



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA INFRASTRUKTURO

TEHNIČNA SPECIFIKACIJA TSG-211-XXX: 2025

Ministrica za infrastrukturo na podlagi 13. člena Zakona o cestah (Uradni list RS, št. 132/2022 in 140/22 – ZSDH-1A) in šestega odstavka 50. člena Zakona o varnosti v železniškem prometu (Uradni list RS, št. 30/18 in 54/21) izdaja tehnično specifikacijo

PROJEKTIRANJE CEST IN PROMETNA VARNOST

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

TSPI – PGV.03.245: 2025

Ministrica za infrastrukturo
mag. Alenka Bratušek

Številka:

Ljubljana,

Vsebina

1	Predmet tehnične specifikacije	6
1.1	Splošno.....	6
1.2	Namen tehnične specifikacije	6
1.3	Uporaba tehnične specifikacije.....	6
1.4	Omejitev uporabe tehnične specifikacije	6
2	Pomen izrazov	8
3	Projektna dokumentacija	10
3.1	Splošno.....	10
3.2	Faza idejnih rešitev	10
3.3	Faza za izvedbo gradnje (PZI/IZN).....	11
3.4	Faza izvedenih del (PID/INID).....	12
4	Tipi protihrupnih konstrukcij	13
4.1	Uvod	13
4.2	Protihrupne ograje	13
4.3	Posebne protihrupne ograje	18
4.3.1	Protihrupna ograja z integrirano varnostno ograjo	18
4.3.2	Nizka protihrupna ograja.....	18
4.3.3	Krovni protihrupni element ali absorber.....	19
4.3.4	Zidana protihrupna ograja.....	20
4.4	Protihrupna obloga.....	20
4.5	Protihrupni gabion.....	21
4.6	Protihrupne konstrukcije v kombinaciji z vegetacijo	22
4.6.1	Protihrupni nasip z naravnimi nakloni (PHN).....	22
4.6.2	Protihrupni nasip z armiranimi brežinami	23
4.6.3	Protihrupni nasip v kombinaciji s protihrupno ograjo	23
4.6.4	Zelena stena.....	24
5	Elementi protihrupnih konstrukcij.....	26
5.1	Uvod	26
5.2	Elementi protihrupnih ograj	26
5.2.1	Temeljna konstrukcija protihrupnih ograj.....	26
5.2.1.1	Plitvi temelj.....	26
5.2.1.2	Globok temelj.....	27
5.2.2	Steber protihrupne ograje	28
5.2.2.1	Jekleni steber.....	28
5.2.2.2	Betonski steber	29
5.2.3	Protihrupni panel in parapetna greda	30
5.2.3.1	Splošno.....	30
5.2.3.2	Dokazila o lastnostih	30
5.2.3.3	Parapetna greda	31
5.2.3.4	Betonski panel	32
5.2.3.5	Aluminijasti (ALU) panel.....	33

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

5.2.3.6	Leseni panel	34
5.2.3.7	Panel iz umetnih mas.....	35
5.2.3.8	Transparentni panel	35
5.2.3.9	Zahteve za vgradnjo, tesnjenje in stikovanje protihrupnega panela in parapetne grede.....	37
5.2.4	Zaključna strešica	39
5.2.5	Protihrupna ograja na premostitvenem objektu.....	42
5.2.5.1	Splošno.....	42
5.2.5.2	Priključek jeklenega stebra na robni venec premostitvenega objekta ...	42
5.2.5.3	Konstruktivna načela	42
5.2.5.4	PHO preko dilatacije premostitvenega objekta.....	42
5.2.5.5	Varovala za preprečevanje izpada protihrupnega panela in parapetne grede	43
5.3	Elementi protihrupnih oblog.....	44
5.4	Elementi protihrupnih gabionov.....	45
5.5	Izhodi v sili in prehodi za vzdrževalce v protihrupnih konstrukcijah.....	46
5.6	Odprtine in zamiki protihrupnih konstrukcij	47
5.7	Ureditev odvodnjavanja ob protihrupnih konstrukcijah.....	48
5.8	Ozemljitev protihrupnih konstrukcij.....	49
5.9	Protipožarna varnost protihrupnih konstrukcij.....	51
5.10	Fotonapetostni moduli na protihrupnih konstrukcijah.....	51
5.11	Geometrijske mejne vrednosti in tolerance elementov protihrupnih konstrukcij	52
6	Zvočne lastnosti protihrupnih konstrukcij	54
6.1	Minimalne zahteve	55
6.2	Posebni primeri	55
7	Postavitev protihrupnih konstrukcij v cestni svet in območje javne železniške infrastrukture.....	56
7.1	Uvod	56
7.2	Tehnična izhodišča postavitve protihrupnih konstrukcij v cestni svet.....	56
7.2.1	Odmiki od vozišča in varnostnih ograd.....	56
7.2.2	Protihrupne konstrukcije ob površinah za pešce in kolesarje	56
7.2.3	Zagotavljanje preglednosti.....	57
7.2.4	Protihrupne konstrukcije ob ostali prometni opremi.....	57
7.2.5	Protihrupne konstrukcije ob komunalni, elektroenergetski in telekomunikacijski infrastrukturi.....	58
7.3	Tehnična izhodišča postavitve protihrupnih konstrukcij v območje JŽI	58
7.3.1	Odmiki od železniških tirov	58
7.3.2	Protihrupne konstrukcije ob površinah za pešce in kolesarje na območju železniških postaj in postajališč	61
7.3.3	Zagotavljanje preglednosti.....	61
7.3.4	Zagotavljanje vidnosti signalov	61
7.3.5	Protihrupne konstrukcije ob ostali prometni opremi železniške proge	61
7.3.6	Protihrupne konstrukcije ob komunalni, elektroenergetski in telekomunikacijski infrastrukturi.....	62
7.4	Izgled protihrupnih konstrukcij.....	63
7.4.1	Uvod	63
7.4.2	Prostorska analiza	63

