijala, bilo da su iz žičanog pletiva ili iz prirodnih vlakana organskog izvora (juta, kokos). U poredjenju sa "klasičnim" ti zahvati samo "dodatno utvrđuju" tla, s čime inače povećaju otpornost prema dubinskom ispiranju, a ne utiču bitno na raspršavanje površinskih vodenih tokova i bolje prodiranje u zemljište.

Takve zahvate, koji mogu biti i veoma skupi, je primjerno upotrebiti samo na onim mjestima, gdje se ujedno rješavaju i problemi stabilnosti padine (armiranje tla, površinsko krunjenje), odnosno ako je zemlja na padini veoma sitnozrnata ili je brijeg i inače stabilan, bez obzira na veliki nagib (kod većih brzina sticanja površinske vode – jače ispiranje - različite vrste sjetve u prostirku bez pomoći raznih mreža nisu dovoljno uspješne). Zato je nužno dodatno utvrđivanje površine tla tako dugo, dok vegetacija ne preuzme punu protiverozijsku zaštitu.

Kod spomenutih načina osiguravanja, na padinu nanесena mješavina travnog sjemena, startnog gnojila, stelje i drugih dodataka (načini zatravljivanja su detaljnije opisani u poglavlju 3.3.5.1) zbog sprječavanja ispiranja se prekriva sa mrežama različitog porijekla.

Poznate su:

- mreže iz žičanog pletiva,
- mreže iz kokosa,
- mreže iz jute,
- mreže iz plastičnih vlakana.

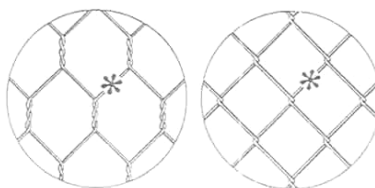
3.3.4.11.1 Mreže iz žičanog pletiva

Za izradu mreža upotrebljava se pocinčano žičano pletivo, koje može još dodatno biti zaštićeno sa tankom, 0,40 - 0,60 mm debelom prevlakom iz PVC folije. Plastificirano žičano pletivo je posebno upotrebljivo kod armiranja tla, jer obezbjeđuje odgovarajuće dugo životno doba pletiva.

Mreže iz žičanog pletiva dijele se po:

- promjeru žice (2,00 - 3,40 mm),
- širini trake pletiva (2,00 - 4,00 m),
- dužini trake (25 - 100 m),
- načinu pletenja (jednostavno križanje, dvaputa prepletanje).

Čvrstoća žičanog pletiva raste sa debljinom žice, zavisna je takodjer od načina pletenja (crtež 6.25). Palvis pletenje, za koje je karakteristično duplo preplitanje žičanog pletiva, obezbjeđuje u grubo dva puta veću čvrstoću kod natezanja u odnosu sa uporedivom jednostavno pletenom mrežom.



Crtež 6.25: Palvis pletenje (lijevo), obično pletenje (desno)

Prednost Palvis prepletanja je, takodjer u tome, da pri rastrgavanju žice sprječava lančano raspletavanje mreže. Spomenute osobine su toliko važne, da jednostavno pletenih mreža

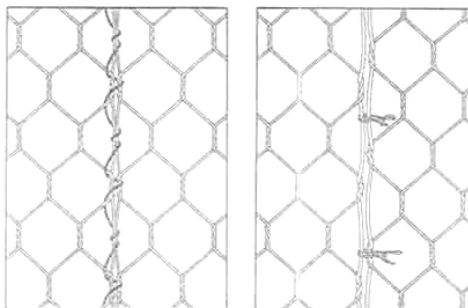
(kokošija ograda) pri zaštiti padina, kao i pri raznim lovljivim objektima u pravilu ne bi niti smjeli upotrebljavati.

Žičano pletivo treba, takodjer i odgovarajuće pričvrstiti na padinu, zato se koristi odgovarajuće načine sidrenja, koji su zavisni od vrste padine, njenog nagiba a ujedno su različiti na vrhu, dnu, te na samoj padini.

Na vrhu mreža treba biti pričvršćena sa sidrima, čiji vodoravni razmak se u odnosu na vrstu padine kreće izmedju 1,00 i 3,00 m, a njihova dubina izmedju 0,50 i 1,50 m. Sidra, koja su u odnosu na vrstu padine napravljena u obliku ekspanzijskih klinova, sidara sa kukama iz rebrastog željeza ili sidara iz rebrastog željeza, zalivenih sa cementnim betonom, su medjusobno i sa mrežom dodatno povezana sa čeličnim šipkama ili pletenim žicama. Preporučljivo je da se oko 0,50 m mreže na vrhu zavije i učvrsti preko položene mreže. Na samoj padini treba mrežu učvrstiti sa sidrima, čiji medjusobni razmak se, u zavisnosti od vrste padine i načina zaštite (sprječavanje ispiranja, osiguravanje pred padajućim osipinama,...) kreće izmedju 15 - 30 m²/kom. sidra. Preporučljivo je, da se sidra i mreža dodatno povežu sa čeličnim šipkama ili još bolje sa čeličnim pletenicama.

Na dnu padine mora biti mreža položena tako, da je moguće povremeno čišćenje osipaka padine, koji se skotrljaju sa padine. To je moguće postići tako, da se na dnu padine iskopa loveći jarak, zadnjih 0,50 m mreže se ostavi nepričvršćen ili se pričvrsti tako, da je omogućeno jednostavno pričvrćenje i odmicanje mreže. Jedno od najprimjernih rješenja su odgovarajuće teški betonski utezi.

Pri polaganju visećih mreža je potreban veoma pažljiv rad, jer razvijene mreže zbog velikog trenja praktično nije više moguće usmjereno pomaknuti. Zato što su mreže sastavljene iz koluta širine 2,00 -4,00 m, treba padinu prekriti sa serijom mreža koje se medju sobom dodiruju i koje moraju biti spojene tako, da je obezbjedjena odgovarajuća čvrstoća mreže na čitavoj padini. Razlikujemo kontinuirano povezivanje mreža sa upletenim žičanim pletivom i tačkasto spajanje sa spojnicama iz žičanog pletiva (crtež 6.26).



Crtež 6.26: Kontinuirano spajanje (lijevo), spajanje sa spojnicama (desno)

3.3.4.11.2 Mreže iz kokosa

Mreže iz kokosa prekrivaju zatravljenu površinu toliko vremena, dokle se vegetacija odgovarajuće ne razraste i preuzme potpuno zaštitnu funkciju.

Primjerne su na stanišno povoljnijim padinama, jer se srazmjerno brzo raspadnu i u težim uslovima ne bi pružale dovoljno dugotrajnu zaštitu. Za zaštitu pred većim stjenovitim osipinama nisu efikasne, zato ih na jače osipajućim padinama ne upotrebljavamo.

Kokosove mreže dijele se prema:

- načinu pletenja (gusto pletene - 1 x 1 cm, mreže sa otvorima - najčešće 5 x 5 cm),
- masi (0,4 - 0,9 kg/m²),
- širini traka (100, 122, 200, 300, 400 cm),
- dužini traka (30, 46, 100 m).

Kokosove mreže pričvrsti se na padinu drvenim klinovima, debljine 4-6 cm, koji moraju biti zabijeni najmanje 0,5 m duboko.

Mreže iz kokosovih vlakana upotrebljava se na padinama iz sitnijih prostirki. Primjerne su posebno za zaštitu padina, koje su završene u jesenskoj i zimskoj sezoni, jer bi sa nezaštićenih površina voda do proljeća mogla sprati puno zemljanih djelića, posebno najsitnijih koloida, koji su nosioci plodnosti. Pri polaganju treba biti oprezan, jer su osjetljive na vlagu, zato ih treba položiti tako, da se upotrebi više materijala zbog sprječavanja neugodnih posljedica skupljanja.

3.3.4.11.3 Mreže iz jute

Mreže iz jute daju istu zaštitu kao mreže iz kokosovih vlakana.

Razlikujemo ih prema:

- načinu pletenja,
- masi,
- širini traka
- dužini traka

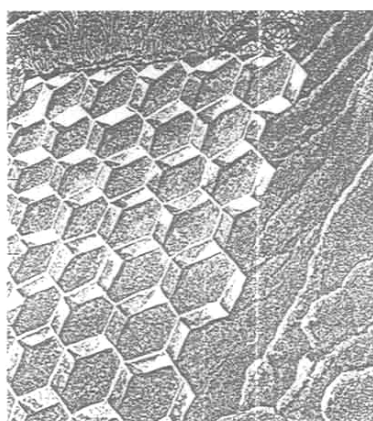
Veličine su iste kao kod kokosovih mreža.

3.3.4.11.4 Mreže iz plastičnih vlakana

Mreže iz plastičnih vlakana (crtež 6.27) sa dodatnim "armiranjem" površine zemlje pružaju zaštitu od ispiranja, ali ne i dovoljnu zaštitu od jačeg krunjenja (osipanja). Većina mreža je napravljena iz tankih vlakana, koja su neraspadljiva. U zadnje vrijeme se javljaju takodjer i mreže iz vlakana, koja se nakon određenog vremenu raspadnu. Na primjerenim padinama obezbjeđuju odgovarajuću protiverozijsku zaštitu do uspostavljanja kvalitetne protiverozijske zaštite sa vegetacijom. Za okolinu su manje primjerne, energetsko zahtjevne i bitno skuplje od za okolinu povoljnijih rješenja. Posebna vrsta mreža su mreže u obliku saća (ćelija – crtež 6.28), sa kojima se prekriju padine. Učvrste se sa sidrima, a saće se zaspe sa zemljom i zatim se zatravi. Saće je većinom izradjeno iz nerazgradljivih plastičnih materijala. Postoji takodjer i saće iz jute. Umjesto tih skupih eko-komercijalnih načina sanacije padina su poznata brojna za okolinu povoljnija i nekoliko puta jeftinija rješenja, te bi ih stoga trebalo upotrebljavati samo onda, kada se želi zbog estetskog efekta "napraviti stijenu zelenom."



Crtež 6.27: Protiverozijska mreža iz plastičnih vlakana



Crtež 6.28: Mreža u obliku saća (ćelija)

3.3.4.11.5 Prostirke sa utkanom sjetvom

Kod tih mreža su travne mješavine i gnojiva utkane u mašinski napravljenu prostirku iz različitih materijala. Za prostirke se upotrebljavaju kokosova vlakna, juta, konoplja, slama, drvene sjekanice, plastična vlakna pretežno propilenskog porijekla. Mogu biti ojačane

takodjer i sa žičanim pletivom. Prostirke se polaže na izravnjene površine. Zato jer sadrže većinom prirodne materijale, za sprječavanje neugodnih posljedica skupljanja potrebno je 5 - 10 %-no prekrivanje. U zavisnosti od vrste stijene pritvrđuju se sa sidrima ili sa posebnim ekserima. Kiša ili temeljito zalijevanje spoji prostirku tijesno sa tlom. Povoljna snabdjevenost sjemena sa hranjivim materijama i vlagom omogućava veoma brzo klijanje, a pri pravilno gustoj prostirci je omogućeno i brzo zakorjenjavanje u podlogu. Sa vidika zaštite okoline je primjerna upotreba prostirki iz organskih i razgradljivih materijala. Njihova upotreba je zbog visoke cijene primjerna na erozijsko ugroženim, teško dostupnim mjestima, gdje različiti načini zatravljanja samostalno ne uspiju te ih treba izvoditi u kombinaciji sa prekrivanjem pomoću mreža.

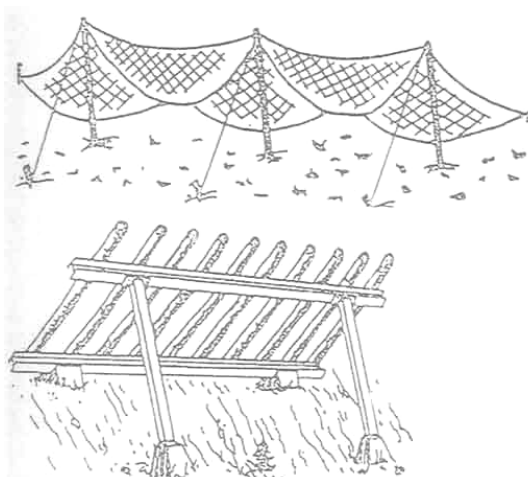
3.3.4.12 Zaštita od klizanja i otklizavanja snijega

Pri planiranju i gradnji cesta često se ne mogu izbjeći veoma visoke padine na kojima može pri većim količinama snijega doći do klizanja, odnosno do otklizavanja snježnog pokrivača. Takva mogućnost postoji po cijeloj BiH. Klizanje i otklizavanje snijega većinom nastupi na padinama, čiji nagib je između 30 i 50 stepeni, kritične su već 35 m duge padine bez primjernog šumskog rastinja. Padine, pokrivene sa različitim vrstama mreža, mogu biti zbog smanjenog trenja medju snijegom i podlogom još više ugrožene. Na takvim padinama potrebna je sa prilagodjenim potpornim objektima povećati hrapavost padine. Tako je ublaženo puzanje, klizanje i otklizavanje snijega, te omogućen razvoj šumskog rastinja, koje će zatim dugoročno preuzeti zadržavanje snježnog pokrivača na padini (crtež 6.29).



Crtež 6.29: Zaštita rastinja od posljedica puzanja, klizanja i otklizavanja snijega sa jednostavnim potpornim konstrukcijama, koje povećavaju hrapavost površine

Ako je klizanje snježnog pokrivača izrazitije, mora se spriječiti gradnjom potpornih, odnosno zaustavnih objekata. Konstruisani moraju biti tako, da izdrže pritiske snježnog pokrivača i da ga ujedno dovoljno podupru. Razlikuje se snježne mostove, snježne grablje i snježne mreže. Na ustaljenu padinu zatim se unese šumsko rastinje, koje će dugoročno preuzeti funkciju potpornih objekata (crtež 6.30).



Crtež 6.30: Snježne mreže i snežne grablje podupiru snježni pokrivač na padini

3.3.5 Biotehnički radovi

U prethodnim poglavljima prikazani su neki zahvati kombinacija tehničkih i biotehničkih radova. U tom poglavlju su opisani biotehnički radovi, koji su najčešće izvođeni nakon izvedenih tehničkih ili kombiniranih radova. Samo izuzetno je vođeni režim na padini tako povoljan, da je dovoljna samo zaštita sa biotehničkim radovima.

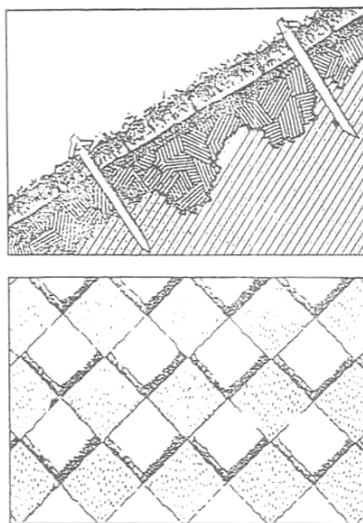
Biotehnički radovi dijele se na radove pošumljavanja i radove zatravljivanja. Dugoročni cilj zaštite narušenih padina je uspostavljanje primjerne šumske sastojine za obezbjeđivanje što bolje protiverozijske zaštite. Zbog toga što je proces razvoja šumske sastojine dugotrajan, padine uz prometnice trebaju brzu protiverozijsku zaštitu. Uobičajeno, najprije se izvede radove zatravljivanja, koje se kasnije prema potrebi dopunjuje sa radovima na pošumljavanju.

3.3.5.1 Radovi na zatravljivanju

Radovi na zatravljivanju se izvode sa raznim postupcima sijanja travnatih mješavina ili sa polaganjem travnatog busenja. Zadnje spomenuto je danas već rijedak, a ujedno i veoma skup zahvat, koji dolazi u obzir jedino u izuzetnim okolnostima.

3.3.5.1.1 Oblaganje sa travnatim busenjem

To je klasičan način ozelenjavanja. Upotrebljava se kvadratne ili pravugaone, 20 x 20 do 40 x 40 cm velike i 7 do 10 cm debele komade travnatog busenja, koje se polaže po površini odozdo prema gore, u redovima, vodoravno ili koso. Ako je padina jače nagnuta, treba ih pričvrstiti sa drvenim kočicama. Kada je na razpolaganju premalo travnatog busenja, polaže se u šahovski raspored ili u trakama, međjuplohe pa se humuzira te zatravi sa sjetvom trave (crtež 6.31).



Crtež 6.31: Oblaganje padina sa travnatim busenjem

3.3.5.1.2 Sjetva travnatih mješavina

Pri sijanju travnatih mješavina upotrebljava se razne tehnike, zavisno od nagiba, stepena erodiranosti i osobina tla na razmatranim površinama.

U grubo postupci se mogu razdijeliti na sledeće vrste:

- obična sjetva,
- vodna sjetva,
- sjetva sa prostirkom,
- sjetva sa biljnom pulpom.

Vrste radova na zatravljivanju su navedene po redoslijedu, koji je analogan redoslijedu povećavanja teškoća stanišnih razmjera. Zahtjevniji način zatravljivanja je primjeren na težim staništima, a srazmjerno raste i njegova cijena.

3.3.5.1.3 Obična sjetva

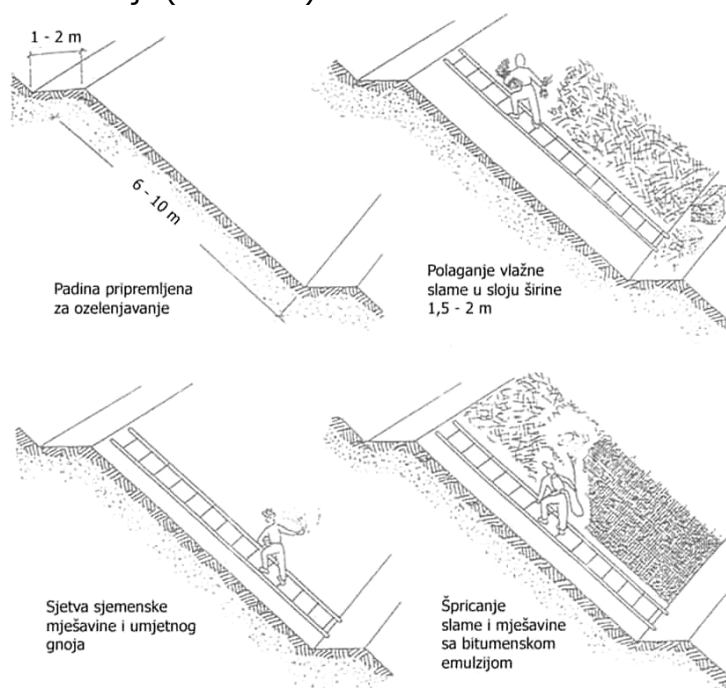
Pri običnoj sjetvi se ručno sije sjemensku mješavinu i gnoj. Za kvalitetno zatravljivanje treba na kvadratni metar dati najmanje 4 dag sjemenske mješavine i u prosjeku još 4 dag primjerenog gnoja za travnate površine.

3.3.5.1.4 Vodena sjetva

Pri vodenoj sjetvi sa posebnom špricom na padinu se šprica već prethodno u cisterni pripremljenu smjesu vode, sjemenske mješavine, gnoja i različitih dodataka za poboljšanje strukture tla, te veziva sjemena za podlogu.

3.3.5.1.5 Sjetva sa prostirkom (steljom)

Pri sjetvi sa prostirkom se ručno sije sjemensku mješavinu i gnoj, zatim raztrese prostirku, a nju dodatno veže, najčešće sa bitumenskom emulzijom (biotorkret). Kao prostirku se upotrebljava sijeno, slamu, drvene sjekanice, mljevenu koru, kukuruzne sjekanice i druge primjerne organske materije (crtež 6.32).



Crtež 6.32: Izvodjenje sjetve u prostirku i biotorkreta

3.3.5.1.6 Sjetva sa biljnom pulpom

Sjetva sa biljnom pulpom se izvodi isto kao i vodena sjetva, samo da se smjesi vode, sjemena, gnoja i dodacima za poboljšanje strukture tla i vezanje sjemena za podlogu dodaje još i primjerno zdrobljena prostirka i sitnozrnata humusna tla.

3.3.5.1.7 Izbor primjernog načina zatravljivanja za okolinu

Pri izboru tehnike zatravljivanja i pri njenom izvodjenju treba paziti i na njenu primjerenost za okolinu. Većinom se prave zatravljivanja sa različitim načinima sjetve mješavina travnatog sjemenja. Sa ekološkog stajališta je važno, da se upotrebljava u mješavinama one vrste trava, koje su već prilagodjene tretiranoj okolini. Za zatravljivanje jako obezvrjeđenih zemljišta, kakva su u pravilu na cestovnim padinama, za upotrebu je na raspolaganju samo manji broj teškim ekološkim uslovima prilagodljivih vrsta. Ipak za

nekoliko godina dolazi do spontanog nasjemenjavanja sa susjednih travnatih površina, tako da postane postupno i na cestovnim padinama travnati ekosistem istovjetan onom u bližnjoj okolini.

Pri svim vrstama se dodaje sjemenskoj mješavini gnoj u manjim količinama. Količina i učestalost tih dodataka moraju biti u skladu sa nosivim kapacitetom ekosistema. Sa ekološkog vidika je pored količine i učestalosti važna i izabrana vrsta gnoj.

Uskladenost sa nosivim kapacitetom ekosistema - znači takvo količinsko i kvalitetno dodavanje gnojiva, da se stabilnost sistema tla, odnosno sposobnost njegove samoregulacije ne poruši. Najprimjernija je, sigurno, upotreba prirodnog stajskog gnoj, koji zbog veoma ograničenih količina, cijene i teškoća sa prevozom samo rijetko dolazi u obzir. Uglavnom se upotrebljavaju različite vrste umjetnih gnojiva, u zadnje vrijeme takodjer i takozvana bio gnojiva, čija osnova je većinom dehidriran kokošiji gnoj. Kod upotrebe umjetnog gnojiva je pored nosivog kapaciteta ekosistema, odgovarajuće količine važan takodjer i izbor tlima primjerene vrste. Osnova za izbor vrste umjetnog gnojiva trebalo bi da budu rezultati pedoloških analiza tla, jer zemljištima se mogu dodavati samo oni makro- i mikroelementi, koji im nedostaju. Pri tome treba obratiti pažnju na "mikro lokacijsku" promjenljivost osobina tla. Ekološka mjerila za obično, to znači ručno sijanje sjemenske mješavine i gnoj, sa zatrpavanjem ili bez njega, su bila u suštini pominjana već kod prethodnih radova. Tim mjerilima se pri vodenoj sjetvi, sjetvi sa prostirkom i sjetvi sa biljnom pulpom pridružuje još pitanje primjernosti dodataka iz prirodnih ili sintetičnih organskih materija, koji poboljšavaju fizikalne, hemijske i mikrobiološke uslove zemljišta, odnosno povezuju zemljane djeliće, te na taj način sprječavaju njihovo ispiranje i odplavlivanje.

Za poboljšanje fizikalnih osobina zemljišta dodaje se u manjim količinama dodatke, koji su početni input i ekološki su neutralni, a u teškim ekološkim prilikama predstavljaju kao organogene odn. humifikaciji podvrgnute materije, sredstva za privremeno vezanje vode u sušnim tlima.

Osvijetliti treba takodjer i primjernost materijala, koji se upotrebljavaju kao prostirka, koja zastire zatravljene površine i izboljšava ekološke, posebno mikro klimatske uslove za klijanje i rast trava. Kao prostirku se upotrebljava sijeno, slamu, celulozu i u odnosu na posebne prirodne i privredne prilike još neke druge organske materije (sjekanice, koru i slično). Sve te materije su organskog porijekla i u procesu prirodnog raspadanja postupno podvrgnute humifikaciji, znači ekološko primjerene. U toku raspadanja počinju postupno nadomještati njihove funkcije u protievrozijskoj zaštiti i poboljšavanju mikro klimatskih prilika već nastupajuće odgovarajuće trave. Pozitivan mikro klimatski uticaj prostirke se pokazuje u povećavanju vlažnosti, smanjivanju temperaturnih njenja, zaštiti od sunčevog zračenja, vjetra i drugih uticaja.

Pri razmišljanju o važnosti upotrebe prostirke treba spomenuti još i rezultate naših nedavnih uporednih istraživanja u teškim životnim uslovima (Zvoh nad Krvavcem, 1.800 mn. v.), gdje se pokazala izrazita razlika medju površinama, gdje je sjetva obavljena bez upotrebe prostirke, odnosno sa upotrebom prostirke. Na površinama sa prostirkom su bili pri klijanju (jedan mjesec nakon sjetve) i pri razvoju trava nakon jedne godine, rezultati 3- do 4-puta bolji nego na površinama bez prostirke. Ti rezultati pokazuju, da je moguće sa upotrebom ekološki primjerene, ali ne i previše skupe prostirke, u tehnici zatravlivanja još više smanjiti upotrebu umjetnih gnojiva.

Za vezanje prostirke (da je ne odnese voda, otpuši vjetar, iskoristi divljač za prehranu) upotrebljava se bitumensku emulziju, djelomično hidrolizirani polivinil-acetat i rastopinu celuloze u vodi. Sve te materije deluju kao koloidi, koji pored vezanja prostirke povezuju takodjer i sjemena i djeliće tla.

Bitumen, koji je tamno obojen, takodjer mikro klimatski povoljno djeluje, u hladnoj okolini povećava apsorpciju sunčevih zraka i tako napravi topliju mikroklimu. Na izrazito toplim ekspozicijama i na višim nadmorskim visinama bitumenske emulzije se ne upotrebljava,

jer to može prouzrokovati pregrijavanje i posljedično neklijavost sjemena. Spomenute materije dodaje se u veoma malim količinama, netopive su i raspadaju se, neke brže, druge sporije. Zbog takvih osobina one su u manjim količinama za okolinu još uvijek prihvatljive.

3.3.5.2 Radovi na pošumljavanju

Radovi na pošumljavanju na erozijskim područjima izvode se uz upotrebu različitih tehnika. Na golim kompaktnim stijenama pošumljavanje više nije uspješno.

Cilj učvršćenja padina sa biljnim pokrivačem nije "ozelenjavanje" stijena, gdje se odvija normalna ili geološka erozija, nego protiverozijska zaštita padina iz nepreloženih i još posebno preloženih materijala, gdje se bez odgovarajuće zaštite erozija u veoma kratkom času jako razvije.

3.3.5.2.1 Izbor biljnih vrsta

Pravilan izbor drvenastih i grmolikih vrsta je osnova kvalitetnog, uspješnog ekološko primjerenog pošumljavanja. Izabrati treba staništu odgovarajuće vrste, koje lakše uspijevaju i sigurnije prelaze u stabilne fitocenoze. Sa ekološkog vidika moraju imati prednost lokalne autohtone vrste, među njima pa varijeteti, koji u odnosu na otpornost, veoma teškim stanišnim uslovima najviše odgovaraju (adekvatnost stanišnim uslovima, otpornost prema negativnim biotičkim i abiotičkim uticajima, privredna korist). Na cestovnim padinama se upotrebljava u prvoj fazi prije svega one pionirske vrste, koje mogu u tako teškim prirodnim uslovima uspjeti i na taj način izoblikovati predkulturu, koja se nakon obavljenog zadatka postepeno ukloni šumskoj sastojini, sastavljenoj iz drvenastih i grmovitih vrsta, adekvatnijih za pojedino stanište. Mišljenje, da se može već pri prvom pošumljavanju na cestovnim padinama upotrebiti veći broj vrsta i izoblikovati stabilnu, miješanu sastojinu, je varljivo. Teški stanišni uslovi, koje označavaju brojnim biljnim vrstama neprimjerni životni uslovi, sužavaju njihov izbor na rijetke pionirske vrste.

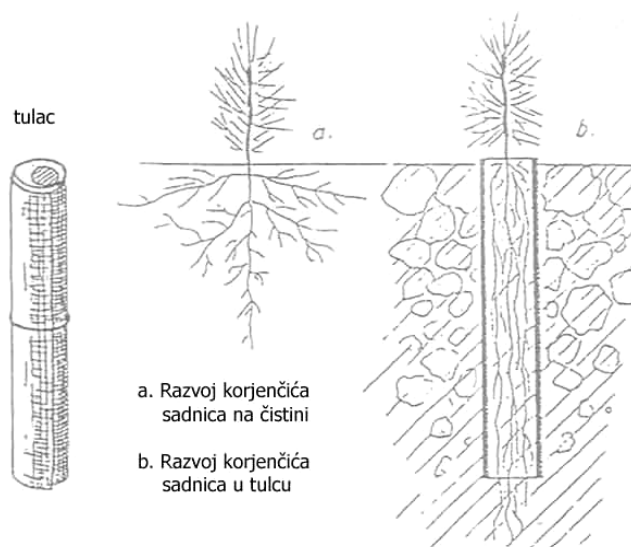
3.3.5.2.2 Izbor tehnike pošumljavanja

Pri pošumljavanju se upotrebljavaju različiti načini sjetve i sadnje. Za zadnje spomenute se upotrebljavaju materijali, kako sjemenskog, tako i vegetativnog porijekla.

Osnova za kvalitetno, i na prirodan način zasnovano pošumljavanje je, dovoljno širok izbor sjemenskog materijala, odnosno materiala za sadnju.

Tehnike pošumljavanja potrebno je prilagoditi prirodnim mogućnostima. Na cestovnim padinama je mašinsko sadjenje zbog nepovoljnog terena uglavnom onemogućeno. Pribjegavamo zato različitim tipovima ručne sadnje, koji su postepeno prihvaćeni.

Poseban primjer pošumljavanja je upotreba sadnica u kontejnerčićima, čija namjena je posebno, smanjiti šok za biljku koji nastaje pri presađivanju i produžiti period mogućeg pošumljavanja u toku godine. I tu je osnova prirodni izbor odgovarajućih vrsta. Zbog ekstremnosti životnih uslova su za sadnju na cestovnim padinama sadnice u kontejnerčićima – fišecima posebno primjerne (crtež 6.33). Pri sadnji se želi postići što veći uspjeh, a jedan od bitnih uslova za to je smanjivanje šoka prilikom presađivanja mlade biljke iz rasadnika u prirodnu okolinu. Pored upotrebe sadnica u kontejnerčićima pokušava se mladim biljkama pomagati i tako, da se im dodaje zemlju - humus, treset ili gnojivo. Svi ti oblici su primjerni, ali moraju biti prilagođeni stanišnim prilikama. Radi se o prirodnom zahvatu za pomoć biljkama u borbi za preživljavanje, gdje priroda još uvijek izvodi pozitivnu selekciju.



Crtež 6.33: Uzgajanje i sadnja sadnica u fišecima

3.3.5.2.3 Njega mlade sastoje

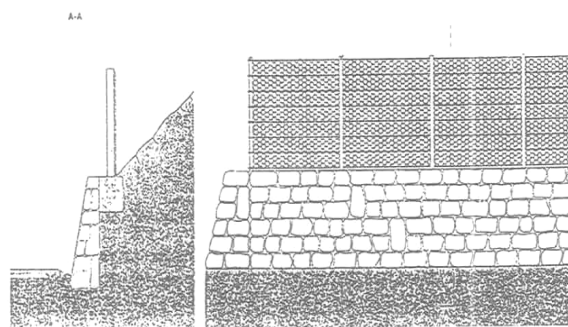
U ekstremnim prilikama često nije dovoljna samo pomoć u toku sadnje, već je ona potrebna još najmanje jednu do dvije godine, uobičajno znatno duže. U glavnom se radi o dognojavanju, gdje treba na osnovu pedoloških analiza dodavati kvalitetno i količinski staništu, odnosno zemljištima primjerna hranjiva, odnosno gnojiva. Njega mladih biljaka je nenadomjestiv i sastavni dio pošumljavanja.

3.3.5.3 Zaštita trošnih, krunljivih i osipajućih padina

Biotehničke mjere često se izvodi na padinama, koje su inače stabilne, mada krunljive - tako da mogu okrunjeni dijelovi padati na cestu. Padajućem kamenju može se spriječiti, da dodje na cestu, sa pravljjenjem galerije (crtež 6.34), sa krutim ili sa pruženim lovećim mrežama (crtež 6.35), odnosno sa visećim zaštitnim mrežama.



Crtež 6.34: Galerija štiti put pred padajućim kamenjem i snježnim lavinama (masama)



Crtež 6.35: Krute loveće mreže

Galerije se gradi za zaštitu cesta samo u izuzetno nepovoljnim uslovima, kada je krunjenje (obrušavanje) na veoma velikoj padini ili pri rješavanju problematike većih stjenovitih podoravanja.

Krute i pružene loveće mreže moraju biti dimenzionirane na dinamičke pritiske padajućega kamenja. To su razmjerno skupi objekti, primjerni u otežavajućim okolnostima, kada nije moguća zaštita pred okrunjenim dijelovima sa visećim zaštitnim mrežama. Poželjno je, da su konstruisane tako, da je omogućen pristup za odstranjivanje ulovljenih odrona. Zbog

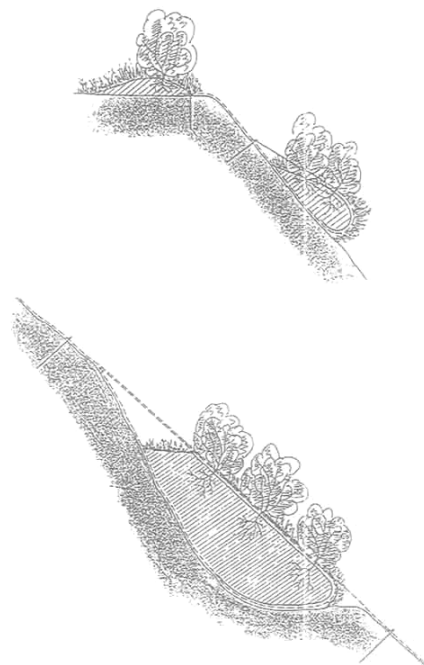
moгућности веће компенzacije dinamičkih pritisaka izrazitu prednost, posebno u težim razmjerama, ima upotreba pruženih lovećih mreža.

Sa visećim zaštitnim mrežama prekrije se odronljive (sipljive) padine iznad cesta i odgovarajuće jih usidri u podlogu. Položene bi morale biti u pravilu tako, da se odroni odlažu uz podnožja padina. U toku radova na održavanju treba povremeno odrone odstraniti, inače postane pritisak odronjene sitneži prevelik i raztrga mreže. Postavljanje visećih zaštitnih mreža je moguće kombinirati sa različitim načinima zatravljivanja i pošumljavanja, koje treba izvesti tako, da rastinje razvije korjenski sistem u matičnu padinu (crtež 6.36).

Različite metode, gdje se sadnice grmlja i drveća sade u džepove, fišeke, cijevi i slične oblike su stručno neprimjerne (crtež 6.37). Korjenski sistem se naime ne razvije u matičnu padinsku podlogu, nego tamo, gdje je "više hrane", tj gdje su bolji stanišni uslovi. Kada mreža dotraje, sa njenim ostatcima skliznu po padini takodjer i fišeci, džepovi, cijevi i drugo zajedno sa sadnicama. Isto tako nema nikakvog racionalnog, a još manje ekološko opravdanog razloga, za stvaranje privremenih, skupih, vještački održavanih zelenih kulisa na ispostavljenim površinama. Ujedno su i nesrazmjerno skupi u poredjenju sa primjernijim za okolinu, biotehničkim zahvatima. Opravdani su na površinama velike erodiranosti, ako se želi s njima obezbjediti vidljive zelene zavjese iz estetskih razloga.



Crtež 3.36: Osiguravanje krunljive sipljive trošne padine sa visećom zaštitnom mrežom. Unešena vegetacija se razvija u matičnoj podlozi



Crtež 3.37: Vegetacija u džepovima razvija plitak korijenski sistem na području, gdje je više hrane. Zato se rastinje u pravilu ne zakorijenjava u matičnoj podlozi i sa propadanjem mreže sklizne niz padinu

Takodjer je i upotreba energije za biotehničko učvršćenje kvadratnog metra cestovne padine kod, za okolinu primjernijih zahvata, bitno manja. Što je manja upotreba energije u prirodnom krugu, osnova kontinuiranog razvoja, odnosno okolini prilagodjenog biotehničkog saniranja cestovnih padina je bolja.

Za kvalitetnu izvedbu biotehničkog dijela biotehničkih zahvata za zaštitu cestovnih padina je izuzetno važan, ne samo izbor kvalitetnog sjetvenog i materijala za sadjenje, nego i odgovarajuće vrijeme u toku godine za izvodjenje radova. Pored toga je važno da se najmanje još 2 godine, u teškim stanišnim uslovima još i duže, održavaju i njeguju tako obradjene površine.

3.4 PRIMJERI IZVEDENIH ZAŠTITA PADINA



Slika 6.38: Stjenovito podoravanje velikih dimenzija - cestu je moguće zaštititi samo sa galerijom



Slika 6.39: Uredjenje padina sa popletima, sjetvom na prostirku(stelju) i pošumljavanjem



Slika 5.40: Ista padina 3 mjeseca nakon uredjenja



Slika 6.41: Ista padina 30 godina kasnije



Slika 6.42: Sanacija padine-provalije sa popletima, živim četkama, zatravljivanjem i pošumljavanjem



Slika 6.43: Ista padina 30 godina kasnije



Slika 6.44: Uredjenje površinske i dubinske odvodnje te biotehničko utvrđivanje padine godine 1960



Slika 6.45: Ista padina 30 godina kasnije



Slika 6.46: Mreže nude zaštitu pred padajućim kamenjem i snježnim lavinama



Slika 6.47: Zaštita pred snježnim lavinama i padajućim kamenjem sa pruženim lovećim mrežama iz čeličnih pletenica

Knjiga I: PROJEKTOVANJE

Dio 1: PROJEKTOVANJE PUTEVA

Poglavlje 6: PUT I ŽIVOTNA SREDINA

SMJERNICA 4: PRELAZI I PROLAZI ZA ŽIVOTINJE

4. PROLAZI I PRELAZI ZA ŽIVOTINJE

4.1 OSNOVE ZA ODREĐIVANJE MJERA

4.1.1 Odredbe propisa

»Zakon o zaštiti prirode« (Službene novine Federacije Bosne in Hercegovine (FBiH), br. 33/03)

U skladu sa Članom 7 "Zakona o zaštiti prirode" sva pravna i fizička lica, kao i bilo koje druge organizacije obavezni su da štite prirodu tako što će nastojati da spriječe djelovanja, koja bi mogla ugroziti ili nanijeti štetu prirodi, te su obavezni da ublaže bilo kakvu nastalu štetu, uklone njene posljedice, te oštećenu prirodu vrate u prvobitno stanje.

Prilikom planiranja strategije ekonomskog razvoja i dokumentacije o uređenju prostora, u skladu sa Članom 10 navedenog zakona, u obzir je potrebno uzeti korist od zaštite prirode. U skladu sa Članom 12 navedenog zakona, sve intervencije u prirodi treba izvesti na način kojim se okolina zagađuje na najmanji mogući način ili koji je najmanje štetan za prirodu.

U Federaciji BiH postoje »zaštićene životinje sa Crvene liste« za koje je, u skladu sa Članom 35 "Zakona o zaštiti prirode", zabranjeno sljedeće:

- a) Namjerno hvatanje ili ubijanje jedinki zaštićenih vrsta koje su nađene u divljini;
- b) Namjerno uznemiravanje, naročito za vrijeme sisanja mladunčadi, zimskog sna i selidbe;
- c) Namjerno uništavanje ili uklanjanje gnijezda;
- d) Oštećenje ili uništavanje legla ili boravišta;
- e) Svako hvatanje, transport i prodaja ili razmjena jedinki divljih životinja, isključujući one koje su dobijene legalno prije stupanja na snagu navedenog zakona;
- f) Izvođenje bilo kakvih radova koji mogu dovesti do izumiranja ili uznemiravanja životinjskih jedinki.

Zabrana navedena u prvom paragrafu, pod stavkama a), b) i e) istog, odnosi se na sve faze razvoja životinja.

S obzirom na Član 33 istoga, pojedina područja mogu, na osnovu propisa koji je usvojen od strane Vlade Federacije BiH, biti određena kao lokacije NATURA 2000, a u svrhu uključivanja u međunarodnu mrežu životne sredine za zaštitu prebivališta u prirodi i prebivališta pojedinih vrsta. U Federaciji BiH do sada nije utvrđena nijedna lokacija NATURA 2000.

»Pravilnik o pogonima i postrojenjima za koje je obvezna procjena utjecaja na okoliš i pogonima i postrojenjima koji mogu biti izgrađeni i pušteni u rad samo ako imaju okolišno dopuštenje« (Sl. novine FBiH, br. 19/04)

»Pravilnik o pogonima i postrojenjima za koje je obvezna procjena utjecaja na okoliš i pogonima i postrojenjima koji mogu biti izgrađeni i pušteni u rad samo ako imaju okolišno dopuštenje« je objavljen na osnovu paragrafa 5 Člana 117, paragrafa 1 Člana 56 i paragrafa 2 Člana 68 Zakona o zaštiti prirode (Službene novine FBiH br. 33/03).

Na osnovu Članova 3 i 4 navedenog Pravilnika, procjena uticaja na životnu sredinu je obavezna prije izdavanja ekološke saglasnosti od strane Federalnog ministarstva i za infrastrukturne projekte, kao što su:

- Izgradnja željeznice, i to glavnih željezničkih pruga ili željezničkih pruga I i II kategorije;
- Izgradnja aerodromskih pisti koje su predviđene za uzlijetanje i slijetanje vazduhoplova i helikoptera, kapaciteta preko 5.7 t;
- Izgradnja ili produženje pisti osnovne dužine 500 m;

- Izgradnja autoputeva;
- Izgradnja novih puteva ili trasa i/ili proširenje postojećih puteva sa dvije trake ili manje na puteve sa četiri ili više saobraćajnih traka, s tim da dužina novog puta ili novo-označenog i/ili proširenog dijela puta iznosi 10 km ili više;
- Unutrašnji plovni putevi ili luke za unutrašnji vodeni transport sa dozvolom za plovni objekat preko 1,350 t;
- Trgovačke luke, kao i luke za utovar i istovar, koje su povezane sa kopnom (isključujući luke za trajekt) i koje mogu da prime plovne objekte preko 1,350 t.

Odluka o ratifikaciji Konvencije o biološkoj raznolikosti (Sl. list BiH, br. 13/02)

Konvencija je prvi globalni pravilnik koji se sveobuhvatno bavi očuvanjem biološke raznolikosti na globalnom nivou i održivom upotrebom prirodnih resursa.

Ciljevi Konvencije navedeni su u Članu 1:

- *Očuvanje biološke raznolikosti;*
- *Održiva upotreba njenih komponenti;*
- *Poštena i pravedna podjela koristi koja proizilazi iz upotrebe genetskih resursa.*

Osnovni član Konvencije je Član 6, kojim se definišu opšte mjere za očuvanje i održivu upotrebu biološke raznolikosti. Svaka ugovorna strana treba da razvije vlastite nacionalne strategije, planove ili programe očuvanja i održive upotrebe biološke raznolikosti, te da, što je moguće više, integriše očuvanje i održivu upotrebu biološke raznolikosti kroz relevantne planove, programe i politike.

«COST 341 – »Životinje i saobraćaj«

U Evropi još uvijek nisu usvojeni zakoni koji regulišu pitanje prelaska životinja preko saobraćajne infrastrukture i koji umanjuju nastale uticaje na prirodu. Međutim, u ovoj oblasti izvedena su opsežna istraživanja, što se odrazilo kroz akciju COST 341 – Divlje životinje i saobraćaj, koja je pokrenuta 1998 godine. COST je skraćenica od "Evropska saradnja u oblasti naučnog i tehničkog istraživanja" i predstavlja EU program koji je okvir za saradnju evropskih institucija u povezanim oblastima naučnog i tehničkog istraživanja.

Jedan od rezultata akcije COST 341 je i monografija "*Wildlife and traffic: A European handbook for identifying conflicts and designing solutions*"; ("*Divlje životinje i saobraćaj: Evropski priručnik za utvrđivanje konflikata i pronalaženje rješenja*"), koji je nastao kao rezultat saradnje 16 evropskih zemalja. Monografija predstavlja osnovne smjernice za ublažavanje uticaja saobraćajne infrastrukture na razdvajanje prebivališta kao i posljedica istog, gdje su u obzir uzete sva posebnosti koje se odnose na raznolikost prebivališta i razvoj saobraćajne infrastrukture u pojedinim evropskim zemljama.

Pored gore navedene monografije, zemlje koje su učestvovalе u akciji COST 341 pripremile su kompilaciju *The European review (Evropski pregled)* koja predstavlja 16 nacionalnih izvještaja (*Izvještaji o stanju razvoja*) o razdvajanju prebivališta, koje nastaje kao rezultat saobraćajne infrastrukture.

«Infra Eco Network Europe (IENE)«

The Infra Eco Network Europe (IENE) osnovana je 1996 i predstavlja evropsku mrežu veza između stručnjaka koji se bave uništavanjem prebivališta, koje nastaje kao rezultat izgradnje u upotrebe linearne saobraćajne infrastrukture sa naglaskom na puteve, željeznicu i vodene tokove. IENE je takođe pokrenula inicijativu za akciju COST 341.

4.1.2 Svrha mjera

Uticaji izgradnje saobraćajne infrastrukture na prirodu su višestruki i uključuju brojne aspekte:

- Predstavljaju fizičke prepreke za kretanje životinja;
- Povećana smrtnost životinja usljed pretrčavanja i sudara sa vozilima na putu;
- Uzrokuju razdvajanje prebivališta;
- Uzrokuju gubitak i uništavanje odgovarajućih prebivališta;
- Uzrokuju promjenu mikroklimatskih i hidroloških uslova u području;
- Predstavljaju izvor zagađenja organskim i neorganskim zagađivačima, svjetlošću i bukom;
- Uzrokuju povećanje aktivnosti ljudi u područjima pored infrastrukture.

Razdvajanje prebivališta podrazumijeva razdvajanje prirodnih prebivališta i ekosistema na manja i više izolovana područja, što je na globalnom nivou priznato kao jedna od najvećih prijetnji po očuvanje biološke raznolikosti. Razdvajanje prebivališta nastaje kao rezultat izmijenjene upotrebe zemljišta. Izgradnja i upotreba saobraćajne infrastrukture predstavljaju jedan od glavnih faktora koji prouzrokuju promjene i koji postavljaju barijere između dijelova prebivališta.

Putevi, željeznica i vodeni tokovi predstavljaju fizičke prepreke za kretanje brojnih životinjskih vrsta, što može dovesti do izolacije pojedinih životinjskih vrsta. Dugoročne posljedice mogu biti manja gustina nastanjenosti, ugroženost ili čak izumiranje čitave vrste. Životinje kojima nova saobraćajna infrastruktura (npr. autoput) dijeli prebivališta ili životinje, koje u toku seobe ili kretanja naiđu na autoput često pokušavaju da pređu prepreku, tj izvedu konkretnu aktivnost (trčanje).

Projektovanje i izgradnja saobraćajne infrastrukture, koja je u najvećoj mogućoj mjeri prihvatljiva sa stanovišta životne sredine i koja je pogodna za okolinu, zahtijeva integrisan pristup smanjenju i/ili sprečavanju gore navedene pojave. U budućnosti, neophodno je da se razviju odgovarajući alati i metode za procjenu, sprečavanje i ublažavanje uticaja infrastrukture na prirodu, što predstavlja svrhu evropske mreže IENE, akcije COST 341 i svih postojećih mjera za smanjenje uticaja saobraćajne infrastrukture na prirodu.

4.1.3 Opis stanja prije intervenisanja

Osnovu za donošenje odluke o potrebnim mjerama za ublažavanje uticaja, nadoknađivanju zbog intervencije alternativnim prebivalištima i mjerama za nadoknađivanje ili čak promjenu lokacije na kojoj će se vršiti intervencija predstavlja opis stanja okoline prije intervencije.

Opis stanja okoline prije intervencije treba da sadrži sljedeće:

- Područja posebne zaštite (zaštićena područja, lokacije Natura 2000, područja prebivališta koja su od interesa za EU, itd.);
- Rijetke i ugrožene životinjske vrste (npr. vrste sa crvene liste, vrste navedene u posebnim konvencijama, itd.) i stručnu procjenu veličine određene skupine, značajna prebivališta, raspored jedinki, puteve kretanja, itd.;
- Rijetke i ugrožene biljne vrste, rijetke i ugrožene vrste prebivališta;
- Značajne ekološke mreže;
- Koridore razdvajanja i već razdvojena područja;
- Riječne doline, močvare;
- Ostale vrste značajnih prebivališta;
- Značajan prirodan ili kulturološki krajolik.

Opis prvobitnog stanja takođe služi za naknadne procjene posljedica intervencije i posmatranje stanja poslije intervencije.

4.2 PROCJENA UTICAJA

Procjena uticaja mora biti specifična s obzirom na pojedinačne lokacije, te mora biti razdvojena za svaku životinjsku vrstu i za naročito ugrožene životinjske vrste.

- Uticaj je potrebno procijeniti sa i bez mjera za nadoknadu štete i/ili ublažavanje.
- U slučaju da saobraćajna infrastruktura nije još izgrađena, potrebno je izvršiti odvojenu procjenu uticaja u toku izgradnje i eksploatacije.
- Procjena treba da obuhvati postojeće stanje opterećenosti okoline prije bilo kakve intervencije u prostoru, što se koristi kao polazna tačka.
- Prilikom procjenjivanja potrebno je koristiti skalu procjene koja je utvrđena posebno za svaki predmet procjene (životinje, biljke, vrste prebivališta), s obzirom na sljedeće parametre:
 - Smanjenje i razdvajanje skupova ugroženih vrsta ili vrsta prebivališta;
 - Ograničavanje kretanja životinja;
 - Indirektni uticaji na skupove životinja (buka, zagađenje svjetlošću, otpadne vode, emisija štetnih supstanci), koji imaju uticaj na uslove življenja u području koje prelazi dimenzije puta.

Primjer skale procjene od 6 stepeni za procjenu uticaja puteva na životinje prikazan je u Tabeli 6.26.