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

7.4.2.1	Krajinske značilnosti širšega območja	63
7.4.2.2	Značilnosti zalednega dela	63
7.4.2.3	Osenčenost zalednega dela	64
7.4.2.4	Značilnosti obstoječih premostitvenih in drugih objektov ter obstoječih protihrupnih konstrukcij	64
7.4.2.5	Drugi relevantni podatki	64
7.4.3	Sestavni deli protihrupnih konstrukcij in njihovo oblikovanje	64
7.4.3.1	Splošno	64
7.4.3.2	Zgornji rob protihrupne konstrukcije	65
7.4.3.3	Osrednji del, fasadni del protihrupne konstrukcije	65
7.4.3.4	Spodnji del	66
7.4.3.5	Izvedba zaključkov	66
7.4.4	Podrobnejša priporočila za oblikovanje protihrupnih konstrukcij	66
7.4.4.1	Linija in oblika	67
7.4.4.2	Velikost	68
7.4.4.3	Barva	73
7.4.4.4	Tekstura	74
7.4.4.5	Vzorci	75
7.4.5	Primerjalne značilnosti različnih vrst protihrupnih konstrukcij	78
7.4.6	Vandalizem	83
7.4.7	Posebnosti oblikovanja protihrupnih konstrukcij ob železnici	84
7.4.8	Zaporedje postopkov pri oblikovanju protihrupnih konstrukcij	84
8	Mehanska odpornost in stabilnost protihrupnih konstrukcij	87
8.1	Splošne zahteve	87
8.2	Načrtovana življenjska doba	87
8.3	Vodenje konstrukcijske zanesljivosti	87
8.4	Določitev vplivov	88
8.4.1	Lastna in stalna teža	88
8.4.2	Obtežba snega	88
8.4.3	Vplivi vetra	88
8.4.3.1	Protihrupna konstrukcija na terenu	88
8.4.3.2	Protihrupne konstrukcije na premostitvenih objektih	90
8.4.4	Aerodinamična obtežba mimo vozečih vozil	90
8.4.4.1	Cestne protihrupne konstrukcije	90
8.4.4.2	Železniške protihrupne konstrukcije	91
8.4.5	Sneg pri pluzenju	92
8.4.6	Nalet vozila	93
8.4.7	Seizmični vplivi	93
8.4.8	Pešci	94
8.4.9	Udarci kamenja	94
8.4.10	Vibracije in efekti utrujanja	94
8.4.11	Temperaturne spremembe in reološki vplivi	94
8.4.12	Zemeljski pritiski	94
8.5	Kombinacije vplivov	94
8.5.1	Mejno stanje nosilnosti (MSN)	94
8.5.2	Mejno stanje uporabnosti (MSU)	94

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

8.5.3	Zahtevane kombinacije	95
8.5.3.1	Cestne protihrupne konstrukcije	95
8.5.3.2	Železniške protihrupne konstrukcije	95
8.5.4	Projektne vrednosti vplivov	95
8.5.5	Kombinacijski faktorji	95
8.6	Dokazovanje nosilnosti in uporabnosti	95
8.6.1	Protihrupne ograje	95
8.6.1.1	Stebri	95
8.6.1.2	Priključki	96
8.6.1.3	Parapetne grede	96
8.6.1.4	Plitvi temelji	96
8.6.1.5	Globoki temelji	97
8.6.1.6	Obnove	97
8.6.2	Posebne protihrupne ograje	97
8.6.3	Protihrupne obloge	98
8.6.4	Protihrupni gabioni	98
8.6.5	Protihrupni nasipi	98
9	Zasaditev ob protihrupnih konstrukcijah	99
9.1	Uvod	99
9.2	Izhodišča za načrtovanje zasaditve	99
9.2.1	Učinek nove zasaditve	100
9.2.2	Razpoložljivi prostor	100
9.2.3	Skladnost z zaledjem	100
9.2.4	Značilnosti rastišča in izbor rastlin	101
9.2.5	Vpliv rastlin na konstrukcijske elemente	101
9.2.6	Pogoji glede vzdrževanja	101
9.2.7	Pogoji glede varnosti	102
9.2.8	Trajnostni vidik	102
9.3	Zasaditveni načrt	102
9.4	Izbor rastlinskih vrst za saditev v obcestnem prostoru	103
10	Referenčna dokumentacija	105
11	Kontrolni seznam projektiranja protihrupnih konstrukcij	110
11.1	Seznam bistvenih zahtev	110
12	Literatura	111
12.1	Avstralija:	111
12.2	Avstrija:	111
12.3	Danska:	111
12.4	EU:	111
12.5	Francija:	111
12.6	Hong Kong:	111
12.7	Nemčija:	112
12.8	Nova Zelandija:	112
12.9	Švica:	112
12.10	ZDA:	112
12.11	Združeno Kraljestvo:	113

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

13 PRILOGA 1: Prikaz posameznih tehničnih rešitev z obrazložitvami.....	114
14 PRILOGA 2: Kazalo slik.....	118

1 Predmet tehnične specifikacije

1.1 Splošno

Čezmeren hrup cestnega in železniškega prometa ima bistven vpliv na kakovost bivanja in zdravje ljudi. Za omejitev negativnih vplivov hrupa na življenjsko in bivalno okolje se izvedejo ukrepi varstva pred hrupom, med katere spadajo tudi ukrepi preprečevanja širjenja hrupa v okolje iz vira hrupa (aktivna protihrupna zaščita).

Predmet te tehnične specifikacije so načini in pogoji za projektiranje aktivne protihrupne zaščite – protihrupnih konstrukcij (PHK):

- protihrupnih ograj (PHO),
- posebnih protihrupnih ograj,
- protihrupnih oblog,
- protihrupnih gabionov,
- PHK v kombinaciji z vegetacijo.

Naprave in ureditve za zaščito pred hrupom skladno z Zakonom o cestah (ZCes-2) sodijo med cestne naprave in druge ureditve. Skladno z Zakonom o železniškem prometu (ZZeIP) so protihrupne ograje sestavni del javne železniške infrastrukture.

1.2 Namen tehnične specifikacije

Tehnična specifikacija »Projektiranje PHK na prometnicah in premostitvenih ter drugih objektih« poleg tipov PHK določa tudi minimalne pogoje za projektiranje PHK in njenih gradnikov.

Namen tehnične specifikacije je zagotoviti kakovostne, učinkovite ter trajne rešitve pri načrtovanju, gradnji in vzdrževanju PHK na prometnicah in premostitvenih ter drugih objektih v Republiki Sloveniji.

1.3 Uporaba tehnične specifikacije

Ta tehnična specifikacija se uporabi za:

- projektiranje PHK v sklopu projektiranja novih in obnove obstoječih prometnic in premostitvenih ter drugih objektov ter
- projektiranje PHK na obstoječih prometnicah in premostitvenih ter drugih objektih kot samostojen projekt.

1.4 Omejitev uporabe tehnične specifikacije

Tehnična specifikacija ne obravnava načinov in pogojev za projektiranje:

- ukrepov zmanjšanja vplivov hrupa na varovane prostore stavb (pasivna zaščita),
- tišjih asfaltov,
- naravnih nasipov in vkopnih brežin ter armiranih nasipov,
- gabionov brez zvočnih lastnosti,

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

- gradbenih ali geotehničnih konstrukcij, ki nimajo statusa PHK, jih pa študija hrupa upošteva kot oviro pri širjenju hrupa,
- PHK ob železniških progah, ki so namenjene vožnji vlakov z visokimi hitrostmi (nad 160 km/h),
- protihrupnih ukrepov na dilatacijah premostitvenih objektov,
- protihrupnih ukrepov na železniških tirih in tirnih napravah,
- protihrupnih ukrepov na jeklenih železniških mostovih.

»Vsebine te TSPI ni mogoče tolmačiti in izvajati na takšen način, ki bi preprečeval ali pogojeval ustrezno uporabo gradbenih proizvodov, danih v promet v skladu z zahtevami Zakona o gradbenih proizvodih.«

2 Pomen izrazov

V predmetni tehnični specifikaciji imajo uporabljeni strokovni izrazi naslednji pomen:

Absorpcijski protihrupni panel (absorption noise panel, absorptions Lärmschutzpaneel) je panel, ki ima lastnost zvočne izolirnosti in zvočne absorpcije.

Aktivna protihrupna zaščita (active noise control, aktive Lärmschutz) je ukrep preprečevanja širjenja hrupa v okolje iz vira hrupa.

Emisija hrupa (noise emission, Lärmemission) je zvočna moč, ki jo oddaja vir hrupa v okolje (učinek oddane energije na okolje).

Hitrost plußenja (plowing speed, Pfluggeschwindigkeit) je hitrost naprave za plußenje snega, ko pelje mimo PHK.

Hrup (noise, Lärm) je vsak zvok, ki v naravnem in življenjskem okolju vzbuja nemir, moti človeka in škodi njegovemu zdravju ali počutju ali škodljivo vpliva na okolje.

Javna cesta (public road, öffentliche Strasse) je cesta, ki jo država ali občina v skladu z merili za kategorizacijo javnih cest razglasi za javno cesto določene kategorije, ki jo lahko vsak prosto uporablja na način in pod pogoji, določenimi z zakonom in drugimi predpisi.

Javna železniška infrastruktura (public railway infrastructure, öffentliche Eisenbahninfrastruktur) so objekti in naprave, potrebni za nemoteno odvijanje javnega železniškega prometa in pripadajoča zemljišča, ki funkcionalno služijo njihovi namenski rabi.

Neabsorpcijski protihrupni panel (non-absorption noise panel, nicht-absorptions Lärmschutzpaneel) je panel, ki ima zgolj lastnost zvočne izolirnosti.

Parapetna greda (concrete panel, Betonsockel) je armirano betonski prehodni element med terenom oziroma temeljno podlago ter protihrupnimi paneli.

Premostitveni in drugi objekti (cestni ali železniški objekti) (bridging and other structures (road or railway structures), Überführungs- und andere Bauwerke (Straßen- oder Eisenbahnbauwerke).) so mostovi, viadukti, podvozi, nadvozi, podhodi in nadhodi, predori, galerije, podporne in oporne konstrukcije ter prepusti.

Prometna stran protihrupne konstrukcije (traffic side of the noise barrier, Verkehrsseite der Lärmschutzkonstruktion) je stran, ki je orientirana proti prometnici.

Prometnica (traffic route, Verkehrsstraße) je javna cesta ali železniška proga, ki predstavlja linijski vir hrupa.

Protihrupna konstrukcija (noise control structure, Lärmschutzkonstruktion) je konstrukcija, namenjena preprečevanju širjenja hrupa v okolje iz vira hrupa.

Protihrupna konstrukcija v kombinaciji z vegetacijo (noise barrier combined with vegetation, Lärmschutzkonstruktion in Kombination mit Vegetation) je konstrukcija, sestavljena iz ustrezno utrjenih nasutij in rastnih substratov, ki omogočajo izvedbo ozelenitve.

Protihrupni gabion (Noise wire basket, Lärmschutz Drahtschotterkorb) je mrežna košara, polnjena s kamnitim materialom ter vmesnim slojem, ki zagotavlja lastnost zvočne izolirnosti in/ali zvočne absorpcije.

Protihrupni nasip (noise embankment, Lärmschutzdamm) je konstrukcija, ki sestoji iz zemljine in drugih ustreznih materialov.

Protihrupna obloga (noise embankment, Lärmschutzbelag) je konstrukcija, ki se namešča na objekte (stene, oporni zidovi, predori ipd.) in preprečuje odboj hrupa oz. ima lastnost zvočne absorpcije.

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

Protihrupna ograja (noise barrier, Lärmschutzwand) je konstrukcija, ki je sestavljena iz temeljne konstrukcije in montažne nadgradnje.

Protihrupni panel (noise barrier, lärmschutzwand) je element, ki ima lastnost zvočne izolirnosti, lahko pa tudi lastnost zvočne absorpcije, in je certificiran skladno s SIST EN 14388.

Vir hrupa (noise source, Lärmquelle) je objekt ali naprava, katere uporaba ali obratovanje povzroča v okolju stalen ali občasen hrup (npr. cesta, motorno vozilo, železniška proga, vlak...).

Vzdrževalna dela v javno korist (maintenance work for the public good, Instandhaltungsarbeiten im öffentlichen Interesse) je izvedba takšnih vzdrževalnih in drugih del, za katere je v posebnem zakonu ali predpisu, izdanem na podlagi takšnega posebnega zakona, določeno, da se za zagotavljanje opravljanja določene vrste gospodarske javne službe lahko spremeni tudi zmogljivost objekta in z njo povezana velikost objekta.

Zaledna stran protihrupne konstrukcije (back side of the noise barrier, Rückseite der Lärmschutzkonstruktion) je stran, ki je orientirana stran od prometnice.

Zelena stena (green wall, grüne Wand) je konstrukcija, sestavljena iz temeljne in nosilne konstrukcije ter vmesnega polnila iz substrata (zemljine).

V predmetni tehnični specifikaciji imajo uporabljene kratice naslednji pomen:

AB	armiran beton
ALU	aluminij
BVO	betonska varnostna ograja
FE	fotonapetostna elektrarna
IDR	idejna rešitev
INID	izvedbeni načrt izvedenih del
IZN	izvedbeni načrt
JVO	jeklena varnostna ograja
JŽI	javna železniška infrastruktura
PG	parapetna greda
PHK	protihrupna konstrukcija
PHO	protihrupna ograja
PHN	protihrupni nasip
PHZ	protihrupna zaščita
PV	fotonapetostna celica
PID	projekt izvedenih del
PZI	projekt za izvedbo gradnje
TSC	tehnična specifikacija za javne ceste
TSPI	tehnična specifikacija za prometno infrastrukturo

3 Projektna dokumentacija

3.1 Splošno

Izvedba PHK je lahko:

- v sklopu projekta novogradnje prometnice (gradbeno dovoljenje je potrebno; načrt PHK je del projekta novogradnje prometnice);
- v sklopu projekta obnove obstoječe prometnice (VDJK; načrt PHK je del projekta obnove prometnice)
- kot samostojen projekt na obstoječi prometnici (VDJK; samostojni projekt).

Ne glede na način izvedbe PHK se izdelava naslednje faze projektne dokumentacije:

- faza izdelave projektne dokumentacije za izbiro variante – faza idejnih rešitev,
- faza izdelave projektne dokumentacije za izvedbo – faza projekta za izvedbo (PZI/IZN),
- faza izdelave projektne dokumentacije izvedenih del – faza projekta izvedenih del (PID/INID).