Tabela 6.26: Primjer skale procjene od 6 stepeni za procjenu uticaja puteva na životinje:

Pozitivan uticaj (+)	Izgradnja i/ili eksploatacija puta će imati pozitivan uticaj na uslove života životinja.
Nema uticaja (0)	Izgradnja i/ili eksploatacija puta neće imati nikakav uticaj na faunu, trasa puta nije predviđena u prirodnom okruženju.
Mali uticaj (1)	Povremeno prisustvo manjeg broja ugroženih, rijetkih i zaštićenih vrsta samo u područjima koja nisu direktno pogođena intervencijom i na rubu područja uticaja. Nema razdvajanja kompaktnih prirodnih područja, nema odsijecanja puteva koje životinje koriste za kretanje.
Umjeren uticaj (2)	Stalno prisustvo malog broja ugroženih, rijetkih i zaštićenih vrsta. Manja razdvajanja prirodnih područja, putevi za kretanje životinja samo su djelimično prekinuti.
Velik uticaj (3)	Stalno prisustvo velikog broja ugroženih, rijetkih i zaštićenih vrsta čije su skupine smanjene usljed intervencije, umjereno razdvajanje rijetkih i ugroženih prebivališta, prekidi i razdvajanje puteva za kretanje životinja. Intervenciju je moguće izvesti samo ukoliko su usvojene odgovarajuće mjere za nadoknadu štete i/ili ublažavanje.
Ogroman uticaj (4)	Stalno prisustvo velikog broja ugroženih, rijetkih i zaštićenih vrsta i kritično smanjenje ili potpuno izumiranje, potpuno odsijecanje puteva za kretanje životinja. Velika vjerovatnoća je da će doći do izumiranja nekih vrsta. Intervencija nije dozvoljena.

4.3 UGROŽENE GRUPE ŽIVOTINJA

U tabeli 6.27 predstavljene su grupe životinja, u određenim slučajevima (sisari) uključujući i pojedine vrste, na koje najviše može uticati putna infrastruktura.

Tabela 6.27: Ugrožene grupe životinja i mjere za njihovu zaštitu

Grupa životinja	Mjera
KOPNENI BESKIČMENJACI	Odgovarajuće osvjetljenje objekata, podvožnjaka i nadvožnjaka, mostova i vijadukta
VODENI ORGANIZMI	Regulacija vodenih tokova, mostovi, vijadukti, odvodnjavanje puta

VODOZEMCI (Amphibia)	Zaštitne ograde, podvožnjaci i nadvožnjaci, mostovi i vijadukti, saobraćajni znakovi, odgovarajuće odvodnjavanje puta
GMIZAVCI (Reptilia)	Zaštitne ograde, podvožnjaci i nadvožnjaci, mostovi i vijadukti
PTICE (Aves)	Zaštitne ograde, odgovarajuće ograde za zaštitu od buke, nadvožnjaci, mostovi i vijadukti
SISARI (Mammalia)	Zaštitne ograde, podvožnjaci, nadvožnjaci, mostovi i vijadukti, saobraćajni znakovi

Mjere koje se odnose na zaštitu grupa životinja detaljno su razrađene u Poglavlju 5, s obzirom da su mnoge nespecifične i predviđene za zaštitu nekoliko grupa životinja ili za zaštitu njihovih prebivališta.

4.3.1 Kopneni beskičmenjaci

4.3.1.1 Pitanje

Insekte privlači svjetlost sa puta. Kao posljedica povećanog broja insekata oko puta javlja se prisustvo slijepih miševa i njihov sudar sa vozilima, što uglavnom ima tragične posljedice za jedinke obe životinjske grupe.

S obzirom na činjenicu da mnoge endemske vrste beskičmenjaka žive u Federaciji BiH, stalnim ubijanjem jedinki na putevima može se ozbiljno ugroziti njihov opstanak. S obzirom da je gubitak nenadoknadiv, posebnu pažnju je potrebno obratiti na ovo pitanje u skladu sa Konvencijom o biološkoj raznolikosti. Pojavu endemskih vrsta treba utvrditi za određena područja, te je potrebno izvršiti procjenu uticaja izgradnje i eksploatacije infrastrukture na mogućnost njihovog opstanka.

4.3.1.2 Mjere

- Osvjetljenje puteva (upotreba usmjerenog osvjetljenja pomoću svjetlosti odgovarajuće talasne dužine).

Mjere koje se direktno odnose na zaštitu beskičmenjaka i slijepih miševa detaljno su razrađene u poglavlju 4.4.1.4 (Osvjetljenje puteva).

4.3.2 Životinje vezane za vodeno okruženje (vodeni beskičmenjaci, ribe, vodozemci, vodene ptice)

4.3.2.1 Problem

Saobraćajna infrastruktura često prelazi preko vodenih tokova i tako predstavlja fizičku prepreku za kretanje životinja koje žive u vodi.

Kišnica i otpadne vode sa kolovoza često su zagađene organskim zagađivačima (proizvodi od nafte i poliaromatski ugljovodonici) i teškim metalima (olovo, kadmijum). U slučaju saobraćajnih nesreća navedeno zagađenje je jače i može uticati na sve grupe životinja koje su vezane za vodenu sredinu (vodeni beskičmenjaci, ribe, vodozemci, vodene ptice).

4.3.2.2 Mjere

- Predviđeni prolazi za vodene životinje, mostovi, vijadukti.
- Odvodnjavanje pomoću taložnika za pijesak sa funkcionalnim uljnim separatorima.

Mjere koje se odnose direktno na zaštitu vodenih životinja detaljno su obrađene u poglavlju 4.4.2.4. (Podvožnjaci namijenjeni isključivo za prolaz životinja)

4.3.3 Vodozemci (amphibia)

4.3.3.1 Problem

Vodozemci (Amphibia) su u svom životnom krugu vezani i za vodena i za kopnena prebivališta, uključujući legla, ljetna i zimska područja. Zimska prebivališta mogu biti zagađena organskim i neorganskim zagađivačima, ukoliko odvodnjavanje puta nije ispravno izvedeno.

Sve vrste područja su jednako značajni dijelovi životne sredine vodozemaca i životinja se kreću između njih, koristeći manje ili više utvrđene puteve za kretanje. Saobraćajna infrastruktura često odsijeca puteve za kretanje vodozemaca što dovodi do čestih masovnih ubijanja vodozemaca na mjestima presjeka. Ljudsko djelovanje u područjima u kojima žive vodozemci je veoma značajno s obzirom na izgradnju i eksploataciju puteva, te su stoga zaštitne mjere prilikom izgradnje novih, rekonstrukcije starih kao i na postojećim putevima hitno potrebne.

Za rješavanje problema koji se odnose na vodozemce i puteve neophodan je intergisan pristup. Stalno obavješćavanje javnosti je takođe neophodno, jer samo podrška javnosti omogućava realizaciju odgovarajućih rješenja potrebnih za sprečavanje gaženja životinja (uključivanje javnosti u otkrivanje takozvanih crnih tačaka – lokacija na kojim je učestalo gaženje životinja).

Vrste vodozemaca koje žive u Evropi su zaštićene i navedene ili u Dodatku II (strogo zaštićene vrste faune) ili u Dodatku III (zaštićene vrste faune) Konvencije o očuvanju životinja i prirodnih prebivališta u Evropi (Bernska konvencija).

Nekoliko vrsta vodozemaca takođe je navedeno ili u Dodatku II (vrste biljaka i životinja koje su od interesa za EU), čija zaštita zahtijeva određivanje posebnih zaštićenih područja ili u Dodatku IV Direktive o prebivalištima (Direktiva Vijeća 92/43/EEC od 21. maja 1992 (vrste biljaka i životinja koje su od interesa za EU a za koje je potrebna direktna zaštita) te su stoga zaštićene širom Evrope.

4.3.3.2 Mjere

- Upozorenja i saobraćajni znakovi, obavješćavanje vozača i javnosti.
- Podvožnjaci za vodozemce sa trajnim zaštitnim (usmjeravajućim) ogradama.
- Privremene zaštitne ograde za vrijeme migracija.
- Upotreba košara ("zamki") i prenošenje jediniki preko puta za vrijeme migracija.
- Nadvožnjaci, produženi mostovi i vijadukti.
- Odvodnjavanje puta sa funkcionalnim separatorima ulja.

Mjere koje se direktno odnose na zaštitu i migracije vodozemaca detaljno su obrađene u poglavljima 4.4.1.6 (Saobraćajni znakovi i obavješćavanje vozača) i 4.4.2.4 (Podvožnjaci namijenjeni isključivo za prolaz životinja)

4.3.4 Gmizavci (reptilia)

4.3.4.1 Problem

Gmizavci predstavljaju ugroženu grupu životinja. Česti su slučajevi gaženja gmizavaca na putevima, što je još učestalije u toplijim područjima, s obzirom da je u takvim područjima ova vrsta faune bogatija. Povećana smrtnost gmizavaca na putevima često predstavlja rezultat njihove termoregulacije, s obzirom da oni zavise od temperature okoline. Oni koriste otvorena područja bez vegetacije (uključujući kolovoz) da se izlažu sunčevoj toploti, i to naročito u proljeće i ljeto. Stoga je smrtnost gmizavaca usljed gaženja najveća u navedenim razdobljima. Određeni gušteri i zmije takođe dolaze na put da bi se hranili insektima.

U Federaciji BiH, gmizavci žive u mnogim razdvojenim dijelovima prebivališta, te su njihove migracije dosta česte. Izgradnja saobraćajne infrastrukture otežava navedene migracije što direktno utiče na stabilnost njihove metapopulacije.

4.3.4.2 Mjere

- Upozorenja i saobraćajni znakovi.
- Podvožnjaci.
- Nadvožnjaci.
- Produženi mostovi i vijadukti.

- Zaštitne (usmjeravajuće) ograde.

Mjere koje se odnose na zaštitu gmizavaca opisane su u poglavljima 4.4.1 (Mjere za sprečavanje/smanjenje ugroženosti i smrtnosti životinja koje prouzrokuje saobraćajna infrastruktura) i 4.4.2 (Mjere koje omogućavaju očuvanje veza između prebivališta)

4.3.5 Ptice (aves)

4.3.5.1 Problem

Ptice imaju manje poteškoća prilikom prelaska saobraćajne infrastrukture nego ostale grupe životinja, međutim saobraćajna infrastruktura takođe može za ptice predstavljati i ozbiljnu prepreku. Sudari ptica i vozila su relativno česti, a često se dešava da se ptice zapetljaju u zaštitne ograde i ograde za akustičku izolaciju. Poseban problem predstavljaju providne ograde za akustičku izolaciju, koje se postavljaju u određenim područjima sa ciljem da se vozačima i putnicima omogući razgledanje pejzaža. Ptice često ne primjećuju prepreku i udaraju u nju.

U određenim slučajevima, ograde za akustičnu zaštitu su takođe predviđene za zaštitu ptica od buke koja se javlja na putu (npr. u područjima gdje su smještene gnijezda), a koja može uznemiriti ptice, naročito za vrijeme parenja. Određene vrste ptica izbjegavaju područja sa povećanim nivoom buke. U Holandiji je dokazano da je smanjenja nastanjenost ptica u područjima u kojima saobraćajna buka prelazi 50 dB(A) i čak 40 Db(A), ukoliko se radi o šumskim pticama.

Vodene ptice takođe mogu biti ugrožene otpadnim vodama sa puta, kao i zagađenjem njihovog prebivališta navedenim otpadnim vodama (npr. prosipanje naftnih derivata i drugih zagađivača prilikom saobraćajnih nesreća).

Mnoge ptice takođe ugrožava i zagađenje svjetlošću. Za ptice su pogodnije lampe sa usmjerenom svjetlošću, kod kojih je emisija iznad horizontalnog nivoa ograničena zaklonom.

4.3.5.2 Mjere

- Upotreba neprovidnih ograda za akustičnu zaštitu, gdje god je moguće.
- Odgovarajuće označavanje providnih ograda u cilju sprečavanja udara ptica.
- Upotreba nereflektujućih materijala za ograde.
- Postavljanje ograda za akustičnu zaštitu predviđenih za zaštitu ptica od buke.
- Odgovarajuće osvetljenje puta (usmjereno svjetlo).
- Odvodnjavanje puta sa separatorom ulja.

Mjere koje se direktno odnose na zaštitu ptica detaljno su obrađene u poglavlju 4.4.1.1 (Ograde).

4.3.6 Sisari (mammalia)

4.3.6.1 Problem

Razdvajanje prebivališta

Negativan uticaj izgradnje saobraćajne infrastrukture odražava se na sisare u različitim segmentima njihove populacije. Sisarima su potrebna relativno velika prebivališta, jer je to jedini način da se očuva dovoljan broj jedinki pojedinih vrsta koje su sposobne za život. Njihove primarne, relativno homogene životne sredine su, kao rezultat izgradnje i eksploatacije saobraćajne infrastrukture, podijeljene na pojedinačne manje ili više izolovane dijelove prebivališta. Takvim razdvajanjem prebivališta dobijamo male i manje ili više izolovane lokalne populacije, što ima negativan uticaj na njihovu sposobnost za život. U razdvojenim malim grupama populacije ne može se razviti odgovarajuća socijalna, seksualna i starosna struktura, te je stoga umanjena sposobnost jedinki za život a povećava se vjerovatnoća izumiranja vrste. Prepreke ometaju kretanje i miješanje jedinki, što u nekim područjima dovodi do prenamještenosti, dok na nekim dijelovima/područjima

prebivališta živi mali broj životinja ili čak nijedna. Parenje životinja koje su u bliskom srodstvu se takođe povećava kod izolovanih populacija. To ima negativan uticaj na genetsku strukturu i takođe povećava pojavu recesivnih gena. Stoga, kod druge generacije često dolazi do genetskih gubitaka, što može dovesti do većeg gubitka genetske raznolikosti. S obzirom na sve gore navedene negativne uticaje razdvajanja prebivališta i stvaranja prepreka, prilikom izgradnje objekata infrastrukture posebnu pažnju je potrebno posvetiti obezbjeđenju najmanje minimalnog prolaza za jedinke preko saobraćajne infrastrukture.

U fazi projektovanja saobraćajne infrastrukture u obzir je potrebno uzeti višestruke pozitivne uticaje koji proizilaze iz očuvanja većih područja osnovnih vrsta prebivališta. Takođe je sa stanovišta uticaja, s obzirom na gubitak integriteta primarnih prebivališta određenih vrsta, potrebno ocijeniti pravac pružanja budućeg objekta. Kada je riječ o sisarima, velike životinje su naročito osjetljive na uništavanje i razdvajanje njihovih prebivališta. S obzirom da su, kada je način ishrane u pitanju, grabljivice, gustina njihove populacije je veoma mala, te zahtijevaju relativno velika i kompaktna područja za kratkoročni opstanak lokalnih populacija.

Nastanjenost sisara u Bosni i Hercegovini

Primarno kopneno prebivalište u Bosni i Hercegovini čini šuma, koja se sastoji od veoma starih i izuzetno raznolikih biotopa, čiji značajan dio predstavljaju takođe veliki sisari kao i sisari srednje veličine. Populacije navedenih vrsta koje nastanjuju ova područja su značajne i na lokalnom i na evropskom nivou (dinarska populacija) koje se javljaju sa južno-istočnih Alpa na sjevero-zapadu sve do Crne Gore, pa čak i dalje prema jugu. Zaštita integriteta šumskog prebivališta predstavlja ključnu mjeru za zaštitu velikih sisara koji su značajni na evropskom (pa čak i na globalnom) nivou, uglavnom velikih zvijeri.

Direktna smrtnost koju prouzrokuje saobraćajna infrastruktura

Pored razdvajanja prebivališta, saobraćajna infrastruktura takođe predstavlja direktnu opasnost po sisare. S obzirom da su veoma pokretljivi, relativno brzo stižu do puta, te su česti učesnici u saobraćajnim nesrećama. Gubitak navedene životinje predstavlja gubitak jedinke iz populacije, što utiče na broj životinja u populaciji, a kao posljedica toga i na vjerovatnoću njihovog opstanka.

Pojava sisara na putevima predstavlja jedan od nepredvidivih događaja na koje vozači ne mogu reagovati na odgovarajući način. Sudari, uglavnom sa velikim životinjama, mogu biti veoma opasni po ljude. Učestalost nesreća u kojima učestvuju sisari zavisi od gustine njihove populacije, ali takođe i od njihovog ponašanja i drugih karakteristika.

Mrki medvjed (*Ursus arctos*) je najveća i uglavnom noćna životinja, iako ga je moguće vidjeti i danju. Mrki medvjed nameće problem, s obzirom na prelazak preko saobraćajne infrastrukture, jer spada u grupu životinja sa velikim opsegom aktivnosti. Njega prilikom prelaska puta ne može zaustaviti ni zaštitna ograda, ukoliko ograda nije opremljena električnim regulatorom. Iako izgled spor i smotan, mrki medvjed može veoma brzo da trči, a mlađe i lakše životinje su takođe veoma dobri penjači. Kada se nalazi na putu, medvjed uglavnom ne uspijeva da izbjegne sudar sa vozilima. Takođe, potrebno je određeno vrijeme dok medvjed nauči da koristi sigurnije načine za prelazak preko novih saobraćajnih prepreka na svom utvrđenom putu za kretanje. Odrasle jedinke medvjeda mogu da teže preko 200 kg. Sudar sa vozilom pri kretanju velikom brzinom može biti poguban za životinju, ali i za vozača i putnike. U većini evropskih zemalja, relativno je mala vjerovatnoća da će medvjed neočekivano preći preko putne infrastrukture. Međutim, to nije slučaj za Bosnu i Hercegovinu, jer su medvjedi vezani uglavnom za šumska područja planine Dinare (Dinarska populacija) a njihov broj je relativno velik.

Lisica (*Vulpes vulpes*) dolazi na put uglavnom zbog ishrane, jer se na samom putu ili pored puta nalaze brojni leševi raznih životinja, uključujući beskičmenjake, kao i žabe i druge kičmenjake. Često se dešava da lisica zbog ishrane i neopreznog kretanja bude pregažena na putu.

Slično je i sa **ježevima**. Kada im se približava vozilo ježevi reaguju slično kao u susretu sa grabljivicom (u slučaju opasnosti se zaustave i čekaju dok se sve u okolini ne umiri), što u mnogim slučajevima dovodi do toga da jež bude pregažen na putu.

Putevi su omiljeno mjesto za **kopitare** u toku zime i proljeća, jer ne njima nema snijega i soli. Opasnost od gaženja je povećana usljed društvenih interakcija između jedinki, kao što su borba za mjesto, partnera, mjesto za razmnožavanje i odgajanje mladunaca.

Osvjetljenjem saobraćajne infrastrukture povećava se gustina insekata pored puteva, što privlači njihove grabljivice (**slijepi miševi**). Sudari slijepih miševa sa vozilima u većini slučajeva završe tragično za slijepi miševi.

4.3.6.2 Ugrožene grupe sisara i njihov zaštićen status u evropi

Bubojedi (Insectivora)

Sve vrste slijepih miševa (*Chiroptera*) koji žive u Evropi, izuzev Common Pipistrelle (*Pipistrellus pipistrellus*), navedene su na spisku strogo zaštićenih vrsta (Bernska konvencija – Dodatak II i Direktiva o prebivalištima – Dodatak IV).

Ježevi (Erinaceidae) koji su česte žrtve saobraćaja, kao i druge vrste bubojeda (rovke i krtice) su u opasnosti naročito za vrijeme izgradnje saobraćajne infrastrukture. Sve vrste rovki (Soricidae) su zaštićene Bernskom Konvencijom (Dodatak III), kao i Evropski jež (*Erinaceus europaeus*).

Glodari (Rodentia)

Zaštićene vrste glodara (Bernskom Konvencijom) obuhvataju sve puhove (Gliridae), Crvenu vjevericu (*Sciurus vulgaris*), Evropskog dabra (*Castor fiber*) kao i neke druge vrste. Puhovi i dabrovi su stogo zaštićene vrste u skladu sa Direktivom o prebivalištima (Dodatak IV).

Zvijeri (Carnivora)

Tabela 6.28: Stanje zaštite zvijeri (Carnivora)

Vrsta	Lokalni naziv	FFH ⁽¹⁾	BERN ⁽²⁾
*Ursus arctos	Mrki medvjed	Dodatak II	Dodatak II
*Canis lupus	Vuk		Dodatak II
Vulpes vulpes	Lisica		
Lynx lynx	Ris		Dodatak III
Felis silvestris	Divlja mačka	Dodatak II	Dodatak II
Lutra lutra	Vidra		Dodatak II
<i>Martes martes</i>	Kuna zlatica		Dodatak III
<i>Martes foina</i>	Kuna bjelica		Dodatak III
<i>Mustela nivalis</i>	Lasica		Dodatak III
<i>Mustela erminea</i>	Hermelin		Dodatak III
Mustela putorius	Tvor		Dodatak III
Males males	Evroazijski jazavac		Dodatak III

Legenda:

⁽¹⁾ Direktiva Vijeća 92/43/EEC od 21. maja 1992. godine o očuvanju prirodnih prebivališta i divlje flore i faune: Dodatak II – Životinjske i biljne vrste koje su od interesa za Zajednicu, za čije je očuvanje potrebno odrediti posebna područja, vrste su označene kao *prioritet;

⁽²⁾ *Konvencija o očuvanju evropskih divljih životinja i prirodnih prebivališta (Bernska Konvencija): Dodatak II (Dodatak II) – strogo zaštićene životinjske vrste; Dodatak III (Dodatak III) – zaštićene životinjske vrste.*

Sisari sa kopitom ili kopitari (Artiodactyla)

Tabela 6.29: Stanje zaštite sisara sa kopitom ili kopitara (Artiodactyla)

Vrsta	Lokalni naziv	FFH ⁽¹⁾	BERN ⁽²⁾
Sus scropha	Vepar		
Cervus elaphus	Crveni jelen		Dodatak III
Cervus dama	Jelen lopatar		Dodatak III
Capreolus capreolus	Srna		Dodatak III
Ovis ammon	Muflon		Dodatak III
Rupicapra rupicapra	Divokoza	Dodatak II	Dodatak III

Legenda:

(1) Direktiva Vijeća 92/43/EEC od 21. maja 1992. godine o očuvanju prirodnih prebivališta i divlje flore i faune: Dodatak II – Životinjske i biljne vrste koje su od interesa za Zajednicu, za čije je očuvanje potrebno odrediti posebna područja;

(2) Konvencija o očuvanju evropskih divljih životinja i prirodnih prebivališta (Bernska Konvencija): Dodatak III (Dodatak III) – zaštićene životinjske vrste.

4.3.6.3 Mjere

- Upozorenja i saobraćajni znakovi.
- Zaštitne (usmjeravajuće) ograde, regulator za električne ograde.
- Prilagođavanje objekata predviđenih za kretanje životinja, koje se već nalaze na kolovozu.
- Uređenje kosina.
- Osvjetljenje puteva usmjerenim svjetilkama, sa svjetlošću odgovarajuće talasne dužine.
- Podvožnjaci.
- Nadvožnjaci.
- Produženi mostovi i vijadukti.

Mjere koje se odnose na zaštitu i prolazak sisara detaljno su razrađene u poglavlju 4.4 Vrste mjera.

4.4 VRSTE MJERA⁽¹⁾

Sadržaj poglavlja 4.4 - Vrste mjera djelimično preuzet iz poglavlja 7 monografije akcije COST 341- Razdvajanje prebivališta zbog saobraćajne infrastrukture- (Divlje životinje saobraćaj-Evropski priručnik za utvrđivanje konflikata i pronalaženje rješenja)

Načini uređenja prolaza za životinje preko saobraćajne infrastrukture, kao i primjena ostalih mjera za ublažavanje i smanjivanje uticaja navedene infrastrukture na faunu znatno se razlikuju u zemljama Evrope. Razlog tome su prije svega različite tradicije, a djelimično specifičan geografski položaj i životna sredina u pojedinim zemljama. Kao posljedica toga, širom Evrope ne postoje standardi za projektovanje, izgradnju i održavanje navedenih konstrukcija. Efikasnost postojećih mjera i objekata koji su u funkciji nije procijenjena na

⁽¹⁾ **Napomena:** Sadržaj poglavlja 5 – Vrste mjera je djelimično preuzet iz poglavlja 7 monografije akcije COST 341 – Razdvajanje prebivališta zbog saobraćajne infrastrukture – "Divlje životinje i saobraćaj – Evropski priručnik za utvrđivanje konflikata i pronalaženje rješenja"

odgovarajući način, te je stoga potrebno pripremiti dodatne studije, na osnovu kojih će se, u budućnosti, realizovati planiranje mjera, a postojeći postupci standardizovati.

Prilikom izbora vrste mjere i njene tačne lokacije i učestalosti, u obzir je potrebno uzeti značaj područja za faunu (središnja, granična područja ili putevi za kretanje, ekološki značajna područja, zaštićena područja, itd.). Opšte pravilo koje se primjenjuje je da se intenzitet i specifičnost mjere povećavaju sa povećavanjem značaja područja na kojem se intervencija vrši, ugrožene vrste ili puteva za kretanje. Jednako tome, prilikom izgradnje nove infrastrukture u obzir je potrebno uzeti postojeću situaciju i uticaj izgrađene saobraćajne infrastrukture (ukupan – kumulativni uticaj), koji se mogu promijeniti nakon novih intervencija u prostoru. Neophodne su dodatne mjere za ublažavanje. Za svaku intervenciju u prostoru neophodna je posebna procjena intervencije, koja je prilagođena stvarnom stanju na određenoj lokaciji, te je takođe u obzir neophodno uzeti potrebe životinjske grupe koja će vjerovatno najviše biti ugrožena intervencijom.

Za potrebe ove studije mjere se dijele u dvije grupe, koje su detaljno opisane dalje u tekstu:

- Mjere za sprečavanje/smanjenje ugroženosti i smrtnosti životinja, koje prouzrokuje saobraćajna infrastruktura;
- Mjere kojima se omogućava očuvanje veza između prebivališta (smanjenje razdvojenosti prebivališta).

Navedene grupe mjera ne mogu biti jasno razdvojene jer se međusobno prepliću.

4.4.1 Mjere za sprečavanje/smanjenje ugroženosti i smrtnosti životinja koje prouzrokuje saobraćajna infrastruktura

Ove mjere obuhvataju mjere za smanjenje ugroženosti, te kao posljedica toga, smrtnosti životinja do koje dolazi usljed direktnog sudara sa vozilima. Navedenim mjerama se takođe povećava bezbjednost učesnika u saobraćaju i smanjuje se broj saobraćajnih nesreća.

Drugu grupu mjera čine one mjere koje smanjuju ugroženost životinja do koje dolazi usljed zagađenja njihovih prebivališta raznim zagađivačima (organski i neorganski zagađivači), bukom i svjetlošću.

4.4.1.1 Ograde

Ograde su konstrukcije koje su namijenjene za sprečavanje pristupa životinja na put.

Zaštitna ograda – fizička prepreka ili konstrukcija za odvrćanje životinja. Vrsta ograde se određuje na osnovu materijala koji se upotrebljava za njenu izradu (mreža, žica, plastika, drvo, metal).

Električna ograda – električna ograda za odvrćanje životinja (električna ograda sa regulatorom).

Ograda za akustičnu zaštitu, prvenstveno je predviđena za smanjenje buke koja dolazi sa puta, a može da služi i kao zaštitna ograda za životinje (opeka, drvo, beton, plastična vegetacija).

Ciljne životinjske grupe

Sisari, vodozemci, gmizavci i ptice

Određivanje lokacija za objekte

Uopšteno, put, izuzev u slučaju autoputa, treba biti ograđen samo u područjima gdje se očekuje veliki broj mrtvih životinja do čega dolazi usljed sudara sa vozilima.

Ograde često predstavljaju zamke za sitne životinje (npr. uticaj na ptice, zapetljavanje u mreže, itd.) i u isto vrijeme predstavljaju nepremostivu prepreku za životinje, stoga

predviđanje istih mora biti prilagođeno životinjama a u obzir je potrebno uzeti specifičnosti određenog područja i prisustvo određenih vrsta životinja.

Krajnje tačke ograde su opasne jer životinje mogu obići oko njih i zalutati na put. Stoga je preporučljivo da se ograde završavaju pored velikih objekata (npr. zgrada, mostova, itd.).

Prilikom određivanja lokacija za postavljanje ograda u obzir je potrebno uzeti lokacije postojećih i mogućih prolaza za životinje, s tim da navedene ograde ne smiju ometati ulazak u prolaze i na podvožnjake.

Tehničke i druge karakteristike objekata

Sigurnosne ograde moraju biti u skladu sa sljedećim karakteristikama:

- Odgovarajuća visina – potrebno je spriječiti preskakanje životinja preko ograde, minimalna visina: 2.2 m ili više (preporučena 2.6 do 2.8 m za crvenog jelena, 1.5 m (preporučena 1.6 do 1.8 m za srne i veprove.
- Visina ograde mora posebno biti prilagođena s obzirom na teren. Visina se mjeri na strani sa koje životinje dolaze. Prilikom određivanja visine ograde u obzir je potrebno uzeti i visinu snježnog pokrivača u zimskom periodu.
- Odgovarajuća gustina mreže. Upotreba gušće mreže se preporučuje u nižoj trećini ograde. Razmak između horizontalnih žica: niži dio 50-150 mm, gornji dio 150-200 mm i razmak između vertikalnih žica 150 mm.
- Prečnik žice treba da iznosi najmanje 2.5 mm. Materijal mora biti otporan na koroziju.
- Potrebno je obezbijediti odgovarajuću stabilnost ograde i dobru pričvršćenost mreže za nosače.
- Niži dijelovi ograde treba da dodiruju liniju terena za koji treba da budu pričvršćeni. U određenim slučajevima neophodno je ukopavanje ograde u teren (20-40 cm), u uglavnom u područjima u kojima ima veprova, jazavaca i lisica.
- Nosači ograde (stubovi) moraju biti dovoljno jaki i moraju biti izrađeni od metala (promjer nosača preko 5 cm) ili drveta (promjer nosača preko 12 cm). Središnji stubovi mogu biti tanji.
- Nosači moraju biti čvrsto ukopani u tlo (na dubinu od oko 70 cm).
- Razmak između stubova mora da iznosi 4-6 m za crvenog jelena a najviše 4 m za vepa.
- Put ili željeznica uvijek moraju biti ograđeni sa obe strane.
- Održavanje ograda mora biti operativno. Potrebno ih je najmanje jednom godišnje detaljno pregledati, u sklopu redovnog održavanja puta, a u toku prve godine i češće. Posebnu pažnju je potrebno posvetiti otvorima (potrebno ih je odmah zatvoriti), spojevima sa stubovima, povezanosti sa terenom, stazama i šupljinama koje ukazuju na redovan prolazak životinja ispod ograde. U slučaju da usljed saobraćajne nesreće ili udara groma dođe do oštećenja ograde, istu je potrebno odmah popraviti.

Električne ograde su predviđene uglavnom za sprečavanje prolaza životinja na put (u središnjim ili tranzitnim područjima u kojima se javljaju zaštićene vrste životinja, koje se uglavnom mogu popeti uz ogradu, npr. medvjed, ris, divlja mačka). Prikladnije su za manje dionice, na kojima postoji velika opasnost za zaštićene vrste ili se može upotrebljavati kao privremeno rješenje kojim se na novo izgrađenim dionicama puta mijenjaju navike životinja.

Efikasna ograda je mrežasta ograda sa dvije dodatne žice pod naponom, koji stvara regulator električne ograde. Jedna žica se postavlja na visinu od 50 cm a druga iznad mreže (15-20 cm). Ova mjera je relativno jeftina, međutim, zahtijeva redovno izvođenje pregleda i odgovarajuće održavanje.

Ograda za akustičnu izolaciju – vidjeti poglavlje 4.4.1.2 za više detalja o uticaju ograda za akustičnu izolaciju na ptice.

4.4.1.2 Ograde za akustičnu izolaciju

Ciljne životinjske grupe

Ptice i druge životinjske grupe (kao zaštitna ili usmjeravajuća ograda).

Određivanje lokacija za objekte

Ograde za akustičnu izolaciju su prije svega predviđene za zaštitu ljudi koji žive duž puta, a ponekad su predviđene i za zaštitu životinja, npr. za zaštitu kolonija ptica koje savijaju gnijezda duž saobraćajne infrastrukture.

Tehničke i druge karakteristike objekata

Ograde za akustičnu izolaciju mogu biti providne i neprovidne. Negativni aspekt u oba slučaja je da takve ograde mogu povećati razdvajanje prebivališta čak i više od običnih ograda, naročito ukoliko su postavljene u neurbanim područjima. U kombinaciji sa prolazima preko saobraćajne infrastrukture mogu da služe kao objekti za usmjeravanje koji vode životinje u smjeru prolaza.

Providne ograde za akustičnu izolaciju mogu da predstavljaju veliki rizik od udara ptica koji dovode do smrti, naročito u slučajevima kada je prirodna vegetacija vidljiva kroz ogradu (obližnje drveće i žbunje), te ptice ne uočavaju ogradu kao prepreku. Upotrebom odgovarajućih znakova (vertikalne oznake svjetlijih boja sa vanjske strane ograde, dalje od puta – 2 cm široke linije u razmaku od 10 cm ili 1 cm široke linije sa maksimalnim razmakom od 5 cm) moguće je znatno smanjiti broj udara. Siluete grabljivica su manje efikasne i djeluju samo ukoliko su postavljene u velikom broju. Za providne ograde nije dozvoljeno upotrebljavati staklo ili reflektujuće materijale.

Postavljanje providnih ograda treba izbjegavati u najvećoj mogućoj mjeri, te ih je potrebno zamijeniti sa neprovidnim ogradama.

4.4.1.3 Prilagođavanje objekata koji omogućavaju izlaz životinja sa kolovoza

Ciljne životinjske grupe

Sisari, vodozemci i gmizavci

Tehničke i druge karakteristike objekata

Usmjeravajuće ograde su predviđene uglavnom za krupne sisare, te omogućavaju lak prolaz samo sa puta, dok je ulaz sa vanjske strane otežan (jednosmjerni prolaz – mehanička jednosmjerna izlazna vrata, ograda u obliku lijevka, nasipi – rampe koji životinjama omogućavaju izlaz preko ograde).

Ivičnjaci duž puta mogu biti prilagođeni tako da omogućavaju prolaz sitnim beskičmenjacima. U ivičnjak se usijeca blaga rampa koja omogućava penjanje životinja.

Izmjena sistema kanala za odvodnjavanje duž puta sa izlaznim rampama sprečava utapanje sitnih životinja i smanjuje efekat barijere, koji stvaraju takvi kanali.

4.4.1.4 Osvjetljenje puteva

Ciljne grupe

Insekti, ptice, slijepi miševi

Tehničke i druge mjere

Sve instalacije rasvjete mogu da emituju svjetlo tamo gdje nije predviđeno. Uglavnom, u horizontalnu ravan ili u nebo. U takvim slučajevima govorimo o zagađenju svjetlošću. Lampe privlače insekte, a kao posljedica toga i njihove grabljivice (slijepice, noćne ptice) što dovodi do velike smrtnosti jedinki iz obe grupe. U cilju sprečavanja udara insekata preporučujemo upotrebu natrijumskih lampi (gdje god je moguće) i usmjerenog svjetla (zasjenčenih lampi).

Zasjenčene lampe emituju svjetlost u horizontalnom nivou. Emitovanje svjetlosti je ograničeno na horizontalni nivo ili iznad njega, pomoću reflektujućeg zaklona koji svjetlost usmjeren u neželjenom pravcu usmjerava prema tlu, te se tako smanjuje potrošnja energije.

Najbolje rješenje je da se koriste natrijumske lampe sa niskim pritiskom, gdje god je njihova upotreba moguća. Ove lampe emituju svjetlost samo u uskom dijelu spektra, žute boje, i relativno su neprivlačne za insekte. S obzirom na prikladnost za okolinu slijede natrijumske lampe sa visokim pritiskom, koje imaju širi spektar emitovanja svjetlosti, te su stoga nepovoljnije za okolinu. Ne preporučujemo upotrebu živinih i halogenih lampi. Razlog za to je jaka emisija u širokom ljubičastom dijelu spektra, djelimično čak i izvan vidljivog područja, gdje njihova svjetlost ne pruža ljudima nikakvu korist ali predstavlja veliku smetnju za insekte. Pored navedenog, živine lampe emituju svjetlost u brojnim talasnim dužinama te je njihovu svjetlost nemoguće filterisati; takođe nepovoljno je i to što su navedene lampe kratkoročne i što se starenjem njihove karakteristike mijenjaju.

4.4.1.5 Sredstva za odbijanje životinja

Ciljne životinjske grupe

Crveni jelen i srna

Tehničke i druge mjere

Sredstva za odbijanje životinja su prije svega predviđena za crvenog jelena i srnu. Navedena sredstva se zasnivaju na optičkim (ogledalima, reflektujućim napravama), akustičnim (zvuk) i mirisnim signalima (mirisna sredstva za odbijanje životinja), a njihova efikasnost je, kako iskustva pokazuju, prilično ograničena.

Reflektujuće naprave su jednostavne ploče izrađene od lima ili su to namjenske reflektujuće naprave koje se takođe nazivaju reflektorima. Obe vrste reflektujućih naprava se postavljaju na nosače, na odgovarajuću visinu (oko 60 cm), na razmak od 20 do 50 metara sa obe strane puta. Dok ploče od lima reflektuju samo svjetlost dolazećih vozila u okruženje puta, reflektori su napravljeni i postavljeni tako da reflektujući svjetlost farova sačinjavaju prepreku od bijelog, crvenog i plavo-zelenog spektra. Nedostatak naprava za reflektovanje svjetlosti je taj da funkcionišu samo za vrijeme tamnijih dijelova dana. Ukoliko je saobraćaj gust, životinje će se brzo naviknuti na novu svjetlost. Reflektujuće naprave se takođe moraju redovno održavati i čistiti. Sprovedena su brojna istraživanja u vezi sa reflektujućim napravama, ali svi dobijeni rezultati su nedosljedni. Svi ukazuju na zaključak da takva upozorenja nisu veoma efikasna.

4.4.1.6 Saobraćajni znakovi i obavješćavanje vozača

Ciljne životinjske grupe

Vodozemci, ptice, sisari

Tehničke i druge mjere

Smanjenje brzine kretanja vozila je efikasna mjera za smanjenje učestalosti i posljedica sudara vozila i životinja. Međutim, na određenim putevima koji su projektovani za veće brzine kretanja takve mjere su uglavnom neprihvatljive.

Saobraćajni znakovi koji upozoravaju na prisustvo životinja (sisari, vodozemci, ptice) predstavljaju uobičajenu mjeru, na koju se vozači često ne obaziru. Privremeni znakovi se postavljaju da privuku pažnju vozača. Navedeni znakovi mogu biti treptajući za vrijeme povećane opasnosti ili podrazumijavaju sezonsku upotrebu znakova za ograničenje brzine pored znaka koji označava opasnost od kretanja divljači. U novije vrijeme razvijeni su napredni sistemi, između ostalog tu je sistem infracrvenih senzora za utvrđivanje prisustva krupnih sisara. Kada se životinja približi putu senzor pokreće treptanje znaka za ograničenje brzine, koji se postavlja ispod znaka koji ukazuje na opasnost od kretanja divljači.

Upravitelji lovišta često koriste znakove upozorenja (siluete) za divljač, koji su efikasni samo kratko vrijeme. U početnom periodu, prepoznavanje navedenih silueta prouzrokuje reakciju vozača i smanjenje brzine kretanja, međutim, vozači se ubrzo naviknu na navedene znakove koji u dugom vremenskom periodu mogu imati i negativne uticaje. Može se desiti da vozači smatraju da je životinja koja zaista stoji pored puta silueta, te da ne reaguju na njeno prisustvo.

4.4.1.7 Prilagođavanje prebivališta duž saobraćajnih priključaka

Ciljne životinjske grupe

Sisari, ptice

Tehničke i druge mjere

Sječanjem vegetacije duž saobraćajne infrastrukture (u zoni od 3 do 10 m) smanjuje se privlačnost prebivališta za određene krupne sisare, dok se u isto vrijeme povećava preglednost terena, a kao posljedica toga poboljšava se vidljivost za vozače. Smanjenje broja životinja u okruženju puta moguće je takođe postići izborom odgovarajuće vrste biljaka (vrste bez voća koje privlači životinje, itd.) koje rastu pored saobraćajne infrastrukture. Žbunje pored ograda smanjuje mogućnost da životinje preskoče ogradu, itd.

4.4.2 Mjere koje omogućavaju očuvanje veza između prebivališta

4.4.2.1 Nadvožnjaci za životinje koji su isključivo predviđeni za prelazak životinja (ekodukti ili zeleni mostovi)

Ekodukti su namjenski izgrađene konstrukcije koje su predviđene za prelazak životinja preko kolovoza. Ekodukti predstavljaju skup ali efikasan metod smanjenja razdvajanja populacija koje prouzrokuju saobraćajne trase.

Širina, oblik i vegetacioni pokrivač ekodukta u velikoj mjeri zavise od ciljne životinjske grupe za koju je konstrukcija prvenstveno namijenjena (to su uglavnom sisari, ali prolaz mogu da koriste i druge životinjske grupe, te obično predstavljaju i neku vrstu usmjeravajućeg objekta za leteće životinje – ptice, slijepi miševi i beskičmenjaci). Širina i lokacija prolaza su najkritičniji ukoliko se radi o krupnim sisarima.

Prilikom planiranja ekodukta, neophodno je izvršiti analizu prostora šireg područja kao i analizu stanja populacije ciljnih životinjskih grupa. To je naročito važno za šumske vrste, koje prilikom seobe nerado napuštaju šumsku sredinu. Ekodukti stoga imaju karakteristike mikro koridora, preko kojih prelaze mnoge jedinke. U sredinama gdje na putevima nema vijadukta ili tunela, ekodukti predstavljaju ključnu višenamjensku mjeru za seobu, u vezi sa razdvajanjem životne sredine i imaju glavnu ulogu u daljem razvoju faune u širem regionu. Crveni jelen i veprovi kao i vukovi i risevi su naročito osjetljivi na ljudsko

prisustvo i uglavnom ne koriste druge mostovske konstrukcije koje su predviđene takođe i za prelaz ljudi ili za odvijanje saobraćaja preko objekta infrastrukture.

Ekodukti obično spajaju razdvojene dijelove prebivališta, te stoga imaju značajnu ulogu u prolazu brojnih vrsta beskičmenjaka i kičmenjaka. S obzirom da su takve konstrukcije veoma skupe, razumljivo je da se predviđaju samo za brojčano najveću moguću ciljnu životinjsku grupu. Cilj je prije svega da se povežu prebivališta na nivou ekosistema, što zahtijeva znanje, te za što je potrebno u obzir uzeti karakteristike postojećih prebivališta, kao i karakteristike projektovanja, izgradnje i ozelenjavanja ekodukta.

Ciljne životinjske grupe

Sisari, vodozemci i gmizavci, peskičmenjaci, ptice

Određivanje lokacije objekata

Objekat predviđen za prolazak krupnih sisara treba biti smješten u području postojećih koridora krupnih sisara. Lokacija takođe treba da nudi mogućnost prelaza za ostale životinjske grupe. Za lokaciju objekta treba izbjegavati područja u kojima bi znatan uticaj ljudi mogao umanjiti funkcionalnost prolaza.

Tehničke i druge karakteristike objekata

Dimenzije nadvožnjaka se mogu razlikovati u zavisnosti od vrste životinja za koju su predviđeni. Širi prolazi su uglavnom bolji. Preporučena standardna širina prolaza iznosi između 40-50 m (razmak između ograda), minimalna širina iznosi 20 m, te je u slučaju koridora predviđena za manje osjetljive vrste (npr. srna). Predviđena širina prolaza se povećava sa njegovom dužinom (omjer između širine i dužine mora biti veći od 0.8).

Ukoliko je riječ o zelenim mostovima, preporučena širina prolaza treba da iznosi >80 m (moguća je i do nekoliko stotina metara) čime se omogućava uspostavljanje veze u ekosistemu. Optimalna širina se određuje za svaki slučaj posebno, s obzirom na posebnu lokaciju prolaza. Vegetacioni pokrivač prolaza se takođe određuje za svaki slučaj posebno s obzirom na određenu lokaciju i ciljne životinjske grupe.

Objekti za prolazak životinja mogu biti projektovani u različitim oblicima. Izbor oblika se često zasniva na brojnim faktorima (topografija terena, stabilnost osnove, troškovi, itd.). Ulaz u objekat može biti pravougaonog oblika, u vidu parabole ili dimnjaka. Ova dva oblika omogućavaju manju širinu objekta u sredini prolaza.

S obzirom da korijenje drveća može oštetiti objekte, te s obzirom na činjenicu da su uslovi za rast biljaka specifični u objektu (zbog šupljeg podnog dijela promaja je česta pojava), izbor odgovarajućih vrsta biljaka se vrši na osnovu njihovog uspješnog rasta u navedenim uslovima. Predviđena dubina podnog dijela (osnove za rast) je 0.3 m za travu i biljke, odnosno 0.6 m za žbunje i 1.5 m za drveće.

Objekat mora imati zaštitu od svjetlosti i akustičnu izolaciju. Za relativno uske prolaze prikladni su zakloni izrađeni od plastike. Na prolazima širine preko 50 m dovoljna je živa ograda (koja, ukoliko je izvodljivo, treba biti zasađena na malom nasipu). Širina zaklona treba da iznosi oko 2 m za prolaze koji su širi od 20 m (u tom slučaju na prolaz nije potrebno postavljati ogradu), dok na užim prolazima visoki zakloni predstavljaju smetnju za životinje, te je u tom slučaju ograda prikladnija.

Usmjeravajuće ograde duž puta pored prolaza, koje se upotrebljavaju za usmjeravanje životinja prema prolazu, neophodne su za optimalno funkcionisanje prolaza. Za više detalja o ovim ogradama vidjeti poglavlje 1.1.6.4.5.1.1.

S obzirom da su prolazi za životinje objekti koji imaju dugoročnu funkciju (50, 100 godina ili više), potrebno ih je pažljivo planirati, te je okruženje koridora životinja za koje je

prolaz predviđen potrebno zaštititi. Stoga su neophodna dugoročna planiranja ostalih intervencija u prostoru, koje bi mogle uticati na ciljnu životinjsku grupu.

Pažljivo planirano održavanje koje se sprovodi redovno i stručno neophodno je za dugoročno funkcionisanje prolaza.

4.4.2.2 Nadvožnjaci u sklopu predviđenih saobraćajnih nadvožnjaka i podvožnjaci u sklopu predviđenih saobraćajnih podvožnjaka

Na lokalnim putevima, šumskim i drugim putevima često se nalazi dosta mostova koji se rijetko upotrebljavaju za prolaze za životinje. Ukoliko se dopune zelenom površinom njihova prikladnost za prolaz za životinje može znatno biti poboljšana.

Odgovarajuće prilagođeni saobraćajni nadvožnjaci i podvožnjaci mogu predstavljati efikasnu mjeru za prelazak velikog broja sisara u periodu kretanja. U zavisnosti od širine i projektovanog produženja, te u slučaju malog obima saobraćaja (naročito u toku noći) iste često koriste različite vrste sisara (lisice, zečevi, divlje mačke, razne vrste kuna i lasica, jazavci i vidre). U slučaju odgovarajućeg okruženja duž objekta za premošćavanje iste mogu koristiti srne, medvjedi a rjeđe crveni jelen, risevi i vukovi. Navedene objekte relativno rijetko koriste veprovi. Istraživači su utvrdili značajne pojedinačne razlike između jedinki s obzirom na upotrebu ovih objekata. Određene jedinke iz iste populacije ih upotrebljavaju svakodnevno, dok druge samo u izuzetnim slučajevima ili ih uopšte ne upotrebljavaju.

Ciljne životinjske grupe

Sisari (uglavnom sitni sisari), vodozemci i gmizavci, beskičmenjaci, ptice

Određivanje lokacije objekata

Slično kao što je navedeno u poglavlju 1.1.6.4.5.2.1, premda takva rješenja nisu alternativa za posebne prolaze za životinje, ista mogu da poboljšaju prolaznost prepreka koje se javljaju kao rezultat infrastrukture, te ih je u praksi potrebno primjenjivati u najvećoj mogućoj mjeri.

Tehničke i druge karakteristike objekata

Nadvožnjaci (prilagođeni saobraćajni nadvožnjaci)

Minimalna preporučena širina vegetacione zone treba biti ista kao i širina puta. Širina takođe zavisi od dužine nadvožnjaka. Dubina podnog dijela treba da iznosi oko 0.3 m. U većini slučajeva dovoljan je vegetacioni pokrivač koji se stvara spontano, te nije potrebno dodatno zasađivanje ili zasijavanje biljaka. Put mora biti lociran na jednoj od vanjskih ivica prolaza, čime se obezbjeđuje maksimalna površina uz najmanje smetnje koje stvara ljudski faktor. Na mjestu gdje se most ukršta sa putem preporučujemo postavljanje ograde za zaštitu od svjetlosti, kao i ograde za akustičnu izolaciju ili izradu nasipa sa živom ogradom. Ulaz na nadvožnjak ne smije ometati ili onemogućavati neki drugi objekat.

Podvožnjaci (prilagođeni saobraćajni podvožnjaci ili podvožnjaci predviđeni isključivo za ljudsku upotrebu)

Navedeni objekti se mogu upotrebljavati za prolaz životinja samo ukoliko su širi od 10 m. U svakom slučaju, poboljšanja se preporučuju na postojećim manjim objektima ili na novo-projektovanim objektima, i to uglavnom onim sa nižim obimom saobraćaja i u slučaju da dužina podvožnjaka ne iznosi više od 25 do 30 m.

Preporučuje se da se realizuje jedno nepokriveno područje na kojem će se postaviti mjesta za skrivanje životinja (grane, panjevi, itd.), koje se može nalaziti u području duž puta.

Ulaz na podvožnjak mora konusno biti produžen, dok iznad nadvožnjaka preporučujemo postavljanje ograde za zaštitu od svjetlosti.

4.4.2.3 Produženi mostovi i vijadukti

Mostovi i vijadukti nisu uglavnom prvenstveno predviđeni za prolazak životinja, međutim mogu da služe i u te svrhe. Mnogi putevi za kretanje životinja prolaze preko dolina, naročito ukoliko u dolinama ima vodenih tokova.

Ciljne životinjske grupe

Sisari, vodozemci i gmizavci, beskičmenjaci, ptice

Određivanje lokacije objekata

Prilikom projektovanja vijadukta ili mostova u obzir je potrebno uzeti postojeće puteve za kretanje životinja, koji se ne smiju prekidati.

Vijadukti su prikladniji za okolinu čak i ukoliko je druga mogućnost izgradnja nasipa (u slučaju da saobraćajna infrastruktura presijeca malu, usku dolinu, depresiju, itd.). Izgradnjom nasipa trajno se prekidaju putevi za kretanje mnogih životinja.

Čak i u slučaju da saobraćajna infrastruktura presijeca za okolinu visoko vrijedna močvarna prebivališta, izgradnja vijadukta je bolje rješenje nego izgradnja nasipa.

Tehničke i druge karakteristike objekata

Svaka intervencija u području ispod vijadukta mora biti minimalna, i za vrijeme izgradnje kao i u toku eksploatacije, a svako oštećeno područje treba vratiti u prvobitno stanje.