Upravljavca oziroma investitor prometnice pripravi projektno nalogo za izdelavo projektne dokumentacije za gradnjo PHK na podlagi predhodno izdelane študije hrupa s predlogom protihrupnih ukrepov (obseg aktivne protihrupne zaščite). V projektni nalogi se podajo usmeritve in predpise boljše vsebine projektne dokumentacije. Če je izvedba PHK predvidena kot VDJK mora projektna naloga vsebovati obvezno vsebino, določeno v Pravilniku za izvedbo investicijskih vzdrževalnih del in VDJK na javnih cestah oz. v Pravilniku o pogojih in postopku za začetek, izvajanje in dokončanje tekočega in investicijskega vzdrževanja ter vzdrževalnih del v javno korist na področju železniške infrastrukture.

V primeru zahtevnejših projektov je smiselno, da upravljavca oziroma investitor prometnice razpiše ločena razpisa za fazo idejnih rešitev in fazo PZI/IZN, saj se šele v fazi idejnih rešitev pridobijo vsi potrebni podatki, da se natančneje določi potrebna dela za izvedbo faze PZI/IZN.

V nadaljevanju je podana okvirna vsebina projektne dokumentacije po posamezni fazi.

3.2 Faza idejnih rešitev

Faza idejnih rešitev je namenjena preučitvi in izbiri optimalne variante PHK. Izbrano varianto PHK potrdi naročnik.

V fazi idejnih rešitev se izdelava študija oblikovanja. Postopek oblikovanja PHK je boljše opisano v poglavju 7.4 Izgled PHK.

Idejne rešitve PHK (s študijo oblikovanja in oceno stroškov) naj vsebujejo:

- splošni del,
- tehnični del: projektna izhodišča in zahteve, opis trase in PHK, fotografije obstoječega stanja, izvlečki izdelanih strokovnih gradiv (študija hrupa, geomehanske raziskave s poročilom in podanimi pogoji za temeljenje, druga strokovna gradiva po potrebi, glede na obravnavano območje), povzetek študije oblikovanja PHK v variantah (z vizualizacijo), ocena stroškov posameznih variant PHK, zaključek z navedbo in utemeljitvijo izbrane variante PHK ter

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

- grafični del (pregledna situacija, situacija PHK s katastrom, zbirnik komunalnih vodov, karakteristični prečni prerezi, tipični pogledi).

Če je izvedba PHK predvidena kot samostojen projekt, se izdela projektna dokumentacija za pridobitev projektnih pogojev in pridobi projektne pogoje. V fazi idejnih rešitev se izdela tudi vse potrebne strokovne podlage glede na obravnavano območje, kot npr.: geološko geotehnični elaborat s pogoji temeljenja, geodetski načrt, hidrološko hidravlična študija, poročilo o stanju premostitvenih objektov, poročilo o preiskavah materiala konstrukcije objektov, poročilo o ustreznosti konstrukcijskih elementov objektov za prevzem dodatnih obremenitev zaradi postavitve PHO idr.

Posamezni načrti vsebujejo obrazce, tehnično poročilo in tehnične prikaze, skladno z veljavnim Pravilnikom o projektni in drugi dokumentaciji ter obrazcih pri graditvi objektov.

3.3 Faza za izvedbo gradnje (PZI/IZN)

Načrt gradbenih konstrukcij za aktivno protihrupno zaščito PZI/IZN se izdela za izbrano varianto PHK iz faze idejnih rešitev.

Načrt aktivne protihrupne zaščite naj vsebuje:

- splošni del,
- tehnični del: opis obstoječega stanja, opis mehanskih lastnosti tal oziroma povzetek geološko geomehanskega poročila, opis trase in elementov PHK: temeljna konstrukcija, montažna nadgradnja, oblikovanje PHK za izbrano varianto iz faze idejnih rešitev, tehnologija izvedbe, načini kontrole vgrajenih materialov, statični izračun, zakoličbene točke, popis del s projektantskim predračunom,
- grafični del: pregledna situacija, gradbena situacija, zbirna karta komunalnih vodov (obstoječih in novih), karakteristični prečni prerezi, vzdolžni pogledi, prečni prerezi, detajli: detajl in armaturni načrt AB temeljev, detajl in armaturni načrt AB parapetnih gred, detajl stebrov, detajl protihrupnih panelov, detajl zaključnih strešic, detajl izhodov v sili, prehodov za vzdrževalce, detajl ozemljitve, detajl križanj s komunalnimi vodi itd.

Če je izvedba PHK predvidena kot samostojen projekt, naj projektna dokumentacija PZI/IZN vsebuje tudi načrte in elaborate za ostale potrebne ukrepe v sklopu izvedbe PHK: načrt s področja gradbeništva: načrt novogradnje/obnove premostitvenih in drugih objektov, načrt novogradnje/zaščite/prestavitve meteorne kanalizacije, načrt zaščite/prestavitve fekalne kanalizacije, načrt portalne/polportalne konstrukcije, načrt sanacije/novih temeljev drogov in sider vozne mreže (ob železnici); načrt s področja elektrotehnike: načrt zaščite/prestavitve elektroenergetskih vodov, telekomunikacijskih vodov, cestne razsvetljave, signalno-varnostnih in telekomunikacijskih vodov in naprav, načrt ozemljitve PHK; načrt s področja strojništva: načrt zaščite/prestavitve vodovoda, plinovoda; geološko geotehnični elaborat s pogoji temeljenja, geodetski načrt, načrt vodenja in zavarovanja prometa v času gradnje, elaborat tehnologije prometa v času gradnje, načrt prometne opreme in signalizacije, načrt krajinske ureditve oziroma zasaditve PHK, druga gradiva, načrti, elaborati: novelacija študije obremenitve s hrupom s predlogom protihrupne zaščite, hidrološko hidravlična študija s kartami poplavnih nevarnosti, poročilo o stanju premostitvenih objektov, poročilo o preiskavah materiala konstrukcije objektov, poročilo o ustreznosti konstrukcijskih elementov objektov za prevzem dodatnih obremenitev zaradi postavitve PHK, katastrski elaborat, načrt gospodarjenja z gradbenimi odpadki, elaborat preprečevanja in zmanjšanja emisije delcev iz gradbišč,

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

elaborat ureditve gradbišča, varnostni načrt, elaborat tehnologije izvajanja del, elaborat določitve optimalnega izvedbenega roka, elaborat postopnega vključevanja v obratovanje.

Posamezni načrti vsebujejo obrazce, tehnično poročilo in tehnične prikaze, skladno s Pravilnikom o projektni in drugi dokumentaciji ter obrazcih pri graditvi objektov.

Pri izdelavi PZI/IZN se upošteva veljavni Pravilnik za izvedbo investicijskih vzdrževalnih del in vzdrževalnih del v javno korist na javnih cestah oz. Pravilnik o pogojih in postopku za začetek, izvajanje in dokončanje tekočega in investicijskega vzdrževanja ter vzdrževalnih del v javno korist na področju železniške infrastrukture.

3.4 Faza izvedenih del (PID/INID)

Faza izvedenih del je namenjena izdelavi dokumentacije za prikaz izvedenega stanja PHK ter za evidentiranje in pripravo navodil za vzdrževanje PHK.