Minimalna visina vijadukta (mostova) pri kojoj je omogućen rast vegetacije iznosi 5 m i 10 m u šumskim područjima.

Ukoliko vijadukt presijeca vodeni tok, vegetativno područje na obali treba da iznosi najmanje 10 m sa svake strane vodenog toka.

Područje ispod vijadukta (mosta) ne treba koristiti za skladištenje građevinske opreme i mašina, poljoprivrednih mašina ili drugih vozila, niti je ispod vijadukta (mosta) dozvoljeno postavljanje ograda ili prepreka, koje bi spriječile prolazak životinja. Postavljanjem velikog kamenja sprečava se neprimjerena upotreba ovih područja.

4.4.2.4 Podvožnjaci namijenjeni isključivo za prolaz životinja

Dimenzije podvožnjaka mogu znatno da se razlikuju, uglavnom u zavisnosti od grupe životinja za koju su prvenstveno namijenjeni. U ove svrhe se koriste uglavnom manji kanali predviđeni za prolaz vodozemaca i sitnih sisara. Navedeni kanali mogu biti suvi ili djelimično ispunjeni vodom. Za ekosistemske povezivanje prebivališta manje su prikladni od ekodukta, uglavnom zbog toga što na njima nema prirodnog svjetla i kišnice, što ograničava rast biljaka.

Opšta preporuka je da se izgrade posebni podvožnjaci namijenjeni za određenu ciljnu grupu životinja (npr. podvožnjaci za vodozemce).

Ciljne životinjske grupe

Vodozemci, sisari, gmizavci, vodene životinje

Određivanje lokacije objekata

Lokacije podvožnjaka za krupne životinje i životinje srednje veličine određuju se slično kako je opisano u poglavlju 5.2.1. Takvi podvožnjaci su prikladni uglavnom u brdovitim područjima ili na lokacijama gdje se kolovoz nalazi na kosini. Podvožnjake, koji su pravilno projektovani i izvedeni u prostoru, koriste uglavnom različite vrste životinja srednje

veličine (npr. jazavci, divlje mačke, lisice, kune i lasice, vidre) i krupne zvijeri (medvjedi, risevi i vukovi).

Posebni manji podvožnjaci za sitne životinje (npr. sitni sisari, vodozemci) su obično potrebni na mjestima gdje saobraćajna infrastruktura odsijeca uobičajene puteve za kretanje životinja, čime se prouzrokuje visoka smrtnost životinja u određenim vremenskim periodima (npr. ubijanje vodozemaca). Naročito su značajni u područjima sa znatnim nivoima bioraznolikosti i velikom razdvojenosti prostora.

Alternativu za ciljne podvožnjake mogu da predstavljaju kanali koju su prvenstveno predviđeni za odvodnju puta, međutim, iste je potrebno prilagoditi na odgovarajući način.

Prelaze preko saobraćajne infrastrukture i vodenih tokova predstavljaju mostovi i propusti, koji treba da obezbijede neometano kretanje organizama u vodenom okruženju.

Tehničke i druge karakteristike objekata

Podvožnjaci za krupne životinje i životinje srednje veličine

- Dimenzije podvožnjaka se određuju prema visini, širini i dužini. Relativni indeks otvorenosti podvožnjaka se često izračunava, a definiše se na sljedeći način:
$$\text{Relativni indeks otvorenosti podvožnjaka} = \text{širina} \times \text{visina} / \text{dužina}$$
- U načelu, ovaj indeks se koristi samo kao pomoć prilikom izračunavanja. Opšte je pravilo da se visina i širina podvožnjaka povećavaju sa njegovom dužinom. Opšte preporuke za dimenzionisanje većih podvožnjaka su: minimalna širina 15 m, minimalna visina 3 do 4 m, indeks otvorenosti >1.5.
- Površina u podvožnjaku treba biti prirodna (npr. zemlja), vegetacija na ulazu u podvožnjak mora biti prikladna s obzirom na ciljnu grupu životinja kojima je podvožnjak namijenjen; vegetacija se koristi za usmjeravanje životinja a u isto vrijeme i za zaštitu od buke i zagađenja svjetlošću sa puta.
- Dio puta oko podvožnjaka mora biti ograđen zaštitnom ogradom, koja u isto vrijeme služi za usmjeravanje životinja u pravcu podvožnjaka.
- U podvožnjaku se ne smije zadržavati voda, a unutar podvožnjaka preporučujemo postavljanje skrovišta (grane, panjevi, kamenje, itd.).
- Područje ispod podvožnjaka ne treba koristiti za skladištenje građevinske opreme i mašina, poljoprivrednih mašina ili drugih vozila, niti je ispod podvožnjaka dozvoljeno postavljanje ograda ili prepreka, koje bi spriječile prolazak životinja.
- Podvožnjake je potrebno redovno pregledati i održavati.

Podvožnjaci za sitne životinje

- Za sitne sisare (npr. kune, ježeve i druge predstavnike bubojeda i glodara), takvi prolazi su uglavnom kanali ili cijevi sa prečnikom, tj. širinom prolaza između 0.4 i 2 m. Uopšteno, prolaz sa prečnikom od 1.5 m ili stranom od 1 do 1.5 m prikladan je za veliki broj životinjskih vrsta. Manji prolazi (prečnika 0.3 do 0.5 m) su i dalje prihvatljivi za jazavce ali su manje prikladni za druge vrste. Takođe, komplikovanije je održavanje kanala manjih dimenzija.
- Kanali podvožnjaka mogu imati različite oblike (pravougli, četvrtasti, okrugli, elipsasti, okrugli sa ravnim dnom, sa jednim ili više kanala) i mogu biti izvedeni od različitih materijala (beton, drvo, plastika). Donji dio cijevi mora biti ispunjen odgovarajućom podlogom (zemlja, pijesak, kamen), tako da se pripremi odgovarajuća površina za kretanje životinja.
- Kanali podvožnjaka moraju biti nagnuti pod minimalnim stepenom od 1% za potrebe odvodnje. Nagnuta površina mora biti gruba. Dno kanala mora biti iznad nivoa podzemne vode.

- Ulaz u podvožnjak mora biti slobodan i bez vještačkog osvjetljenja.
- Životinje treba usmjeravati na podvožnjak pomoću usmjeravajuće ograde.
- Pravougli kanali su prikladniji za vodozemce jer predstavljaju bolju konstrukciju za usmjeravanje životinja, a u isto vrijeme imaju veliku površinu na području na kojem se životinje kreću. Ipak, mnoge podvožnjake koji su prvenstveno namijenjeni za druge grupe životinja mogu da koriste i vodozemci. S obzirom da su vodozemci izuzetno osjetljivi na isušivanje, dugački i suvi tuneli za njih nisu pogodni. Dimenzije podvožnjaka za vodozemce se razlikuju s obzirom na dužinu i oblik podvožnjaka. Prečnik podvožnjaka koji su kraći od 20 m obično iznosi između 0.7 do 1 m, a kod dužih podvožnjaka između 1 i 2 m.
- Zaštitna ograda koja se postavlja za usmjeravanje vodozemaca može biti privremena usljed privremene prirode vodozemaca. Ograda ne smije biti žičana, kako bi se životinje mogle uz nju popeti. Visina usmjeravajuće ograde za vodozemce treba da iznosi između 40 do 60 cm, u zavisnosti od zaštićene vrste. Preporučujemo da gornji dio ograde bude savijen, kako bi se dodatno spriječio prelazak životinja preko ograde. Završni dijelovi ograde treba da budu projektovani u obliku slova U, kako bi se spriječilo bježanje životinja iz ograđenog dijela.
- Ograda može da usmjerava životinje u posebne košare (30 do 40 cm u visinu), koje su zakopane u tlo, što izvode volonteri u redovnim intervalima (nekoliko časova).
- U slučaju da je potok usmjeren ispod puta ili željeznice, potrebno ga je realizovati tako da predstavlja integrisan ekosistem a ne samo kanal za vodu. Slično se primjenjuje za velike vodene tokove. Tok vode treba da ostane isti kao i u prvobitnom vodenom toku, a dno vodenog toka ne treba mijenjati. Struktura treba da omogući kretanje vodenih organizama u oba smjera vodenog toka.
- Uopšteno, objekat predviđen za vodene organizme ne smije biti predugačak, preuzak ili previše strm, i treba da se završava tako da na kraju kanala ne dolazi do pada vode. Ulazak u kanal treba da bude na nivou potoka. Nivo vode u kanalu mora biti odgovarajuće visine (10 do 30 cm, u zavisnosti od visine jedinki).
- Sve objekte je potrebno redovno pregledati i održavati.

4.5 MONITORING⁽²⁾

Monitoring je od ključnog značaja prilikom izgradnje saobraćajne infrastrukture, jer predstavlja mehanizam koji omogućava projektantima da provjere efikasnost realizovanih mjera u cilju smanjenja uticaja infrastrukture na prirodu.

Ciljevi monitoringa su:

- Utvrditi nedostatke u postavljanju, izgradnji ili održavanju mjera;
- Utvrditi efikasnost mjera s obzirom na njihovu namjenu;
- Utvrditi da li mjere dugoročno smanjuju uticaje intervencije na vrste i prebivališta.

Rezultati monitoringa mogu pomoći u:

- Sprečavanju ponavljanja grešaka;
- Dobijanju novih podataka za poboljšanje realizacije mjera za ublažavanje uticaja;
- Utvrđivanju da li su mjere optimalne, s obzirom na odnos trošak/dobit;
- Ušteda sredstava u budućim projektima.

Monitoring obuhvata niz mjerenja koja se izvode u određenim intervalima.

Monitoring mora biti izveden u skladu sa sljedećim uslovima:

- Mjerenja moraju biti standardizovana;

⁽²⁾ **Napomena:** Sadržaj poglavlja 6 – Monitoring je djelimično preuzet iz poglavlja 9 monografije akcije COST 341 – Razdvajanje prebivališta zbog saobraćajne infrastrukture – »Divlje životinje i saobraćaj – Evropski priručnik za utvrđivanje konflikata i pronalaženje rješenja«.

- Opseg mjerenja mora biti dovoljan za potrebe istraživanja ekoloških procesa ili karakteristika koje su predmet interesovanja;
- Vremenski interval i razmak između mjerenja moraju biti prikladni za utvrđene promjenljive i moraju biti prikladni za utvrđivanje ključnih izmjena.

Uslovi koji su navedeni u posljednjem redu su prilično specifični i zahtijevaju specijalizovano znanje iz oblasti ekoloških procesa u ekosistemima, stoga je u cilju stručnog izvođenja monitoringa neophodna saradnja stručnjaka.

Postoji nekoliko metoda koje se koriste za monitoring različitih mjera za ublažavanje uticaja, koji se odnose na saobraćajnu infrastrukturu. Najučestalije su one na osnovu kojih se utvrđuje broj pregaženih životinja i one na osnovu kojih se provjerava primjena i efikasnost određenih vrsta prolaza preko puta.

4.5.1 Vrste nadgledanja (monitoringa)

Postoje dvije vrste monitoringa: monitoring mjera (rutinski monitoring) i monitoring efekata mjera na vrste i prebivališta (ekološki monitoring).

4.5.1.1 Monitoring mjera (rutinski monitoring)

Ova vrsta monitoringa je usmjerena na provjeru efikasnosti mjera sa lokalnim mjerenjima, kao što je broj životinja koje koriste prolaz ili broj životinja koje su pregažene na kilometarskoj dionici saobraćajne infrastrukture. Takođe obuhvata uspostavljanje standarda za izbor lokacije mjere, načina izgradnje, upotrebe građevinskih materijala i održavanje. Za izvođenje ove vrste monitoringa nisu potrebni visoko specijalizovani stručnjaci, čime se smanjuju troškovi realizacije.

Primjeri rutinskog monitoringa:

- Nespecifična identifikacija upotrebe prolaza za životinje;
- Utvrđivanje crnih tačaka na kojima dolazi do gaženja životinja;
- Određivanje neprikladnih konstrukcija (ograde, zamke, itd.) smanjenje efikasnosti mjera;
- Utvrđivanje efikasnosti mjera za smanjenje buke, itd.

4.5.1.2 Monitoring uticaja mjera na vrste i prebivališta (ekološki monitoring)

Ova vrsta monitoringa se odnosi na ekološke uticaje mjera za ublažavanje i nadoknađivanje. Upotrebljava se za utvrđivanje izmjena u genetskoj raznolikosti, rasporedu vrsta u prostoru, dinamici populacija, karakteristikama prebivališta i pejzaža. Stanje poslije intervencije se upoređuje sa stanjem prije intervencije u okolini.

Ekološki monitoring zahtijeva dugoročan i opsežan pristup, uključujući čitav niz realizovanih mjera i njihove uticaje.

Primjeri ove vrste monitoringa su:

- Uticaj smrtnosti koju prouzrokuje saobraćajna infrastruktura na dinamiku populacije ciljnih vrsta;
- Procjena uticaja barijere čitave infrastrukture na životinje koje pokušavaju da pređu objekat i na one koje u tome sprečava saobraćaj;
- Promjene u ponašanju vrsta koje su indikatori;
- Promjene u rasporedu, strukturi i kvalitetu prebivališta koje prouzrokuju zagađivači;
- Uticaj saobraćajne infrastrukture na razdvajanje prebivališta.

4.6 REZIME

Pojačana izgradnja mreže saobraćajne infrastrukture predstavlja jedan od glavnih faktora koji prouzrokuju razdvajanje prirodnih prebivališta i ekosistema na manja i razdvojena područja. Ova pojava se na globalnom nivou smatra jednom od najvećih prijetnji za očuvanje životne raznolikosti (bioraznolikosti), sa jednim od glavnih ciljeva Evropskih smjernica, koji se odnosi na očuvanje životne sredine, a koji podrazumijeva očuvanje

bioraznolikosti i održive upotrebe njenih komponenti. Projektovanje i izgradnja saobraćajne infrastrukture, koja je u najvećoj mogućoj mjeri prihvatljiva sa stanovišta životne sredine i koja je pogodna za okolinu, zahtijeva integrisan pristup smanjenju i/ili sprečavanju gubitaka, degradaciji i/ili razdvajanju odgovarajućih prebivališta, smanjenju direktne smrtnosti životinja koju prouzrokuje njihovo gaženje vozilima, kao i drugih negativnih uticaja. Mnoge takve mjere takođe povećavaju bezbjednost učesnika u putnom saobraćaju, s obzirom da saobraćajne nesreće koje nastaju usljed sudara vozila i divljih životinja, uglavnom krupnih sisara, predstavljaju opasnost za sve učesnike u saobraćaju, što je naročito često u manje urbanizovanim područjima.

U oblasti koja se bavi pitanjem prelaska životinja preko saobraćajne infrastrukture i smanjenjem njenog uticaja na životnu sredinu izvedena su opsežna istraživanja, što se odrazilo kroz akciju COST 341 – *Divlje životinje i saobraćaj*. U Evropi još uvijek nisu usvojeni zakoni koji regulišu pitanje prelaska životinja preko saobraćajne infrastrukture i koji umanjuju nastale uticaje na prirodu, ali postoji evropska smjernica, koja je obuhvaćena monografijom:

COST 341 – *Evropski priručnik za utvrđivanje konflikata i pronalaženje rješenja*.

Svaka intervencija u prostoru zahtijeva već u fazi projektovanja stručnu procjenu uticaja na životnu sredinu i procjenu prihvatljivosti intervencije s obzirom na prirodu. Osnovu za donošenje odluke o potrebnim mjerama za ublažavanje, nadoknađivanje za izvedene intervencije zamjenom prebivališta i mjere za nadoknađivanje ili čak promjenu lokacije intervencije predstavlja opis stanja okoline prije intervencije. Nakon toga slijedi procjena očekivanog uticaja, koja je specifična s obzirom na pojedine lokacije i koja mora biti pripremljena za svaku životinjsku vrstu, a naročito za ugrožene vrste. Procjenu uticaja je potrebno izvršiti sa i bez mjera za nadoknađivanje i/ili ublažavanje uticaja. U slučaju da saobraćajna infrastruktura još nije izgrađena, procjenu uticaja u toku izgradnje i u toku eksploatacije treba izvršiti odvojeno.

Izbor odgovarajuće mjere za ublažavanje zavisi od ciljane životinjske grupe, vrste, prebivališta i ekosistema koji je predmet zaštite. Saobraćajna infrastruktura može da utiče na sve grupe životinja. Naročito veliki uticaj ima na kopnene kičmenjake sa najvećim opsegom aktivnosti, kojima su putevi za kretanje često odsječeni putevima i željeznicama.

Mjere možemo podijeliti u dvije glavne grupe: (1) mjere za sprečavanje/smanjenje ugroženosti i smrtnosti životinja, koje prouzrokuje saobraćajna infrastruktura i (2) mjere kojima se omogućava očuvanje veza između prebivališta (smanjenje razdvojenosti prebivališta).

Obe grupe mjera nisu jasno razdvojene i međusobno se prepliću.

Prva grupa obuhvata različite ograde (zaštitne ograde, električne ograde sa regulatorom), koje sprečavaju ulazak životinja na kolovoz. Zaštitne ograde moraju biti u skladu sa određenim tehničkim karakteristikama (odgovarajuća visina i stabilnost, prilagođena gustina mreže, prečnik žice, itd.), dok se električne ograde sa regulatorom koriste uglavnom u središnjim i tranzitnim područjima u kojima se javljaju krupne zvijeri (medvjedi, risevi), koje bi se mogle popeti na običnu ogradu. Posebne ograde za akustičnu zaštitu se takođe uglavnom upotrebljavaju za zaštitu ljudi od buke, ali mogu da služe i kao zaštitne ograde ili kao zaštita od buke za životinje (područja u kojima ptice savijaju gnijezda). Zbog velike opasnosti od udara ptica, preporučujemo da se upotrebljavaju neprovidne ili na odgovarajući način označene (vertikalne linije odgovarajuće gustine) providne ograde za akustičnu izolaciju. Ostale mjere koje se odnose na zaštitu životinja obuhvataju upotrebu odgovarajućih saobraćajnih znakova, prilagođavanje objekata koji omogućavaju sklanjanje životinja koje se nalaze na kolovozu, odgovarajuće osvjjetljenje objekata, itd.

Drugu grupu sačinjavaju mjere koje omogućavaju očuvanje veza između prebivališta. Ove mjere obuhvataju različite nadvožnjake i podvožnjake za kretanje životinja, koje istovremeno mogu da koriste različite grupe životinja ili koji mogu biti određeni za jednu

grupu životinja (npr. podvožnjaci za vodozemce). Namjenski izgrađeni objekti koji omogućavaju povezanost ekosistema su zeleni mostovi ili ekodukti. Mogu biti različitih dimenzija, u zavisnosti od lokacije, ciljne životinjske grupe, troškova, itd. Takvi namjenski izgrađeni objekti, slični vijaduktima i produženim mostovima, omogućavaju prolaz onim vrstama životinja koje izbjegavaju kontakt sa ljudima a rijetko koriste druge prolaze ili ih uopšte ne koriste (vukovi, veprovi, crveni jelen).

Svi prolazi preko saobraćajne infrastrukture moraju biti ispravno postavljeni u prostoru, moraju biti odgovarajućih dimenzija (naročito je značajan odnos između širine i dužine), te u slučaju nadvožnjaka moraju na odgovarajući način biti ozelenjeni, te ih je potrebno redovno održavati.

Monitoring je od ključnog značaja u izgradnji saobraćajne infrastrukture, s obzirom da predstavlja mehanizam koji omogućava projektantima da provjere efikasnost mjera koje se primjenjuju u cilju smanjenja uticaja infrastrukture na prirodu. Svrha monitoringa je: (1) utvrđivanje nedostataka u postavljanju, izgradnji ili održavanju mjera; (2) utvrđivanje efikasnosti mjera s obzirom na njihovu namjenu; i (3) utvrđivanje da li mjere dugoročno smanjuju uticaj intervencije na vrste i prebivališta. Postoje dvije glavne vrste monitoringa, a to su (1) monitoring mjera (rutinski monitoring); i (2) monitoring uticaja mjera na vrste i prebivališta (ekološki monitoring). Za izvođenje ove vrste monitoringa nisu potrebni visoko specijalizovani stručnjaci, dok su za ekološki monitoring neophodni dugoročni i opsežni pristupi, uključujući cjelokupan opseg realizovanih mjera i utvrđivanje njihovih uticaja.

4.7 LITERATURA

Adamič, M., Kobler, A., Jerina, K., 2002. Strokovna izhodišča za gradnjo ekoduktov za prehajanje rjavega medveda (*Ursus arctos*) in drugih velikih sesalcev preko avtoceste (na odseku Vrhnika-Razdrto-Čebulovica) – Končno poročilo. /*Expert Bases for Construction of Ecoducts for Passage of the Brown Bear (Ursus arctos) and Other Large Mammals Across Motorways (the Vrhnika-Razdrto-Čebulovica Section) – Final Report*/ Ljubljana, 60 p.

Gorenc, T., 2005. Eko prehodi – živalim prijaznejše ceste; diplomska naloga. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana: 103 str. /*Eco Passages – Roads Friendlier to Animals, Graduation thesis, University of Ljubljana, Faculty of Civil Engineering and Geodesy, Ljubljana, 103 p.*

Iuell et al. (off.) 2003. COST 341 Wildlife and Traffic: *A European handbook for identifying conflicts and designing solutions*, KNNV Publishers, Utrecht: 173 p.

Kos, I., Potočnik, H., Skrbinšek, T., Majić Skrbinšek A., Jozanovič, M., Krofel, M., 2004. Ris v Sloveniji. Strokovna izhodišča za varstvo in upravljanje. Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za biologijo, Ljubljana: /*Lynx in Slovenia. Expert Bases for Protection and Management, University of Ljubljana, Faculty of Biology, Biology Department, Ljubljana*/ 239 p.

Kryštufek, B., 1991. Sesalci Slovenije. Prirodoslovni muzej, Ljubljana, 294 str. /*Mammals in Slovenia, Natural Museum, Ljubljana*/, 294 p.

Kryštufek, B. in Janžekovič, F., 1999. Ključ za določanje vretenčarjev Slovenije. DZS. Ljubljana. /*The Key for Determining of vertebrates in Slovenia*/

Mainbach – Amphibien-Schutz – Planungsunterlagen.

Skoberne, P., 2004. Pregled mednarodnih organizacij in predpisov s področja varstva narave 2004. RS MOPE, Ljubljana, 186 str. /*Overview of international Organisations and Regulations Related to Protection of the Environment, the Ministry of Environment, Spatial Planning and Energy of the RS, Ljubljana*/ 186 p.

Trocme et al. (off.) 2003: COST 341. The European Review.

Zwitter, T., 2001. Tehnični vidiki zunanjega osvetljevanja. Pezelj, J. (ur.), Svetlobno onesnaženje, Državni zbor, Odbor za infrastrukturo in okolje, Ljubljana: /*Technical Aspects of External Lighting/ /Pollution with light, the National Assembly, Infrastructure and Environment Committee, Ljubljana*/ p. 63-76.

Knjiga I: PROJEKTOVANJE

Dio 1: PROJEKTOVANJE PUTEVA

Poglavlje 6: PUT I ŽIVOTNA SREDINA

SMJERNICA 5: UREĐENJE PUTNOG POJASA

5. UREĐENJE PUTNOG POJASA

U ovoj smjernici obrađeno projektovanje uređenja putnog pojasa. Nije obrađeno postavljanje situacije puta u prostor, jer pretpostavljamo da je situacija puta već određena.

Prilikom projektovanja putnog pojasa kao cjeline u obzir je potrebno uzeti osnovna načela projektovanja. Samo u izuzetnim slučajevima pejzažna arhitektura može da obuhvati elemente umjetničke kreativnosti. Navedeni elementi su dozvoljeni samo ukoliko su predviđeni da budu podsjetnik na istorijski značaj područja kroz koje put prolazi ili ukoliko se radi o izuzetnim objektima kulturnog nasljeđa, itd.

5.1 NAČELA I CILJEVI PROJEKTA UREĐENJA PUTNOG POJASA

Uređenje putnog pojasa predstavlja oblik kulturnog uređenja za koje se primjenjuju osnovna načela projektovanja uređenja, zajedno sa dobrim poznavanjem građevinarstva i neophodnih saobraćajno-tehničkih zahtjeva.

Osnovno načelo koje se primjenjuje prilikom projektovanja putnog pojasa jeste da put i putni pojas predstavljaju kulturno uređenje. Projektom je potrebno obezbijediti da put i njegovo uređenje ne izgledaju kao strani objekat, te da postoji osjećaj kao da je put davno uklopljen u navedeno područje i da predstavlja njegov sastavni dio. Projekat uređenja putnog pojasa treba biti prilagođen karakteristikama okolnog područja. U područjima sa posebnim vrstama pejsaža, projekat i uređenje treba da "uhvate" duh prostora, i da budu prilagođeni karakteristikama strukture i vrste pejsaža. Projekat uređenja područja duž puta treba da slijedi promjene vrste pejsaža. Situaciju koja prelazi iz ravnice u brdovito područje treba da prati odgovarajuće uređenje putnog pojasa. U isto vrijeme, vozačima treba da obezbijedi dobru orijentaciju u prostoru, da ih usmjerava i da im omogući bezbjednu i ugodnu vožnju, kao i raznobojan prizor vozačima i putnicima.

Ukratko, projekat uređenja putnog pojasa treba da teži postizanju sljedećih osnovnih ciljeva:

- Obezbjedenje bezbjednosti saobraćaja (vidljivost, stabilnost terena u putnom okruženju, itd.);
- Obezbjedenje ugodne vožnje (optičko usmjeravanje vozača, prizor, itd.);
- Obezbjedenje funkcionalnosti (održavanje okruženja puta, itd.);
- Minimalno oštećenje okruženja (sprečavanje širenja uticaja puta na okolinu).

Pejzažni arhitekta mora dobro poznavati topologiju pejsaža i šireg područja, kao i mogućnosti ispunjavanja gore navedenih građevinskih i saobraćajno-tehničkih zahtjeva.

Sve gore navedene tačke treba na odgovarajući način primjeniti u integrisanom projektu uređenja putnog pojasa, i to prije svega prilikom projektovanja reljefa, planiranja ozelenjavanja i projektovanja objekata. Neophodno je prilikom planiranja novogradnje i rekonstrukcije u putnom pojasu izvršiti povezivanje i regulisanje pojedinih uređenja – inženjersko-arhitektonsko uređenje, upravljanje vodama, vanjsko uređenje i arhitektura.

5.2 PROJEKTOVANJE PUTNOG POJASA S OBZIROM NA MJERE UREĐENJA

5.2.1 Smjernice za projektovanje reljefa

Prilikom uređenja reljefa putnog pojasa potrebno je, pored obezbjedenja stabilnosti terena takođe u obzir uzeti aspekt vanjskog uređenja. Projektovanje reljefa putnog pojasa treba u najvećoj mogućoj mjeri da prati karakteristike postojećeg reljefa. Potrebno je na određenom području u obzir uzeti karakteristike geološkog sastava i geomehaničkih karakteristika osnovne stijene. U skladu s tim potrebno je projektovati odgovarajući nagib kosina.

Opšte osnove za projektovanje reljefa:

- Projekat u skladu sa prirodnim oblicima reljefa;

- Glatki prelazi sa novih kosina na postojeći teren (podnožje i vrh kosine);
- Glatki prelaz između kosina sa različitim nagibima.

Osnove za projektovanje reljefa s obzirom na morfologiju i upotrebu zemljišta:

Za stjenovita (planinska) područja:

- Preporučuje se očuvanje čvrste stijenske mase i lomljenje prirodnih stijena. Nagibi kosina mogu biti veoma strmi, ukoliko to dozvoljava vrsta i sastav osnovne stijene.

Za brdovita područja:

- U ovim područjima potrebno je izbjegavati geometrijsku simetriju i nivelisanje kosina.
- Linija kosina treba u najvećoj mogućoj mjeri da slijedi konfiguraciju postojećeg terena tj. udaljenije linije, kao što su grebeni okolnih brda, itd. na osnovu pogleda sa puta.
- Gornje rubove kosina je potrebno zaokružiti (ručno ili detaljnom mašinskom obradom) sa glatkim prelazom na postojeći teren.

Za ravnice:

- Na izuzetno ravnim područjima najprikladnije je da situacija bude u najvećoj mogućoj mjeri iznivelisana sa postojećim terenom tj. da su nasipi i usjeci što je blaže moguće, kao i veoma glatko i postepeno uvedeni u postojeći ravni teren.

Za poljoprivredna područja (polja, livade, pašnjaci, voćnjaci, itd.):

- Projektovanje kosina u poljoprivrednim područjima treba da slijedi osnovne karakteristike obližnje poljoprivrede. Što znači – ukoliko se na navedenom području nalaze obrađene terase, usjeci treba da budu projektovani sa bermama, koje ne smiju u potpunosti biti vertikalne i koje ne smiju biti geometrijski oblikovane.

Za šumska područja:

- Kosine u šumskim područjima moraju biti projektovane uzimajući prije svega u obzir geomorfološki sastav terena. Naime, teren mora biti stabilan i ne smije biti podložan eroziji. Projekat održivosti kosina mora da obezbijedi veću mogućnost uspješnog ojačanja vegetacijom i i uređenjem odvodnjavanja površinskih voda.
- Za rubove šuma takođe je potrebno obezbijediti projekat održivosti, te je iste potrebno ojačati sađenjem novih biljaka, s tim da je od velikog značaja ispravan izbor biljnih vrsta.

Za područja priključka:

- Kada je riječ o područjima priključka, preporučuje se da se nasipi protežu kroz raspoloživi prostor do puteva i rubova vodenog okruženja ili drugih elemenata putnog okruženja.
- Manja prazna područja – središnji prostor koji je javlja između rampi priključaka i puta treba biti prekriven i nivelisan. Kosine nasipa treba izvesti u neprekidnim zonama ali u geometrijski asimetričnim oblicima.

Za područja regulacije vodenih tokova:

- Projektom reljefa novih kosina potrebno je predvidjeti karakteristike prirodne morfologije korita i obala vodenog okruženja. U slučaju da se izvodi rekonstrukcija ili redovno održavanje prirodnih vodenih tokova, u koritima je dozvoljeno izvođenje samo ograničenih intervencija, i to primjenom prirodnih materijala karakterističnih za područje (zaštita obala vegetacijom, kamen, drvo).

Za gradska područja:

- Nešto drugačije smjernice se primjenjuju za uređenje putnog okruženja u gradskim područjima. Naime, dozvoljena su odstupanja od projekta, a u obzir je potrebno uzeti karakteristike gradskih objekata (oblici, materijali, itd.), kao i mali raspoloživi prostor, itd.

- Stoga, projektovane kosine mogu biti strmije, nasipi mogu biti ojačani nosivim konstrukcijama, betonske koritnice na terasama, itd. s tim da je pažnju potrebno posebno obratiti na ispravan izbor građevinskog materijala (ugradnja kamena), kao i na način zasađivanja na i oko objekata u putnom okruženju.

5.2.2 Planiranje i realizacija uređenja upravljanja vodama

Kada je riječ o regulaciji vodenih tokova, u obzir je potrebno uzeti karakteristike oblika obližnjih vodenih tokova (meandri, itd.). Prelazi između postojećeg, neregulisanog i regulisanog područja, treba da bude gladak. Novo uređenje vodenog toka treba da bude što je moguće više održivo, te zasađeno biljkama karakterističnim za određeno područje.

5.2.3 Realizacija građevinsko-biotehničkih mjera

Namjena građevinsko-biotehničkih mjera je da se izvrši ojačavanje terena do te mjere da prirodni procesi ne mogu da ugroze stabilnost puta i objekata koji se na njemu nalaze. Prije svega potrebno je spriječiti spiranje zemljišta i stvaranje ozbiljnih oblika erozije. Građevinsko-biotehničke mjere se primjenjuju za stvaranje najprikladnijih uslova za biljke. Navedene mjere mogu biti podijeljene na tehničke i biotehničke, s obzirom na vrstu upotrebljenog materijala.

Prilikom izvođenja tehničkih radova na stabilizaciji terena, kao što je disperzivno odvodnjavanje površinskih voda⁽³⁾, površinsko povezivanje zemljišta⁽⁴⁾, zaštita od klizanja snijega i izgradnja zaštitnih konstrukcija za sprečavanje pada snijega ili drugih materijala, projektom je potrebno prije svega u obzir uzeti karakteristike susjednog terena, npr. Karakteristike strukture okolnog terena (šume, geometrijske plantaže, itd.).

Svrhu ozelenjavanja, pored obezbjeđenja stabilnosti terena, takođe predstavlja što je moguće brže vraćanje izgleda vegetacije u prvobitno stanje i ispunjavanje funkcionalnih zahtjeva i zahtjeva pejzaža. Građevinskim intervencijama se u većini slučajeva biljke izlažu novim uslovima za rast. U tom slučaju, navedene vrste biljaka je potrebno obnoviti, na primjer, zasađivanjem rubova šuma, obnavljanjem oštećenih živih ograda, biljaka pored vode, drvoreda, itd. Aspekt projekta je takođe značajan prilikom realizacije biotehničkih radova, tj. prilikom stabilizacije terena vegetacijom. Smjernice za izbor drveća, vrijeme izvođenja, itd. su detaljno obrađene u dole navedenom poglavlju.

5.2.4 Priprema plana ozelenjavanja

Prilikom zasađivanja vegetacije u obzir je potrebno uzeti postojeće tipične obrasce ozelenjavanja. Zasađivanje i količina novih biljaka moraju biti u skladu sa prirodnim stanjem. S obzirom na zasađivanje vegetacije, prije svega visokih biljaka, potrebno je voditi računa o činjenici da su vozači vođeni optički i da je preglednost ugrožena. Vegetacija u razdjelom pojasu mora biti zasađena i odabrana tako da vozači budu zaštićeni od zasljepljivanja koje bi prouzrokovala vozila koja se kreću u suprotnom smjeru.

Izbor drveća i grmlja treba da se zasniva na činjenici da vrste moraju u najvećoj mogućoj mjeri biti prilagođene uslovima rasta⁽⁵⁾. Ukoliko je moguće, izbor je, u najvećoj mogućoj mjeri, potrebno izvršiti iz divlje vegetacije, uzimajući u obzir druge značajne kriterijume, npr. prilagođavanje posebnim uslovima (so, izduvni gasovi, vjetrovi), mikroklimi, uslovima terena, itd. U takvim slučajevima izbor divlje vegetacije je značajno ograničen. U tom slučaju se primjenjuje stepen razastiranja na fitogeografsko područje, na osnovu kojeg je očigledna mikroklimatska prikladnost.

Preporučuje se upotrebu različitih vrsta vegetacije. Raznolikost vrsta je naročito značajna prilikom ozelenjavanja posebnih područja, kao što je obnavljanje rubova šuma. Takav

⁽³⁾ U tu svrhu se primjenjuju različite mjere, kao što su infiltracija terasa, retencioni jarkovi, ozelenjavanje mladica, ozelenjavanje žbunjem, ozelenjavanje u kordonima, žbunje, itd.

⁽⁴⁾ Površinsko vezivanje zemljišta se izvodi pomoću mreža (žica, plastičnih vlakana) i tepiha sa isprepletano posijanim sjemenjem

⁽⁵⁾ Potrebno je naglasiti da su odmah po završetku izgradnje uslovi za rast nepovoljni za zasađivanje vrhunskih vrsta. Stoga, prvi izbor treba da budu pionirske vrste uz postepeni prelaz na vrhunске vrste.

sastav se bolje prilagođava datim klimatskim parametrima i parametrima terena, stabilniji je, životinjske vrste se brže nastanjuju, a napredovanje i razvoj biljaka je brži, itd. Uglavnom nije potrebno zasaditi više od 10% vrsta stabala.

U gradskim područjima je dozvoljeno zasađivanje stabala i žbunja koji su karakteristični za određeno područje, s tim da izbor treba izvršiti direktno iz okolnog područja. Potrebno je izabrati vrste otporne na zagađeni vazduh i tlo, s tim da važnu ulogu ima i estetski izgled vrsta (raznobojsnost cvijeća, lišća, stabala). Ozelenjavanjem je potrebno pokriti velika betonska područja, loš izgled susjednih stambenih naselja, kancelarija i drugih zgrada, itd. Primjena agregata sijena sa obližnjih, slabije održavanih livada se preporučuje za ozelenjavanje travnatih površina. U ovu svrhu je navedene livade potrebno pokositi veoma kasno. Kupovinu sjemena iz inostranstva se ne preporučuje, ukoliko njegovo porijeklo nije poznato i provjereno.

Osnove za ozelenjavanje s obzirom na pojedine vrste pejisaža:

Šumska područja:

- U šumskim područjima, gdje se put ukršta sa ekosistemima šume, potrebno je izvršiti ozelenjavanje novog šumskog ruba (ojačavanje), s tim da je potrebno odabrati tipične vrste a u obzir uzeti karakteristike rubova šume. Linije šumskih rubova treba da budu blage. Ne treba da budu nivelisane što se postiže organskim zasađivanjem mladih stabala.

Poljoprivredna područja:

- Zasađivanje stabala i grmlja dozvoljeno je samo u izuzetnim slučajevima, ukoliko je njihova namjena da nešto naglase ili sakriju.
- Ukoliko su za navedeno područje karakteristične male grupe žbunja i drveća, za putni pojas je moguće projektovati sličan obrazac, uglavnom na ukrštanjima sa vodenim tokovima i duž ograda za izolaciju buke.
- Na poljoprivrednom zemljištu koje je u određenom nivou vještačko usljed kultivacije zemljišta, tj. povećanje površine za kultivaciju i uređenje putnog pojasa može biti prilika za uređenje poljoprivrednog područja.

Kulturni pejisaž – terase:

- U područjima gdje preovladava kulturni pejisaž sa karakterističnim obrađenim terasama, obrazac ozelenjavanja treba u najvećoj mogućoj mjeri da slijedi situaciju i linije kosina i bermi.

Stjenovito područje, kras:

- Obično je mogućnost za uspješno ozelenjavanje minimalna. Ukoliko to stanje terena dozvoljava, preporučuje se da se između stijena u putnom pojasu predvide džepovi sa zemljištem u koje će se zasađivati jake biljke karakteristične za određeno područje ili je kosine potrebno ostaviti da se spontano ozelene.

Gradska područja:

- Ozelenjavanje gradskih područja treba da bude u skladu sa ambijentom. Moguće je upotrebljavati betonske žardinijere, itd. Izbor se vrši između otpornih vrsta koje ne zahtijevaju održavanje.

Ostale smjernice koje se odnose na ozelenjavanje putnog pojasa:

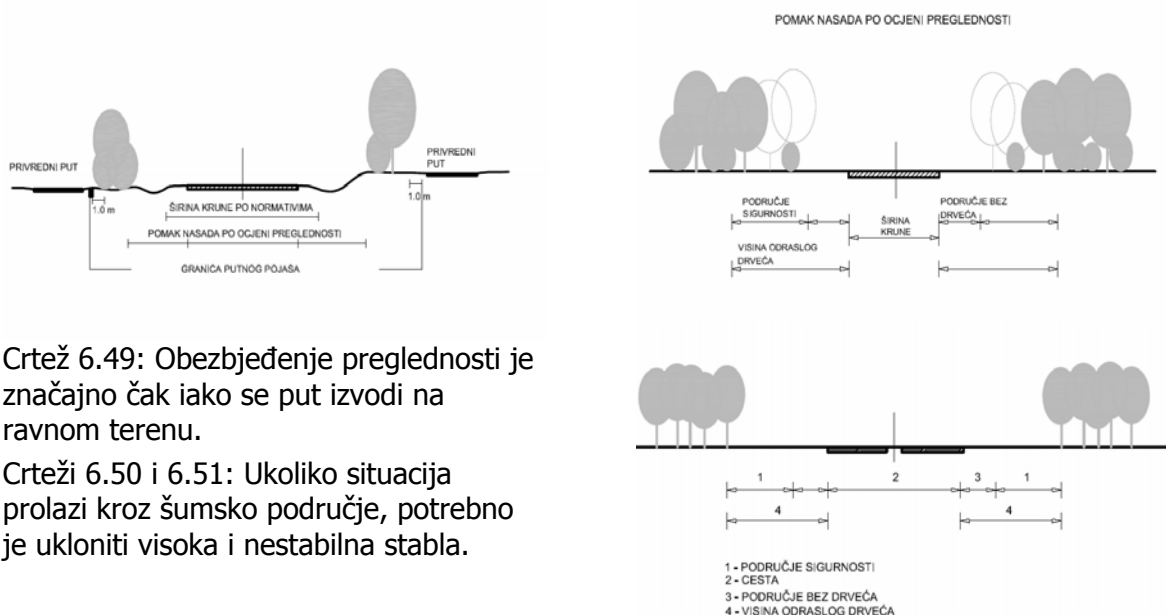
- Izbor je potrebno izvršiti između biljaka koje se lako prilagođavaju novom terenu.
- Ozelenjavanje velikih infrastrukturnih objekata uglavnom predstavlja veliki projekat, s tim da je vegetacioni materijal (mladice) potrebno naručiti unaprijed (u većini slučajeva se uzgajaju po narudžbi).
- Razmak na kojem se biljke zasađuju treba da zavisi od postavljenih ciljeva i uslova na terenu. Biljke se zasađuju u jednom redu, te se tako omogućava njihovo lakše održavanje, dok se u cilju povećanja gustine, biljke zasađuju u obliku trougla.

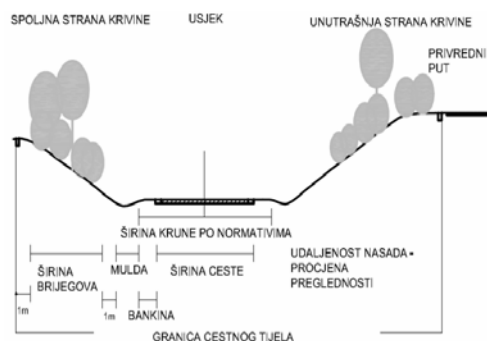
Preporučujemo da razmak između mladica grmlja iznosi 1 do 1.5 m a između mladica stabala 3 m. Razmak treba da bude veći sa unutrašnje strane krivina.

- Na pašnjacima je potrebno zasaditi mješavinu sjemenja različitih vrsta trave. Preporučujemo da mješavina sadrži sjemenje iz grupe mahunarki i biljaka (navedene biljke obogaćuju vegetaciju tako povećavaju rast i napredovanje). Njemci preporučuju da se sjemenje prikupi sa obližnjih područja (biljke i trava) a zatim da se upotrijebi za zasađivanje ogoljenih područja (ili je navedeno sjemenje potrebno dodati kupljenom).
- Izbor vrsta trave treba pažljivo izvršiti. Primjena sjemenja koje brzo raste i visokih vrsta omogućava brže ozelenjavanje, ali može kasnije da izazove probleme prilikom održavanja, uglavnom zbog velikih količina pokošenog materijala.
- Primjenu biljaka sa visokom ekološkom amplitudom preporučujemo za ekstremne lokacije. Naročito su važne biljke koje su otporne na jake vjetrove, i koje ne zahtijevaju mnogo azota i vezivnog tla, te su stoga bolje od trave. Pogodne su vrste sa jakim i dubokim korijenom.
- Visoka trava nije pogodna za mlado drveće. S obzirom da trava brzo raste, oduzima drveću potrebu hranu, vodu i svjetlost. Stoga su prikladnije one vrste trave koje su niskog rasta kao i određene vrste mahunarki.
- Za travu nije potrebno poboljšanje zemljišta. Prije je potrebno prilagoditi izbor vrsta uslovima zemljišta.
- Ukoliko se radi o zemljištu lošeg kvaliteta (iskopi, nasipi sa velikim nagibom) preporučujemo puste livade (prednost je u tome da je godišnje potrebno samo jedno košenje).

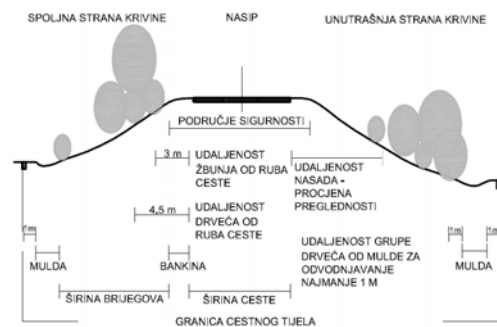
Saobraćajno-tehnički uslovi za pripremu plana ozelenjavanja:

Usljed saobraćajno-tehničkih zahtjeva (preglednost, održavanje, itd.) prilikom ozelenjavanja putnog pojasa u obzir je potrebno uzeti udaljenost vegetacije od puta kao i od postojećih i predviđenih infrastrukturnih vodova i instalacija (podzemne i nadzemne). Predviđenim ozelenjavanjem je potrebno obezbijediti opštu saobraćajnu bezbjednost, od vidljivosti vertikalnih saobraćajnih znakova, preglednosti na priključcima, do horizontalne preglednosti sa unutrašnje strane krivina. Istovremeno, ozelenjavanje ne smije da ometa održavanje puta i putnog pojasa. Za pojedine infrastrukturne objekte propisana je posebna udaljenost. Ukoliko navedena udaljenost nije određena zakonom na državnom nivou, od određenih organa je potrebno dobiti uputstva koja je potrebno poštovati.



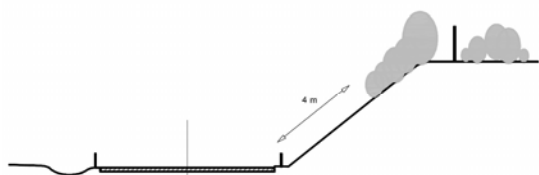


Crtež 6.52: Ozelenjavanje putnog pojasa u usjeku

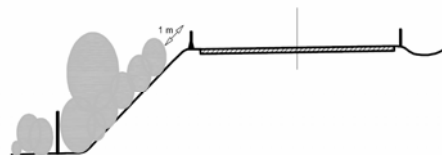


Crtež 6.53: Ozelenjavanje putnog pojasa na nasipu.

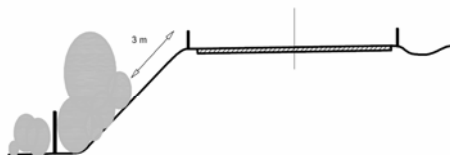
Opšte je pravilo da se ozelenjavanje područja koje se nalazi pored puta izvodi u širini koja je uslovljena kosačicama (maksimalna dužina ručke). Minimalna preporučena širina ozelenjenog područja pored puta iznosi 4 m od ruba puta u usjecima, 3 m od ruba puta na nasipima i 1 m od ograde na nasipima sa betonskom odbojnom ogradom (Crtež 6.49, Crtež 6.50, Crtež 6.51).



Crtež 6.54: Poprečni profil puta u usjeku bez jarka za odvođivanje sa prikazanom širinom za košenje.



Crtež 6.56: Poprečni profil puta na nasipu sa betonskom odbojnom ogradom i prikazanom širinom za košenje.



Crtež 6.55: Poprečni profil puta na nasipu sa prikazanom širinom za košenje.



Crtež 6.57: Poprečni profil puta sa predstavljeno visinom drveća koja određuje njihovu udaljenost od puta.

U sljedećem pojasu je potrebno zasaditi žbunje, a zatim visoko drveće, ukoliko je tako predviđeno planom ozelenjavanja. Veoma je značajno da odgovarajuća udaljenost drveća od ruba puta ne iznosi manje od 5 m.

- Putni pojas duž autoputa treba biti ograđen zaštitnom ogradom od žice duž koje je potrebno izvesti travnatu površinu od najmanje 1m.
- Na spojevima sa objektima kao što su nadvožnjaci, podvožnjaci, vijadukti, mostovi, tunelski portali, itd. potrebno je predvidjeti površine bez drveća i žbunja od najmanje 2 m.

- U cilju obezbjeđenja vidljivosti vertikalnih saobraćajnih znakova i preglednosti na priključku potrebno je predvidjeti samo travnate površine i površine sa niskim rastinjem.
- U cilju obezbjeđenja odgovarajuće horizontalne preglednosti na unutrašnjim stranama krivina potrebno je predviđati samo zatravnjivanje. Širina polja preglednosti koje je potrebno obezbijediti zavisi od radijusa krivine, nagiba nivelete puta i ograničenja brzine.

5.2.5 Priprema građevinskog i arhitektonskog projekta

Objekti na putu spadaju u najvažnije elemente u sastavu puta, a posebno sa stanovišta vizuelne percepcije. Projekat većih značajnih objekata i objekata na područjima od posebnog značaja treba da obuhvati stručnjake iz oblasti arhitektonskog projektovanja. Preporučujemo da se za izradu rješenja za navedene objekte raspisuju javni tenderi.

U cilju pripreme kvalitetnog projekta i integrisanog izgleda putnog pojasa, planiranje i projektovanje objekata, reljefa i pejzaža treba izvršiti istovremeno i koordinovano. Neophodna je upotreba materijala koji su karakteristični za određeno područje, a u obzir je potrebno uzeti elemente lokalne arhitekture.

5.3 PROJEKTOVANJE PUTNOG POJASA S OBZIROM NA POJEDINAČNA UREĐENJA

Uređenje putnog pojasa može biti podijeljeno s obzirom na pojedine tematske module. Razlikujemo uređenja usljed karakteristika situacije trase (usjeci, nasipi), uređenja pored, na i ispod objekata na putu (projekti pored tunelskih portala, ispod vijadukta, male mostovske konstrukcije, noseće konstrukcije i potporne konstrukcije), uređenja pored uslužnih objekata (odmarališta, benzinske stanice, itd.). Kao poseban modul navodimo objekte za zaštitu okoline (ograde za izolaciju od buke) i javnu gradsku opremu (osvjetljenje puta, informativne table, itd.). Dalje su u tekstu navedene smjernice za osnove projektovanja nekih od navedenih modula.

5.3.1 Projektovanje objekata

U načelu, objekti na putu su predviđeni za prevazilaženje prostornih prepreka, uglavnom onih koje se odnose na reljef. Njihova karakteristika je jako vizuelno prisustvo u prostoru. Odgovarajućim projektom i ozelenjavanjem moguće je postići bolje uklapanje objekata koji se nalaze na koridoru puta u okolni prostor. Na taj način se smanjuje njihova vizuelna izloženost. Nove biljke treba da budu povezane sa postojećim elementima vegetacije u prostoru. Upotreba vrsta karakterističnih za određeno područje je obavezna na otvorenim područjima koja ne spadaju u gradska. Dalje su u tekstu navedene preporuke za projektovanje s obzirom na vrstu objekta na putu.