V tej fazi se izdelata naslednja dokumentacija:

- projektna dokumentacija izvedenih del (PID / INID),
- navodila za obratovanje in vzdrževanje PHK (NOV) ter
- dokumentacija za vpis v javne evidence: Poročilo o izvedenih delih - obrazci za vpis elementov ceste v banko cestnih podatkov (BCP), Elaborat za vpis v zbirni kataster gospodarske javne infrastrukture (GJI).

Dokumentacija NOV se izdelata skladno z zahtevami iz TSPI za vzdrževanje PHK (TSPI-V).

Dokumentacija za vpis v uradne evidence se izdelata skladno z zahtevami iz TSPI za gradnjo (TSPI-G) oziroma skladno z navodili za izdelavo posamezne dokumentacije.

4 Tipi protihrupnih konstrukcij

4.1 Uvod

Poglavje predstavlja osnovne tipe in lastnosti PHK, ki se jih uporablja za preprečevanje širjenja hrupa s prometnic v okolje.

Lokacijo, gabarite in zvočne lastnosti PHK določi študija hrupa. PHK morajo zagotavljati zvočno izolirnost najmanj 25 dB. PHK lahko potekajo po terenu ali preko premostitvenih ter drugih objektov. PHK se postavi čim bližje vira hrupa.

Osnovni tipi PHK so:

- PHO,
- posebne PHO,
- protihrupne obloge,
- protihrupni gabioni,
- PHK v kombinaciji z vegetacijo.

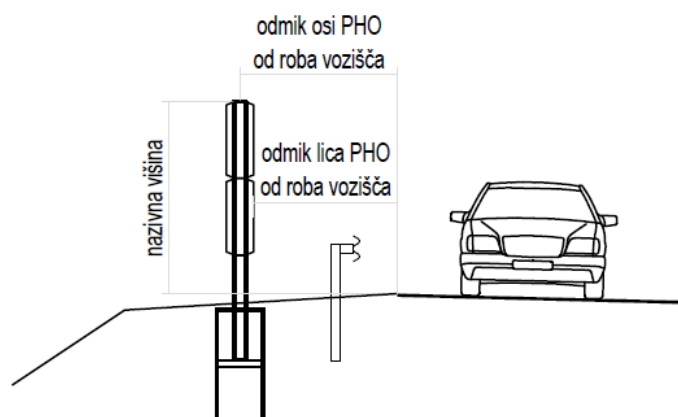
Možna je tudi izvedba različnih kombinacij osnovnih tipov PHK.

Za vse tipe PHK se po končani izvedbi opravijo in-situ meritve, s katerimi se dokazuje izpolnjevanje zahtevanih zvočnih lastnosti.

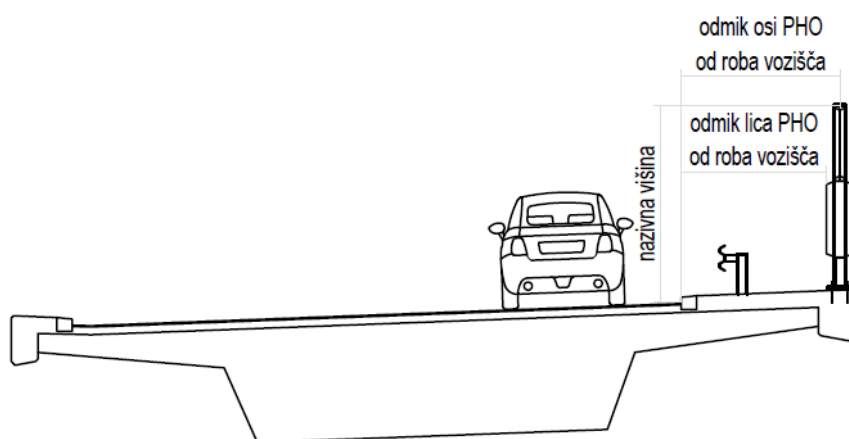
4.2 Protihrupne ograje

- PHO je PHK sestavljena iz temeljne konstrukcije in montažne nadgradnje. PHO na premostitvenih in drugih objektih je zgolj iz montažne nadgradnje.
- Temeljna konstrukcija PHO je izvedena na mestu gradnje ali montažna. Glede na globino temeljenja ločimo plitvi (točkovni ali pasovni temelj, temeljna plošča) in globoki temelj (piloti).
- Montažna nadgradnja PHO je sestavljena iz stebra, parapetne grede, protihrupnega panela ter zaključne strešice.
- Nadgradnja PHO je lahko postavljena vertikalno, od vertikale nagnjeno, usločeno ali lomljeno. Postavitev se določi glede na oblikovalske, zvočne, konstrukcijske in druge pogoje, podane za specifični prostor ob prometnici.
- Steber PHO je lahko jeklen ali betonski. Priključek stebra se izvede z vijačenjem ali zalitjem v temeljno čašo.
- Parapetna greda je prehodni element med terenom oziroma temeljno podlago in protihrupnim panelom. Običajno je armiranobetonska. Ima lastnost zvočne izolirnosti, nima pa lastnosti zvočne absorpcije.
- Protihrupni panel se izdelava iz različnih materialov oziroma kombinacij materialov (lahko tudi iz reciklirnih materialov). Glede na zvočno lastnost ločimo absorpcijski in neabsorpcijski panel. Absorpcijski panel ima lastnost zvočne izolirnosti in absorpcije. Neabsorpcijski panel ima zgolj lastnost zvočne izolirnosti.
- Zaključna strešica je zaščitni element za steber in protihrupni panel, izdelan iz različnih materialov.
- Protihrupni panel in parapetna greda morata zagotavljati zvočno izolirnost najmanj 25 dB.

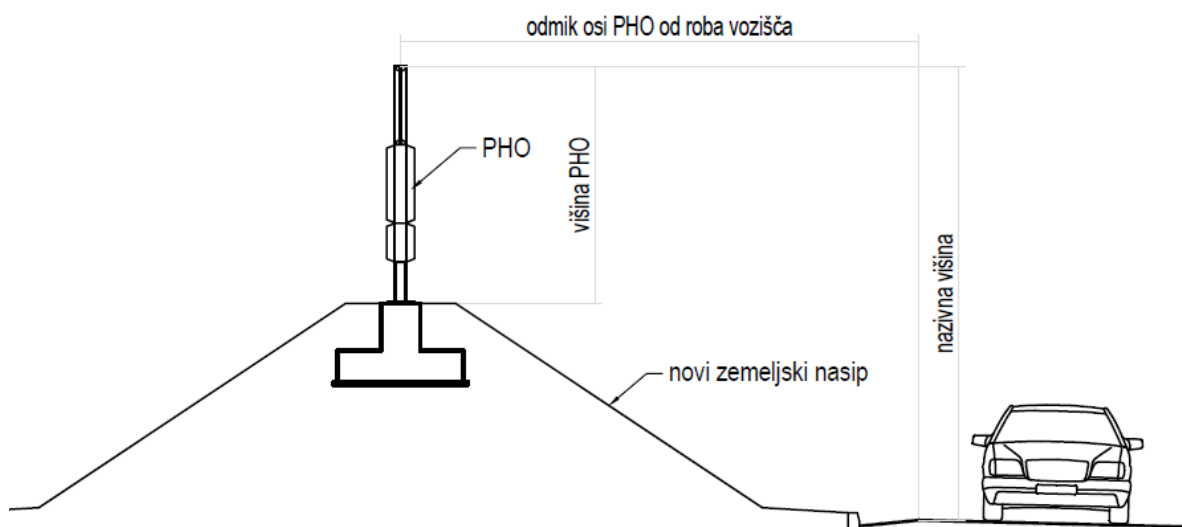
PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH



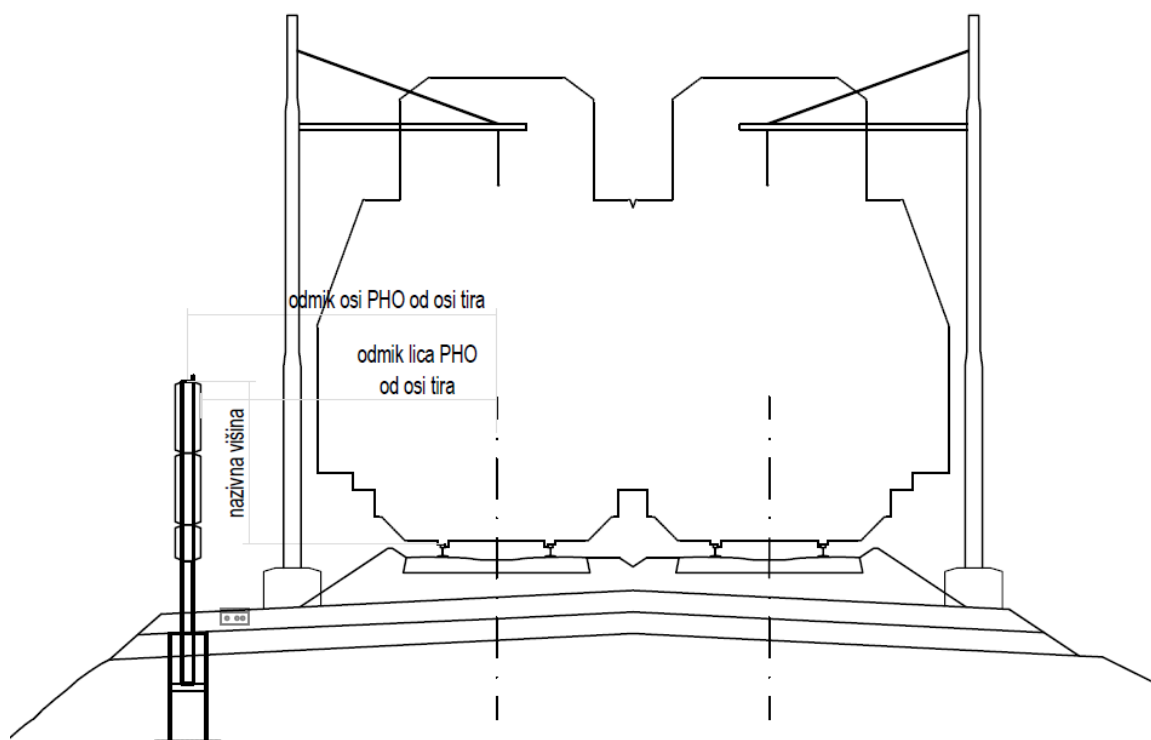
Slika 1: PHO ob cesti



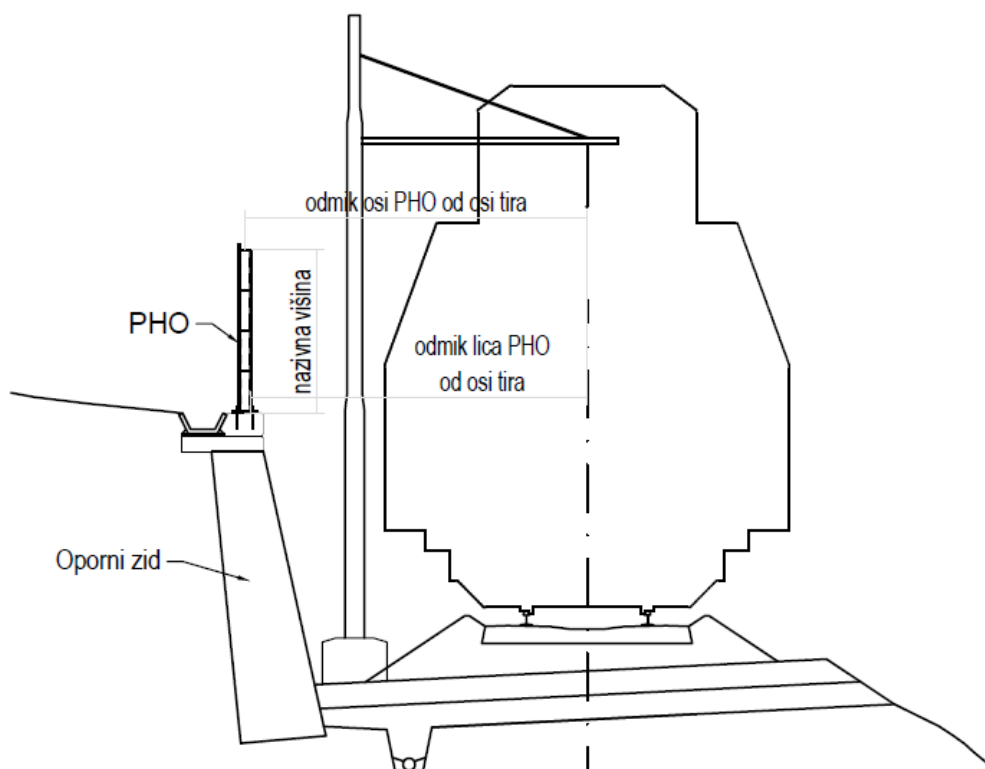
Slika 2: PHO na cestnem objektu



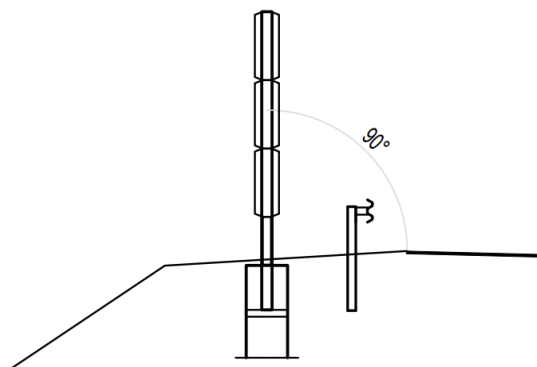
Slika 3: PHO na cestnem nasipu



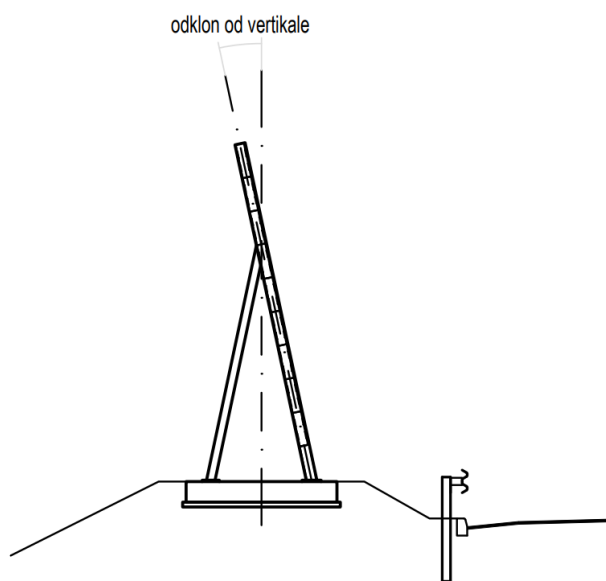
Slika 4: PHO ob železnici



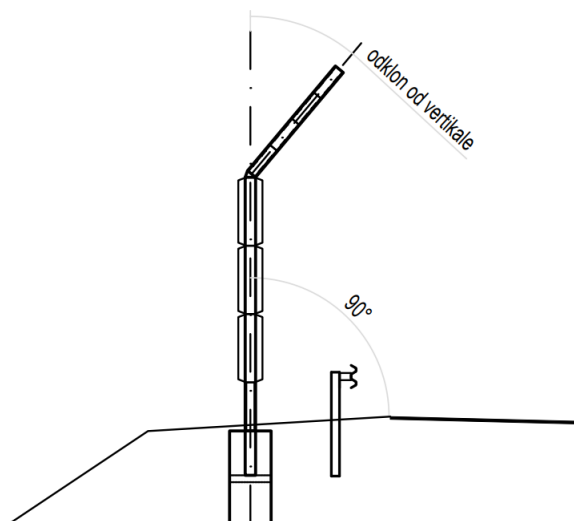
Slika 5: PHO na opornem zidu ob železnici



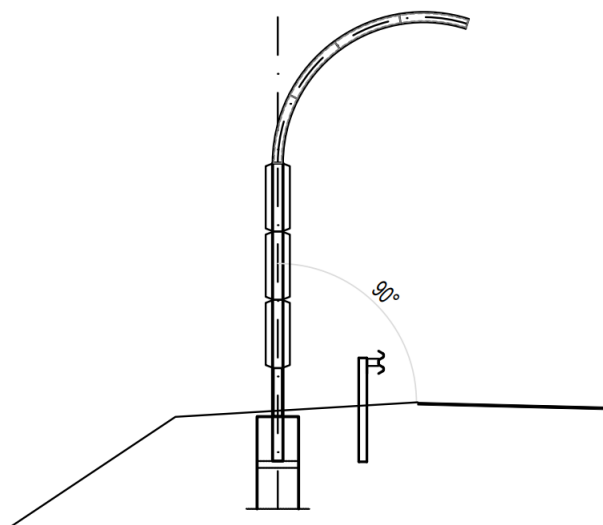
Slika 6: Vertikalna PHO



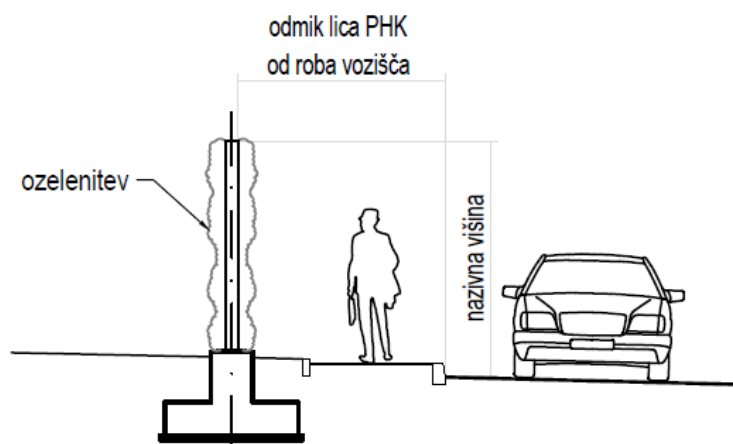
Slika 7: Nagnjena PHO



Slika 8: Lomljena PHO



Slika 9: Usločena PHO



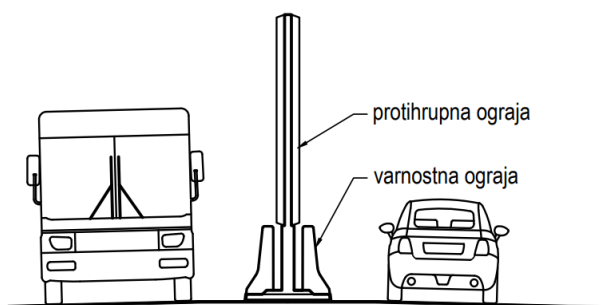
Slika 10: PHO z ozelenitvijo

Glej primere fotografij v poglavju »Priloga 1«.

4.3 Posebne protihrupne ograje

4.3.1 Protihrupna ograja z integrirano varnostno ograjo

- PHO z integrirano varnostno ograjo združuje funkcijo varnostne ograje in PHO v eni konstrukciji in mora izpolnjevati poleg zahtev teh TSPI tudi zahteve iz TSPI za varnostne ograje. Certificirana mora biti kot celovit sistem varnostne ograje za nivo zadrževanja najmanj H1.
- Prednost PHO z integrirano varnostno ograjo je v tem, da ne potrebuje temeljne konstrukcije in je prestavljiva.
- PHO z integrirano varnostno ograjo se izvaja izjemoma, ko izvedba klasične PHO ni možna.