Noseće konstrukcije:

Projekat ovih konstrukcija treba da bude u skladu sa arhitektonskim konstrukcijama u putnom pojasu i elementima lokalne arhitekture (materijal, boja, tekstura, itd.). Na izloženim vidnim mjestima, za betonske zidove je obavezna primjena "vidljivog" betona, odgovarajuća površinska obrada (podjela, tekstura...) ili primjena sastava kamena. Kameni sastav treba biti od prirodno lomljenog kamena, karakterističnog za lokaciju, sa širokim i grubim pukotinama ili sa ispunom pukotina zemljom.

Vijadukti, mostovi:

Ukoliko vijadukti ili mostovi prelaze preko širokih i otvorenih dolina, njihova konstrukcija treba da bude tanka (transparenta) s tim da razmak između nosača treba da bude što je moguće veći. Suprotno tome, u brdovitom području, a posebno u planinskom području konstrukcija treba da bude masivna i kompaktna. Nadvožnjaci koji prelaze preko dolina treba da budu glatkog oblika (razdjelne, lake konstrukcije) sa postepenim prelazom na postojeći teren.

Priključci sa nadvožnjacima:

Ozelenjavanje visokim biljkama, kao i gusto ozelenjavanje se preporučuje gdje se naglašavanje postiže u vizuelnom prisustvu i gdje se istovremeno ublažava povezivanje objekata sa pejzažom. U udaljenom dolinama, biljke je potrebno koristiti u manjem obimu, samo za naglašavanje.

Manje mostovske konstrukcije:

Prilikom projektovanja i planiranja manjih mostovskih konstrukcija, kao što su podvožnjaci i nadvožnjaci za ljude i životinje, preporučujemo primjenu lokalnih materijala. Takođe, u obzir je potrebno uzeti lokalne arhitektonske karakteristike.

Portali:

Projektovanje ulaznog područja u tunelima, natkrivenim usjecima i galerijama – uglavnom na spojevima između usjeka i portala je izuzetno važno. Vizuelni projekat portala (određivanje materijala, način presvlačenja, itd.) treba izvesti istovremeno sa projektovanjem reljefa okolnog terena.

5.3.2 Projektovanje i ozelenjavanje ograda za akustičnu izolaciju

Jedan od elemenata putnog okruženja koji je najviše istaknut su bez sumnje ograde za akustičnu izolaciju, i kada se posmatra sa puta kao i prilikom pogleda na put. Ove ograde su psihološki neprijatne za vozače, naročito ukoliko se postavljaju sa obe strane puta i veoma blizu kolovoza, jer stvaraju osjećaj uhvaćenosti u zamku. Pogled na njih može takođe biti uznemiravajući sa stambenih i rekreacionih površina, jer predstavljaju barijere koje vizuelno ograničavaju i presjecaju prostor, te sprečavaju vizuelni kontakt sa širim okruženjem.

Visina i vrsta ograda za akustičnu izolaciju se određuju funkcionalno i na osnovu proračuna negativnih uticaja buke u određenom planskom periodu. Izbor i projektovanje ograda za akustičnu izolaciju se izvodi na osnovu studija. Kao što se primjenjuje za projektovanje putnog pojasa, projekat ograda za akustičnu izolaciju treba da bude u skladu sa vrstom pejsaža i karakteristikama lokalne arhitekture. Ograde za akustičnu izolaciju se na primjer u planinskim i brdovitim područjima razlikuju od ograda u ravnicama. Takođe se razlikuju s obzirom na činjenicu da li se postavljaju u gradskim ili blizu seoskih područja.

Preporučuje se da se idejni projekat ograda za akustičnu izolaciju unaprijed pripremi za čitavu dionicu puta, te da se odrede osnovne smjernice i osnove za jedinstven projekat. Potrebno je odrediti vrstu (ograde, nasipi), dozvoljenu primjenu materijala, teksturu, boje, itd.

Dalje se u tekstu navode osnove za izbor i projektovanje ograda za akustičnu izolaciju s obzirom na pojedine vrste pejsaža.

- Upotrebu nasipa od zemlje za akustičnu izolaciju preporučuje se naročito u planinskim i brdovitim područjima, posebno ukoliko je visina od 2.5 m dovoljna za zaštitu od buke, te ukoliko u putnom pojasu ima dovoljno prostora. Nasipe je potrebno izvesti sa najblažim mogućim padom, s tim da sa vanjske strane treba da ima blaži pad, te ih je potrebno izvesti u postojećem terenu. Kombinacija nasipa sa ogradom – drvenom, providnom, betonskom, itd. – takođe predstavlja mogućnost. Upotrebu drvenih ograda i drvenih ograda na kamenoj osnovi preporučujemo naročito u poljoprivrednim područjima, pored šuma, itd. Ukoliko se radi o situaciji kroz gradska područja, uglavnom se upotrebljavaju betonske ograde ili ograde od materijala koji se upotrebljava u okolnom području. Za industrijska područja je pogodna upotreba čeličnih ograda.
- Ograde za akustičnu izolaciju moraju vizuelno biti uklopljene u postojeći projekat, kao da su njegov sastavni dio. Prelazi moraju biti postepeni, projekat ograda i projekat okruženja ne treba da budu vizuelno razdvojeni.

- Tekstura površine treba da bude rapava ili bez sjaja tako da se spriječi refleksija svjetlosti (zasljepljivanje). Gruba tekstura se takođe preporučuje za mogućnost zasađivanja biljaka penjačica.
- Opseg boja⁽⁶⁾ treba u načelu da se zasniva na bojama koje se javljaju u prirodi i to u određenom području. To su uglavnom boje kamena i tla, koje se djelimično odnose na boju betona koji se upotrebljava za izgradnju objekata. Kada je riječ o drvetu, uglavnom se uzimaju nijanse boje prirodnog drveta, koje preovladavaju u okruženju.
- Ukoliko se radi o projektovanju nadograđivanja postojećih ograda za akustičnu izolaciju ili o projektovanju njihove rekonstrukcije, osnovu treba da predstavlja postojeći kvalitetni vizuelni projekat. Takva rješenja treba da omoguće održavanje i obezbijede odgovarajuće trajanje.
- Ukoliko se radi o ozelenjavanju vanjskih stranica ograda za akustičnu izolaciju, potrebno je zasaditi grupe drveća i to uzimajući u obzir karakteristike područja, uglavnom na mjestima gdje se javljaju značajne razlike u visinama ograda. Biljke penjačice i nisko rastinje treba zasaditi sa unutrašnje strane puta, međutim, navedenim ozelenjavanjem potrebno je omogućiti redovan pregled i održavanje ograda.

5.3.3 Projektovanje javne gradske opreme

Javna gradska oprema obuhvata opremu putnog pojasa koja služi kao zaštita (nadstrešnice na autobuskim stanicama), odmarališta i područja za rekreaciju (klupe, igrališta za djecu, itd.), komunalnu i ostalu infrastrukturnu opremu (ulice i ostale lampe duž puteva, kante za otpatke, poklopci infrastrukturnih šahtova, telefonske govornice, itd.), ili informacionu opremu (različite informacione table i turističke informacione table, komercijalni plakati, oglasne table i stubovi za oglašavanje, table sa cijenama goriva, itd.)

Javna gradska oprema duž puteva i uslužni objekti treba da imaju ujednačen izgled, te treba da imaju tipski izgled za određenu regiju ili grad. Takođe, potrebno je obezbijediti njihovu funkcionalnost i jednostavnost za upotrebu. Navedena oprema treba da bude izrađena od najtrajnijeg raspoloživog materijala, te treba da bude jednostavna za postavljanje i održavanje.

5.3.4 Projektovanje uslužnih objekata duž autoputeva i drugih puteva viših kategorija

Uslužni objekti često predstavljaju osnovni dio na putevima više kategorije i predviđeni su za snabijevanje vozila i pružanje ugostiteljskih usluga učesnicima u saobraćaju. Služe kao dopuna opremi autoputeva i sa svom pripadajućom opremom (turistički objekti, objekti za servisiranje, uslužni objekti i naročito saobraćajni sistem za turističko informisanje) podižu nivo kvaliteta usluge.

Područje autoputeva i drugih puteva viših kategorija daje putnicima utisak o zemlji kroz koju putuju. Pored osnovnog cilja, tj. obezbjeđenje kvalitetnog pružanja usluga vozačima i putnicima (snabijevanje gorivom, rezervnim dijelovima, popravke, pranje automobila, pružanje ugostiteljskih usluga i maloprodajne usluge), projekat uslužnih objekata takođe slijedi cilj pružanja turističkih informacija na najefikasniji način, promovišući na taj način zemlju ili region. Preporučujemo da se prilikom planiranja velikih centara za snabijevanje uključi i mogućnost noćenja.

Odgovarajuća vrsta uslužnih objekata se određuje na osnovu predviđenog broja vozila po danu u određenom planskom periodu, s obzirom na kategoriju puta i potrebe putnika. Uglavnom se uslužni objekti koji se nalaze sa obe strane puta predviđaju duž autoputeva, koji se s obzirom na nivo usluga dijele na četiri osnovna tipa:

⁽⁶⁾ Posebno se preporučuje sljedeće boje ili kombinacije boja: bež siva (RAL 1019), maslinasto siva (RAL 7002), siva boja mahovine (RAL 7003), sivo-bež (RAL 7006), siva boja betona (RAL 7023), siva boja kamena (RAL 7030), siva boja kremenja (RAL 7032), siva boja cementa (RAL 7033), žuto-siva (RAL 7034).

- Tip 1 / Odmaralište
- Tip 2 / Benzinska stanica
- Tip 3 / Stanica za snabdijevanje
- Tip 4 / Centar za snabdijevanje

Ukoliko prostorni uslovi i uslovi koji se odnose na okolinu na određenoj lokaciji sprečavaju ili ograničavaju realizaciju određenog programa, moguće je kombinovati pojedine vrste odmarališta.

U područjima u kojima su česti nepovoljni vremenski uslovi (jaki vjetrovi, snježni nanosi, itd.), koji prouzrokuju isključivanje teških teretnih vozila iz saobraćaja, potrebno je predvidjeti veliki broj parkirališta, što je obično slučaj sa određenom vrstom uslužnih objekata.

Tabela 6.30: Prikaz sadržaja programa prema tipu uslužnog objekta

Vrsta/ sadržaj	Parkiralište	Toaleti	Turističke informacije	Snack bar	Benzinska stanica	Prodavnica	Restoran	Smještaj	Rekreacija
1	X	X	X						X
2	X	X	X	X	X	X			X
3	X	X	X	X	X	X	X		X
4	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Opšte smjernice za projektovanje:

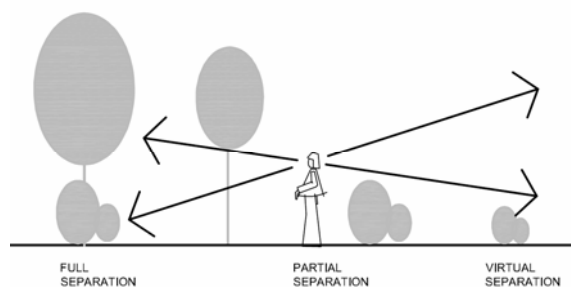
- Indikativnu dozvoljenu površinu prizemlja treba odrediti s obzirom na pojedine vrste. Uzdužna osovina objekata treba da bude naglašena/paralelna sa osovnom puta). Maksimalnu visinu je potrebno odrediti za pojedine zgrade u sklopu uslužnih objekata tip 3 i 4.
- Projekat uslužnih objekata treba da obuhvati karakteristike tipologije arhitektonskih regija i pejzaža. Navedene karakteristike je potrebno razlikovati od karakteristika lokalnih zgrada, oblika krovova i nadstrešnica, materijala, vegetacije, klimatskih karakteristika, itd.
- Saobraćaj i saobraćajne površine (za mirujući saobraćaj) treba izvesti tako da je teretni saobraćaj razdvojen od ostatka saobraćaja odmah po uključenju.
- Poseban akcenat u projektovanju pojedinih objekata treba staviti na ugostiteljske objekte (restorani), prodavnice, sanitarni objekti i benzinske stanice (posljednje su uglavnom tipske). Pored navedenog, potrebno je preduzeti napore za obezbjeđenje najracionalnije upotrebe prostora uzimajući u obzir zaštitu životne sredine, raznolikost i prostornu prepoznatljivost, kvalitetno integrisanje svih objekata u uslužne objekte, uzdužni projekat i postavljanje objekata paralelno sa osovnom puta, visinu (zgrade ne treba da imaju više od jednog sprata, izuzev najviši tip 4, gdje je predviđen motel), poseban ulaz za goste i zaposlene, itd.

Planiranje zelenih površina, uglavnom visokog drveća i žbunja, treba da omogućava bezbjednost saobraćaja, preglednost, orijentaciju u prostoru i usmjeravanje, kao i povoljne mikroklimatske uslove (sjenka).

Saobraćajnu bezbjednost je potrebno osigurati projektovanjem zelenih površina, koje takođe bez redovnog održavanja treba da pružaju preglednost. Stoga, uglavnom se upotrebljavaju travnjaci, i to na mjestima gdje se susreću različiti saobraćajni tokovi (ulazi, izlazi). Kada se radi o vrstama, potrebno je izabrati one vrste koje su otporne na izduvne gasove i so.

Vozne površine, parkirališta i područja za bicikliste i pješake treba da budu razdvojena gusto zasađenim žbunjem, koje može biti kombinovano sa drvećem i travom. Potrebno je

voditi računa o obezbjeđenju vizuelnog kontakta (virtuelno razdvajanje, djelimično razdvajanje, preglednost šireg područja).

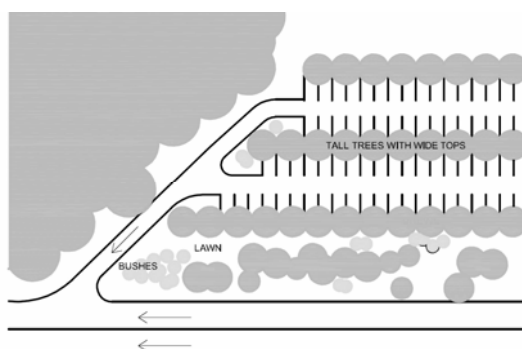


Crtež 6.58: Različiti načini razdvajanja (potpuno, djelimično, virtuelno).

Povoljni uslovi mikrolokacije su uglavnom obezbjeđeni u odmaralištima i rekreacionim područjima i pored parkirališta (hladovina). Kada se radi o odmaralištima i površinama za rekreaciju i otvorenim terasama uslužnih objekata, prilikom izbora vrsta biljaka potrebno je izbjegavati one koje imaju otrovno lišće, cvijeće i plodove i veliko trnje. U cilju obezbjeđenja hladovine na parkiralištima, potrebno je izabrati vrste drveća koje imaju lisnatu krošnju, bez velikih plodova.

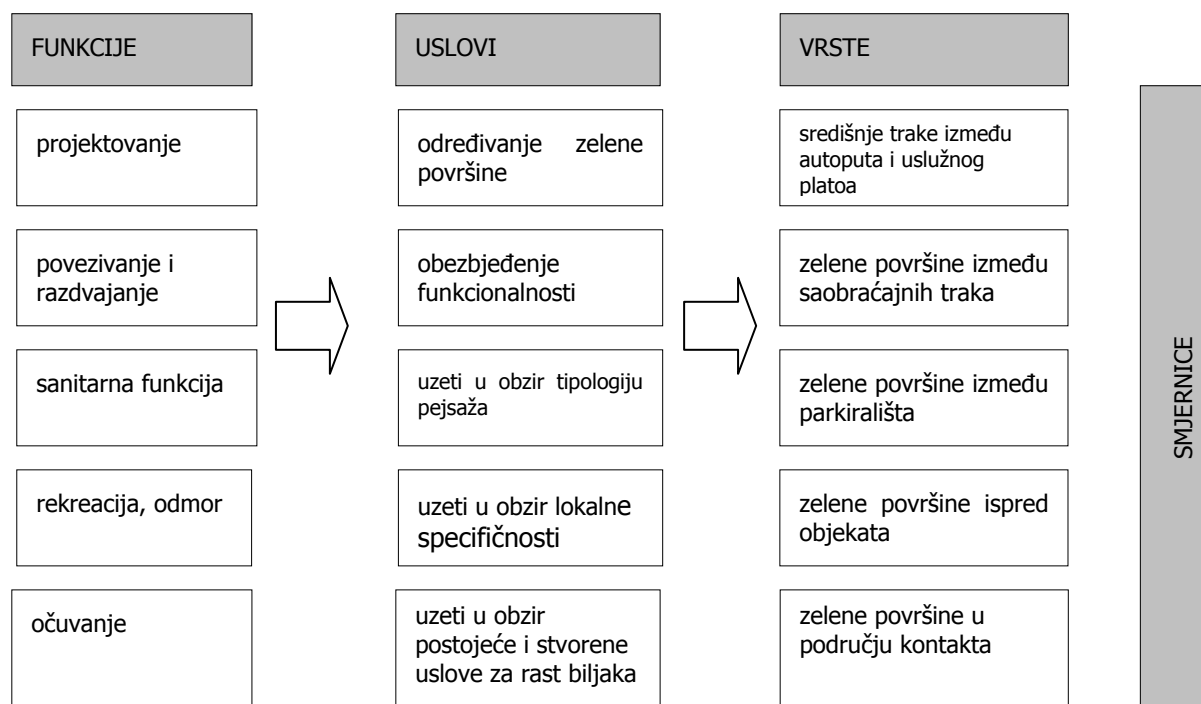
Prilikom projektovanja zelenih površina u sklopu obližnjih uslužnih objekata potrebno je u obzir uzeti kriterijum višestruke funkcionalnosti. Zelene površine imaju funkciju povezivanja/ razdvajanja (prvenstveno, područje između autoputa i platoa obližnjeg uslužnog objekta treba da bude razdvojeno), sanitarnu funkciju (ograda za akustičnu izolaciju, zaštita od vjetra, itd.), rekreacionu funkciju (relaksacija i rekreacija na otvorenom), kao i funkciju očuvanja (misli se na očuvanje područja za dalje unapređenje programa). Ukoliko su zelene površine predviđene i projektovane u blizini uslužnih objekata, potrebno je obezbijediti odgovarajuću funkcionalnost površine, s obzirom na vrstu pejzaža i lokalne pojedinosti koje se odnose na postojeće i stvorene uslove za rast biljaka.

- Prilikom projektovanja zelenih površina, u obzir je prvenstveno potrebno uzeti njihovu osnovnu funkciju. Razdjelne površine između puta i uslužnog platoa (sanitarna i komunikaciona funkcija) treba da budu ravne i u obliku blažeg nasipa. Predloženi način zasađivanja predstavlja zasađivanje samonikle živice sa srednjim prekidima (prazna ostrva).
- Pored trake za ubrzavanje preporučujemo da se zasađi trava ili niska vegetacija; niska u smislu obezbjeđenja vidljivosti. Ukoliko je neophodna zaštita od buke, u središnjem području je potrebno obezbijediti nasip za smanjenje buke na kojem treba zasađiti grmlje, dok je na strani koja je okrenuta prema parkiralištu potrebno zasađiti stabla drveća.



Crtež 6.59: Predloženi način ozelenjavanja.

- Na zelenim površinama koje se nalaze između redova na parkiralištu potrebno je zasaditi uglavnom visoko drveće sa širokim krošnjama koje obezbeđuju hladovinu na parkiralištu. U svrhu razdvajanja moguće je zasaditi žbunje, dok je iz estetskih razloga moguće zasaditi nisku vegetaciju. Ukoliko je neophodno, drveće je moguće zamijeniti pergolama.
- Ukoliko je zelena površina projektovana ispred restorana, motela, pumpi, moguće je zasaditi veće količine dekorativnog žbunja i cvijeća.
- Područje za odmor na otvorenom mora biti uređeno tako da je omogućeno odmaranje u hladovini i igra na travnjaku, kao i da je previđena kružna staza za kratku šetnju.
- U području kontakta sa okruženjem (iza ograde ili paltoa) zelenilo treba neosjetno da poveže postojeće okolno područje sa novo-projektovanim uslužnim objektom.



Crtež 6.60: Koncept koji nam pomaže da odredimo smjernice za projektovanje zelenih površina pored pratećih objekata.

5.4 FORMULISANJE I OPŠTI SADRŽAJ PLANA PEJSAŽNE ARHITEKTURE

5.4.1 Faze pripreme planova pejzažne arhitekture

Prva faza: analiza područja i njegovih karakteristika

Prije početka projektovanja rješenja potrebno je analizirati sljedeće:

- postojeće prostorne karakteristike,
- važeće zakonodavstvo za zaštitu prirode, kulture, itd.,
- plansku dokumentaciju koja je važeća za određeno područje i
- prethodno dobijene projektne uslove i preporuke.

Druga faza: projekat transformacije reljefa

- Usvojena građevinsko-tehnička rješenja koja prikazuju kosine usjeka i nasipa moraju biti detaljno proučena, a prijedlog transformacije reljefa mora biti pripremljen u cilju postizanja boljeg uklapanja u prirodni teren i postojeći pejzaž. Priprema osnovnog projekta se izvodi uzimajući u obzir načela i osnove

projektovanja, sa ciljem obezbjeđenja povoljnog psiho-fizičkog uticaja na vozača, kao i sa ciljem obezbjeđenja najboljeg mogućeg uklapanja u postojeće područje, kao i dobrog izgleda novo-izgrađenog ili popravljenog puta.

Treća faza: projekat ozelenjavanja

- Na osnovnu pripremljenog reljefa područja pojasa puta i uzimajući u obzir projektna rješenja za objekte na trasi pored trase, predviđa se koncept ozelenjavanja, koji treba da bude u skladu sa karakteristikama prirodne gustine stabala i kombinovan sa projektantskim rješenjima za objekte pored i na putu.

Četvrta faza: formulisanje plana

- Nakon što su rješenja usklađena, priprema se detaljan plan u sklopu projekta za dobijanje građevinske dozvole i plana realizacije, kojim je detaljno određena lokacija, vrsta i količina zelenila i drugog materijala.
- Važno je formulisati sljedeće: plan zaštitnih mjera, tj. mjere koje je potrebno realizovati prije početka izgradnje puta⁽⁷⁾, plan mjera u toku izgradnje puta⁽⁸⁾ i plan mjera po završetku građevinskih radova na putu i njegovim objektima⁽⁹⁾.

5.4.2 Sadržaj plana pejzažne arhitekture

Obavezan dio sadržaja projekta i realizacije projekta puta predstavlja plan pejzažne arhitekture (plan pejzaža koji sadrži rješenje za projektovanje reljefa i plan ozelenjavanja), čija je svrha obezbjeđenje i pregled svih potrebnih mjera koje se odnose na projekat pejzaža. Navedeni plan sadrži grafički i tekstualni dio.

Plan se zasniva na ranije određenim osnovama i projektu uređenja pejzaža putnog pojasa, ili usvaja osnove i ciljeve projekta koji su obuhvaćeni prethodno pripremljenom prostornom dokumentacijom, propisima i normama, kao i rezultate dobijene analizom područja, karakteristika pejzaža i predviđene intervencije – plan realizacije.

Plan obsežnije pejzažne arhitekture obuhvata projekte i rješenja u sklopu i izvan direktnog područja putnog pojasa, i to:

- mjere za zaštitu i očuvanje kvaliteta područja,
- korektivne mjere za ispravljanje oštećenja ili uticaja na okolinu,
- mjere za otklanjanje oštećenja (rezervni biotopi, rezervne kulturna područja, itd.),
- uređenje i projektne mjere i rješenja (projekat reljefa i plan ozelenjavanja).

Pored grafičkog prikaza, predviđene rješenja moraju biti i tekstualni opisana. Potrebno je navesti podatke koji su relevantni i za investitora i za firmu koja izvodi radove:

- tehnički izvještaj u kojem su opisana rješenja,
- prikaz vremenskog plana rasporeda mjera (po fazama),
- spisak radova i materijala sa preliminarnom procjenom troškova,
- način održavanja.

⁽⁷⁾ Ove mjere mogu biti dugoročne prirode (uređenje budućeg ruba šume, uređenje staništa životinjske populacije – nekoliko godina prije početka izgradnje), srednjoročne prirode (priprema sadnica drveća za presađivanje – jednu godinu prije zasađivanja, zaštita voda) i kratkoročne prirode (uređenje ograda za zaštitu biljaka, tla i kulturno-istorijskih objekata, ograde za zatvaranje-za životinje i premještanje životinjskih populacija ili uređenje rezervnih biotopa).

⁽⁸⁾ Obuhvataju uklanjanje tečnog tla, uključujući skladištenje i razastiranje, popravku oštećenih vodenih tokova, uređenje svih vrsta mirujućih voda (jezerca, bazeni, itd.), oblikovanje usjeka i nasipa, ozelenjavanje i inženjersko-biološke mjere, kao i obezbjeđenje rezervnih biotopa.

⁽⁹⁾ Obuhvataju uređenje pristupnih i lokalnih puteva, popravku oštećenog terena, ozelenjavanje lokacija na kojima je odložen višak zemljišta, uređenje pješačkih i biciklističkih staza i slično.

5.4.2.1 Detaljni sadržaj nacrtu pejzažne arhitekture:

1. OPŠTI DIO (vidi Knigu I: Projektovanje, dio 1 Projektovanje puteva, poglavlje 1: Planska, projektna i investiciona dokumentacija)

- Naslovna stranica
- Sadržaj projekta
- Potvrde, rješenja i izjave
- Projektni dokumenti
 - Projektni zadatak
 - Bilješke i zapisi sa radnih sastanaka
 - Dodatne ekspertize i analize
 - Izvještaji revidenata
 - Zabilješke revizijskih rasprava
 - Izvještaji projektanta o dopunama dokumentacije nakon revizije.

2. TEKSTUALNI DIO

- Uvod
- Ciljevi i problematika zadatka
- Opis postojećeg stanja (tip pejzaža u kojem je predviđen zahvat, klima, pedološka situacija, postojeća karakteristična autohtona vegetacija, vodeni svijet, naseljenost, poljoprivredne površine, šume, ostalo)
- Opis predviđenog zahvata (opšti opis toka predviđene trase odn. položaj priključka, cestovne stanice, odmorišta i sl., točna definicija područja obrade, položaj obzirom na područja zaštićene prirode, predviđene ili već postojeće ograde protiv buke ili vjetrova itd.)
- Osnovni podaci o postojećoj tehničkoj i prostorskoj dokumentaciji te ostalim stručnim podlogama (cestovni dio projekta, zbirna karta komunalnih vodova, planska usmjerenja – zaštita prirodnih resursa, ostalo)
- Posebni zahtjevi (posebni uslovi za oblikovanje obala, način ozelenjavanja, izbor biljnog materijala, zaštićena područja, vodoprivredni uslovi za renaturaciju obale, itd.)
- Sanacija ukinutih puteva, kanala, pokrivenih rovova... (u saradnji sa projektantom za cestovni dio potrebno je predvidjeti način sanacije i renaturacije tih površina)
- Opis projektnog rješenja – oblikovanje reljefa i ozelenjavanje (definirati građevinski zahvat, način i uslove za sađenje, navesti materijal za sađenje, uslovi za održavanje sadnica itd.)
- Popis radova sa prethodnim mjerenjima i predračunom (izvještaj, popis biljnih vrsta, broj i veličina sadnica, rekapitulacija)

3. GRAFIČKI DIO¹⁰

- Pregledna situacija u mjerilu 1:5000
- Nacrt pejzažnog uređenja uključujući i preoblikovanje reljefa u mjerilu 1:1000
- Nacrt sađenja sa legendom u mjerilu 1:500 (1:250)
- Detalji rasporeda sađenja u mjerilu 1:50, 1:100
- Detalji za izvođenje sađenja u mjerilu 1:50, 1:100
- Detalji ostalih uređenja (popločavanja, stepenice, oprema za parkove itd.) u mjerilu 1:50, 1:100
- Karakteristični presjeci u mjerilu 1:100.

¹⁰ Mjerilo može biti i drugačije obzirom na predviđeni zahvat te obzirom na zahtjeve iz projektnog zadatka

Knjiga I: PROJEKTOVANJE

Dio 1: PROJEKTOVANJE PUTEVA

Poglavlje 6: PUT I ŽIVOTNA SREDINA

SMJERNICA 6: ZAŠTITA OD VJETRA I SNJEŽNIH NANOSA

6. ZAŠTITA OD VJETRA I SNEŽNIH NANOSA

6.1 PREDMET SMJERNICA

Sigurnost saobraćaja na putevima u velikoj mjeri zavisi od učinka vjetra, koji može biti

- neposredan na vozila ili
- posredan radi stvaranja snježnih smetova (i poledice).

U oba slučaja učinak vjetra zavisi od

- brzine (i udara) vjetra i
- terenskih prilika.

Oba navedena uticaja na sigurnost saobraćaja mogu se do određene granice smanjiti sa odgovarajućim ogradama koje se ugrađuju uz put ili na mostu.

6.2 NEPOSREDNI UČINCI VJETRA NA VOZILA

Zasnivanje odgovarajuće zaštite vozila na neposredne učinke vjetra je zahtjevan posao kako sa teoretskog tako i sa izvođačkog stanovišta. Odlučujući faktor za određivanje ograde za zaštitu od vjetra (oblik, visina, stepen direktne zaštite i sa tim povezane propusnosti) je horizontalna i vertikalna brzina (očekivana) i smjer vjetra koji se određuju na osnovu rezultata višegodišnjih mjerenja vjetra u konkretnim vremenskim prilikama.

Radi velikih zahtjeva koji se pojavljaju kod optimalnog izbora oblika, rasporeda i kvaliteta elemenata za ograde te širine fuga između njih (informativan i približan razmak elemenata 25 cm) u praksi su usvojeni programski paketi, npr

- za proračun u ravnini programski paket FLUENT i/ili
- za proračun u ravnini i prostoru sa verzijom dinamike fluida CFD (computational fluid dynamics) program FlowWorks 2004.

s tim da u skladu s EN 1741-1 treba kod proračuna uzeti u obzir aerodinamičko opterećenje elemenata za zaštitu od vjetra.

6.3 STVARANJE SNEŽNIH SMETOVA

Snježni smetovi mogu nastati

- još u toku padanja snijega
- nakon prestanka padanja kada ga vjetar počinje raznositi

Suhi snijeg vjetar može raznositi već pri brzini od približno 15 km/h. Mokri snijeg vjetar ne može raznositi.

Smetovi nastanu na mjestima na kojima terenske prilike ili vještačke prepreke smanjuju brzinu vjetra, radi čega dolazi do odlaganja snijega. Ovakva mjesta su prije svega plitki usjeci na putevima (crtež 6.61) koje vjetar postepeno i u potpunosti može zapuniti sa snijegom.

Ako u dubokim usjecima puteva na (strmim) pokosima dolazi do smanjenja brzine vjetra i ako na njima nema dovoljno prostora za odlaganje snijega, onda takva mjesta smetovi mogu potpuno popuniti.

Radi uslovljenog smanjenja brzine, vjetar može odlagati snijeg na prelomima terena (crtež 6.62 i 6.63).

Uzroci za postepeno nastajanje smetova mogu biti razne prepreke postavljene uz puteve, npr. žive ograde, objekti, ograde (crtež 6.64), a u manjem obimu stubovi i deponovani materijal uz kolovoz koji stvara vrtloge.

Ako je padina ili pokos uz put strm i gladak, onda može snježni smet skliznuti sa njega na put.

6.4 ZADRŽAVANJE SNIJEGA

6.4.3 Prepreke za zadržavanje snijega

Stvaranje smetova na području kolovoza može se spriječiti

- sa trajnim ili privremenim preprekama, koje smanjuju brzinu vjetra, a sa tim i njegovu moć premještanja ili
- sa preusmjeravanjem vjetra.

Trajne prepreke mogu imati oblik

- nasada odgovarajućih stabala i/ili grmlja ili
- zidova od kamena, betona, opeke

Pravilni položaj trajnih prepreka (udaljenost od puta) i veličinu po pravilu treba odrediti na osnovu ispitivanja sa prethodno postavljenim mobilnim (privremenim) preprekama.

Nasadi od kombinovanih vrsta drveća i grmlja treba da su najmanje 30 m udaljeni od puta. Potrebno je uzeti u obzir da efikasni zasadi zahtijevaju zauzimanje velikih površina.

Privremene prepreke – snjegobrane (palisade) treba postavljati u toku jeseni, a u proljeće uklanjati. Zbog smanjene brzine vjetra snijeg se odlaže ispred i iza njih. Ako su privremene prepreke

- guste (slabo propusne za vjetar), onda se ispred prepreke stvara smet približne dužine 5 x visina prepreke, a iza prepreke smet dužine 8 do 10 x visina prepreke (slika 6.64), ako je
- rijetka (zapunjenost snjegobrana približno polovična, slika 6.65) tada najveća dužina pune zapunjenosti (smeta) ispred prepreke iznosi 10 x visina prepreke, a iza nje približno 15 x visina prepreke (slika 6.66).

Visina snjegobrana mora se prilagoditi količini snijega, koju prenosi vjetar. Ako je:

- mala, onda je odgovarajuća visina snjegobrana 1,40 m
- velika, onda je potrebna visina snjegobrana 1,80 m
- vanredna uslovljava visinu snjegobrana do 2,50 m.

Materijali za izradu snjegobrana su različiti. U velikoj mjeri upotrebljava se drvo i mreže.

Postavljanje prepreka

Postavljanje snjegobrana zavisi od smjera vjetra koji nosi snijeg. Najbolji učinak ima snjegobran koji je postavljen okomito na smjer vjetra. Učinak može bit još u zadovoljavajućem okviru, ako je ugao između snjegobrana i smjera vjetra već i od 60°.

Da se odloženi snijeg (smet) ne bi prenosio na put, potrebno je odrediti udaljenost snjegobrana od ivice puta. Ona se određuje po jednačini

$$a = \frac{21 - 5h}{k} \quad [\text{m}]$$

gdje su:

h – visina snjegobrana (m)

k – koeficijent, zavisi od zapunjenosti snjegobrana, a određuje se prema tabeli 6.31

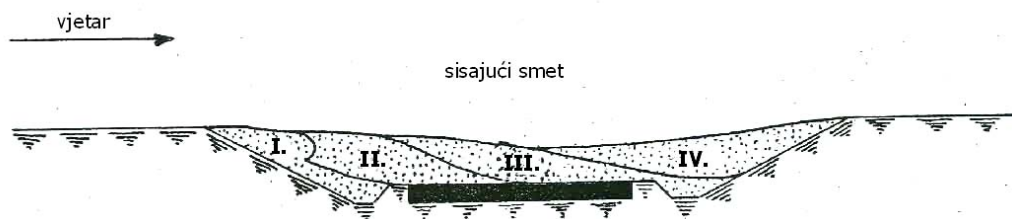
Tabela 6.31: Uticaj zapunjenosti snjegobrana

Zapunjenost snjegobrana	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
koeficijent k	0,74	0,86	1,00	1,14	1,29

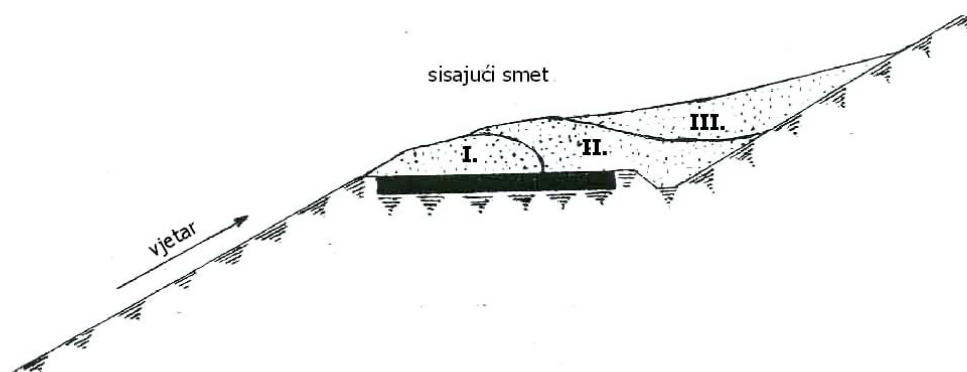
Ako je brzina vjetra sa snijegom velika, tada se preporučuje usvajanje veće udaljenosti snjegobrana od ivice puta približno za 5 m.

Ako jedan red snjegobrana nije dovoljan za ukupno odlaganje snijega, onda je bolje postaviti još jedan red nego povećavanja visine već postavljenog snjegobrana.

Snegobrani trebaju biti dugi 80 do 100 m. Ako se postavljaju u više redova, onda se redovi moraju preklapati.



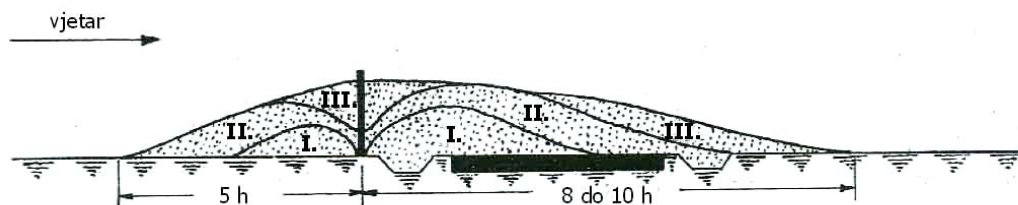
Crtež 6.61: Postepeno povećavanje smeta u usjeku



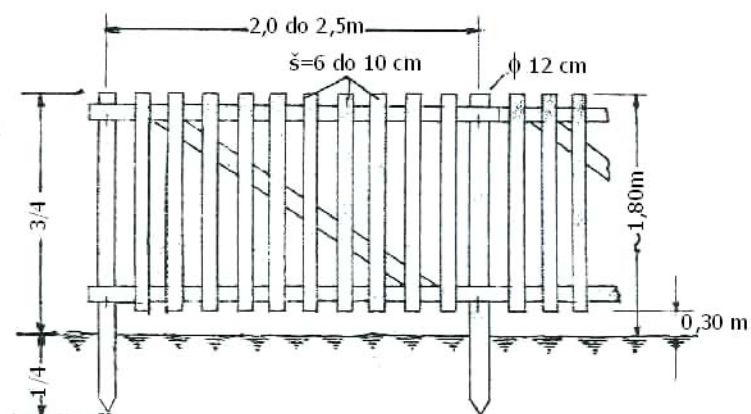
Crtež 6.62: Postepeno povećavanje smeta na zasjeku u padinu



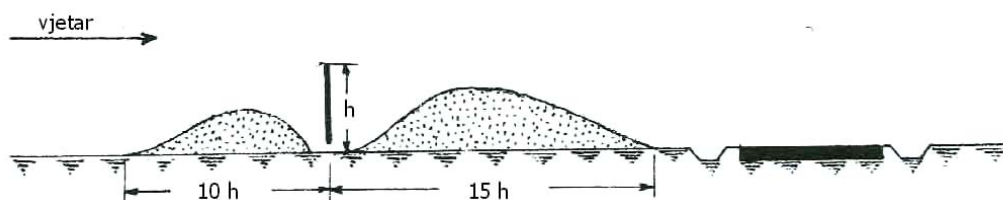
Crtež 6.63: Odlaganje snijega uz niski nasip



Crtež 6.64: Postepeno povećavanje smeta uz punu ogradu (bez fuge pri dnu)



Crtež 6.65: Ispravna ograda sa vertikalnim letvama s fugom pri dnu



Crtež 6.66. Pravilno postavljena ograda sa stepenom zapunjenosti 0,5 i fugom pri dnu

Knjiga I: PROJEKTOVANJE

Dio 1: PROJEKTOVANJE PUTEVA

Poglavlje 6: PUT I ŽIVOTNA SREDINA

SMJERNICA 7: ZAŠTITA OBJEKATA OD VIBRACIJA

7. ZAŠTITA OBJEKATA OD VIBRACIJA

7.1 PREDMET SMJERNICA

Vibracije se svrstavaju u mehanička njihanja tvrdih predmeta sa potencijalno štetnim učinkom opterećenja.

Vibracije, koje proizvode motorna vozila utiču i na objekte na putevima. Obim eventualnih oštećenja na objektima ne zavisi samo od saobraćaja nego i od brojnih drugih faktora, koji utiču na stanje objekata, a naročito od načina građenja, starosti i održavanja objekata. U smjernicama su u informativnom smislu opredijeljeni postupci za analizu uticaja vibracija koje su posljedica saobraćaja na putevima, i to

- mogućnost pojave oštećenja na konstrukcijama uslijed vibracija i
- mogućnost povećanja oštećenja na konstrukcijama i pojave nekonstruktivnih oštećenja uslijed vibracija

7.2 ANALIZA STANJA OBJEKTA

7.2.1 Osnove

U statičkom smislu objekte treba ocijeniti na osnovu važeće zakonske regulative u vrijeme građenja ili rekonstrukcije. Za ocjenu otpornosti objekata na uticaj vibracija mjerodavni su:

- Pravilnik o privremenim tehničkim propisima za izgradnju na seizmičkim područjima (Sl. list SFRJ br. 39/64) i
- Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju objekata na seizmičkim područjima (Sl. list SFRJ, br. 31/81).

Za objekte, koji su izgrađeni prije 1967. godine, treba ocijeniti statičku ispravnost na osnovu stručnog pregleda objekta. Pri ovome treba uzeti u obzir sledeće uticaje:

- način građenja.
- starost objekta,
- održavanje i
- fundiranje.

Za objekte, izvedene poslije 1967 godine, kao osnovni dokument za statičku ocjenu objekta služi građevinska dozvola.

7.2.2 Ocjena mogućnosti nastanka oštećenja

Mogućnost nastanka oštećenja na objektima radi vibracija, koje prouzrokuju motorna vozila, treba provjeravati sa mjerenjima vibracija i analizom rezultata obavljenih mjerenja. Vibracije se moraju obaviti i vrednovati u skladu sa standardom DIN 4150-3 Erschütterungen im Bauwesen, Teil 3. Einwirkungen auf bauliche Anlagen. Oprema za obavljanje mjerenja vibracija mora odgovarati standardu DIN 45 669-1 in DIN 45 669-2.

Ocjena uticaja vibracija na objekte mora se izvršiti prema graničnim vrijednostima iz važećeg standarda. Ove vrijednosti navedene su u tabeli 6.32.

Tabela 6.32: Informativne vrijednosti za brzine njihanja V_i za procjenu učinka kratkotrajnih vibracija (tresenja) na objekte.

Vrsta objekta	Informativne vrijednosti za brzinu njihanja V_i (mm/s)			
	Temelji - Frekvencije			Krovni elementi Frekvencije- sve
	1 – 10 Hz	10 – 50 Hz	50 – 100 Hz	
- industrijski, zanatski	20	20 – 40	40 – 50	40
- stambeni	5	5 – 15	15 – 20	15
- posebno osjetljivi	3	3 – 8	8 – 10	8

Ako su, u tabeli 6.32, prekoračene navedene informativne granične vrijednosti njihovanja, onda je uzrok za pojavu oštećenja na objektima ili elementima konstrukcija isključivo vibracije. Ako navedene informativne granične vrijednosti nisu prekoračene, onda treba napraviti ocjenu nastanka odnosno širenja oštećenja na objektu na osnovu slijedećih uticajnih faktora:

- vrste nosivih zidova,
- temeljenja objekta,
- povezanosti nosivih zidova,
- održavanje objekta,
- udaljenost objekta od puta,
- prosječnog godišnjeg dnevnog saobraćaja,
- stanja kolovoza u području objekta.

7.2.3 Mjerila za ranjivost objekta

Mjerila za ocjenu važnih uticaja na ranjivost objekta detaljno su obrađena i opredijeljena u tabeli 6.33.

Vrste nosivosti zidova (F_1) određene su u odnosu na ranjivost objekta po principu osjetljivosti na vibracije odnosno po principima potresnog inženjerstva.

Ako su značajnija oštećenja objekta posljedica slabo izvedenog temeljenja ili različitih slijeganja, tada u svakom slučaju treba uzeti u obzir $F_2 = 0$.

Povezanost nosivih zidova (F_3) opredijeljeno je sa uklještenjem u međuspratne konstrukcije, dok su temelji opredijeljeni po principu određivanja osjetljivosti objekata na potresna opterećenja: sa faktorom se uzima u obzir i starost objekta, odnosno vrijeme od zadnje veće rekonstrukcije (npr. protivpotresnog ojačanja).

Obzirom da je određivanje održavanja objekta (F_4) subjektivno, onda i kriteriji za preglede moraju biti jedinstveni.

Uticaj saobraćaja na objekat (F_5) smanjuje se sa povećanjem udaljenosti od ivice kolovoza. Obzirom da prodiranje vibracija zavisi od karakteristika temeljnog tla onda iste treba verifikovati sa odgovarajućim mjerenjima.

Mjerodavno saobraćajno opterećenje koje utiče na pojavu odnosno povećanje oštećenja na objektima (F_6) predstavlja broj teških teretnih vozila i autobusa na dan. Njihov broj se određuje sa odgovarajućim brojenjem saobraćaja.

Stanje kolovoza (udarne rupe, neravnine) u velikoj mjeri utiču na vibracije (tresenje) na koje su ispostavljeni objekti. Kao posljedica lošeg stanja kolovoza je pojavljivanje oštećenja (F_7). Ako mjerenja ovih vibracija stoje na raspolaganju onda iste treba uzeti u obzir u skladu sa navedenim mjerilima. U suprotnom slučaju, kao mjerodavan uticaj na jakost vibracija, treba uzeti u obzir stanje kolovoza sa odgovarajućim faktorom oštećenja (modificiranim švajcarskim indeksom- MSI) koji se određuje po jednačini

$$MSI = \sum n \times A_i \times S_i = 0,5 \times A_j \times S_j + 0,3 \times A_d \times S_d + 0,2 \times A_r \times S_r$$

Gdje su:

n – faktor uticaja

A_i – obim oštećenja

S_i – jačina oštećenja

γ_j – udarna rupa

γ_d – neravnina (deformacija)

γ_r – prslina

Obim oštećenja A_i podijeljen je u 3 razreda:

- do 10 % ugrožene površine – 1. razred
- preko 10 do 50 % ugrožene površine - 2. razred
- preko 50 % ugrožene površine – 3. razred

Tabela 6.33: Ocjena uticaja na nastanak oštećenja na objektima radi vibracija

1 Vrsta nosivih zidova	F₁
Nearmirani zidovi – kamene zgrade	4
Nearmirani zidovi – seoske zgrade od opeke	3
Nearmirani zidovi – gradske zgrade od opeke	2
Djelimično armirani zidovi – solidno izgrađene zgrade od opeke	1
Armirani zidovi	0

2 Fundiranje	F₂
Bez temelja	4
Poddimensionirani temelji starih zgrada (npr. iz složenog kamena)	3
Temelji iz nearmiranog betona	2
Armiranobetonski trakasti temelji i temeljne ploče	1
Fundiranje na šipovima	0

3 Povezanost nosivih zidova	F₃
Drveni stropovi bez veza (zatega)	4
Svodovi u prizemlju bez veza (zatega)	3,5
Svodovi u prizemlju sa vezama	3
Drveni stropovi sa horizontalnim +vezama	2,5
Drveni stropovi sa horizontalnim i vertikalnim vezama	2
Armirano betonski stropovi	1
Armirano betonski stropovi s vertikalnim vezama	0

4 Održavanje objekta	F₄
Jako dobro održavan	4
Dobro održavan	3
Slabo održavan	2
Sa nedostacima održavan	1
Neodgovarajuće – nije održavan	0

5 Udaljenost objekta od ivice puta	Metara	F₅
(vanjska ivica bankine,	0 – 2	4
koritnice ili hodnika za pešake)	2 – 4	3
	4 – 8	2
	8 – 16	1
	nad 16	0

6 PGDP – prosječni godišnji saobraćaj	TV (TT+TTP) > 7 ton + autobusi (A)/dan	F₆
(vanjska ivica bankine	nad 1000	4
koritnice ili hodnika za pešake)	500 – 1000	3
	250 – 500	2
	10 – 250	1
	pod 10	0

7 Jačina vibracija/stanje	Vibracije	MSI	Kolovoz	F ₇
(vanjska ivica bankine,	> 4 mm/s	nad 2,8	jako slabo	4
koritnice ili hodnika za pešake)	> 3 mm/s	2,2 – 2,8	slabo	3
	> 2 mm/s	1,6 – 2,2	mejno	2
	> 1 mm/s	0,8 – 1,6	dobro	1
		pod 0,8	jako dobro	0

Jačina oštećenja S_i je takođe razdijeljena u 3 razreda - tabela 6.34).

Tabela 6.34: Podjela jačine oštećenja na asfaltnom kolovozu

Vrsta Oštećenja	Razred		
	1	2	3
- udarna rupa	Nema ih ili su u nastajanju	velike do 300 cm ² , okrnjen/oljušćen sloj bituminizirane smjese	velike preko 300 cm ² oljušćen sloj bituminizirane smjese
- neravnine/ - deformacije	Nema ih ili su (podužne) duboke do 1 cm	Podužni valovi, duži od 2 m i duboki do 3 cm	Kratki podužni valovi dugi valovi dublji od 3 cm (kolotrazi)
- prsline	Nema ih ili su uske (lasaste)	Prelomi, stepenice visoke do 3 cm	Prelomi, stepenice visine preko 3 cm

Na osnovu ocjena navedenih uticajnih faktora treba odrediti ukupni uticaj vibracija na pojavu oštećenja na objektima po jednačini

$$PO = \sum G_n \times F_n$$

Gdje su

- G_n – udio pojedinog faktora
- F_n – broj tačaka u odnosu na uticaj pojedinog faktora datog u tabeli 6.33

Odnosno po jednačini:

$$PO = PO_o + PO_p + PO_v$$

gdje su:

PO_o – uticaj objekta: $PO_o = 0,10 \times F_1 + 0,10 \times F_2 + 0,15 \times F_3 + 0,05 \times F_4$

PO_p – uticaj saobraćaja: $PO_p = 0,10 F_5 + 0,15 F_6$

PO_v – uticaj kolovoza: $PO_v = 0,35 F_7$

Na osnovu procijenjene vrijednosti PO treba odrediti ranjivost – osjetljivost objekta sa vibracijama koje prouzrokuju motorna vozila odnosno saobraćaj na putevima, kao što je navedeno u tabeli 6.35.

Tabela 6.35: Ocjena ranjivosti objekata sa vibracijama

Razred ranjivosti	Vrijednost PO	Ranjivost objekta
1	do 0,8	Jako mala
2	nad 0,8 do 1,6	mala
3	nad 1,6 do 2,4	srednja
4	nad 2,4 do 3,2	velika
5	nad 3,2 do 4,0	Jako velika

Navedene osnove za ocjenu uticaja vibracija na pojavu odnosno povećanje oštećenja na objektima su informativne te ih treba na konkretnim slučajevima još verifikovati. .