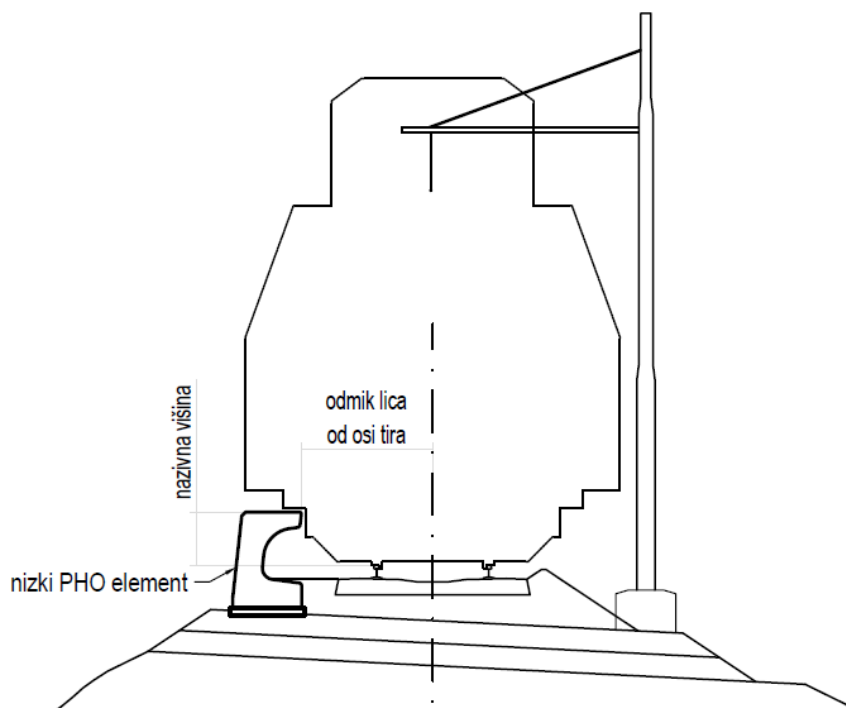


Slika 11: PHO z integrirano betonsko varnostno ograjo

Glej primere fotografij v poglavju »Priloga 1«.

4.3.2 Nizka protihrupna ograja

- Nizka PHO je posebej oblikovani element za zaščito pred hrupom, ki se postavi v neposredni bližini železniških tirov z namenom, da absorbira hrup direktno na viru hrupa. Certificirana mora biti kot celovit sistem.
- Uporaba nizkih PHO je omejena z razpoložljivim prostorom, ki ga definira prometni profil vozila.
- Prednost nizke PHO je v tem, da ne potrebuje temeljne konstrukcije, montaža je enostavna, je prestavljiva in ne zamejuje pogledov.
- Nizka PHO ima omejen učinek zaščite pred hrupom, zato se jih uporablja le v primeru, ko izvedba klasičnih PHO ni možna.
- Upravičenost in učinek izvedbe nizke PHO se preverjata s študijo hrupa.

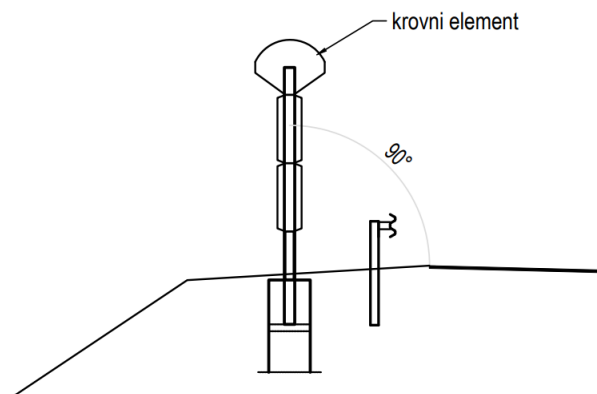


Slika 12: Primer nizke PHO

Glej primere fotografij v poglavju »Priloga 1«.

4.3.3 Krovni protihrupni element ali absorber

- Krovni protihrupni element ali absorber je element na vrhu PHO, ki s svojo specifično obliko in zvočnimi lastnostmi doseže večji protihrupni učinek PHO pri isti višini. Na vrhu PHO se zvok uklanja in ga absorber lahko prestreže.
- Zvočna lastnost krovnega protihrupnega elementa se določi po SIST EN 1793-4.
- Krovni protihrupni element mora zagotavljati zvočno izolirnost najmanj 25 dB.
- Uporabi se v primerih, ko izvedba višje klasične PHO ni možna oziroma ekonomsko upravičena.
- Upravičenost in učinek izvedbe krovnega protihrupnega elementa se preverjata s študijo hrupa.



Slika 13: Primer PHO s krovnim protihrupnim elementom ali absorberjem

Glej primere fotografij v poglavju »Priloga 1«.

4.3.4 Zidana protihrupna ograja

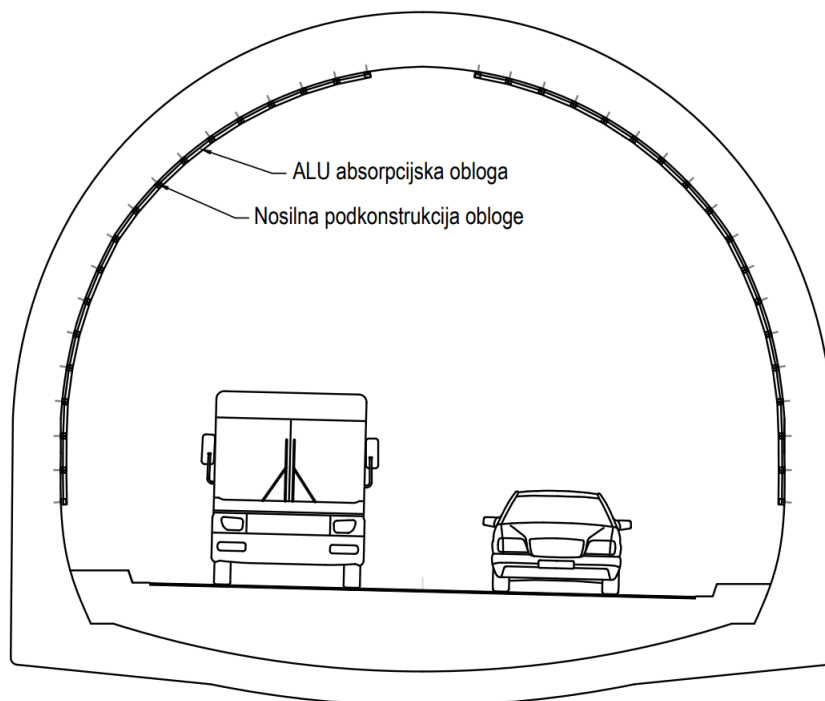
- To je zidana protihrupna ograja iz absorpcijskih zidakov.
- Zvočna lastnost zidane protihrupne ograje se določi po SIST EN 1793-4.
- Uporabi se znotraj naselij kot medsosedska oziroma parcelna ograja.
- Prednost zidane protihrupne ograje je večja prilagodljivost prostorski razgibanosti in oblikovni značilnosti urbane pozidave.

4.4 Protihrupna obloga

- Protihrupna obloga se namešča na nosilno konstrukcijo neposredno ob prometnici (npr. predori, galerije, oporno-podporne konstrukcije ...), ki ni nujno element PHK. Izvede se na lokacijah, kjer prihaja do močnih odbojev hrupa prometa.
- Protihrupna obloga je izdelana iz različnih materialov (npr. porobetona, lesocementa, kombinacije ALU elementov in vmesne absorpcijske plasti, kombinacije elementov iz umetne mase in vmesne absorpcijske plasti).
- Za oblogo predorov se lahko uporabi zgolj protihrupna obloga iz ALU elementov.
- Upravičenost in učinek izvedbe protihrupne obloge se preverjata s študijo hrupa.



Slika 14: Protihrupna obloga na opornem zidu

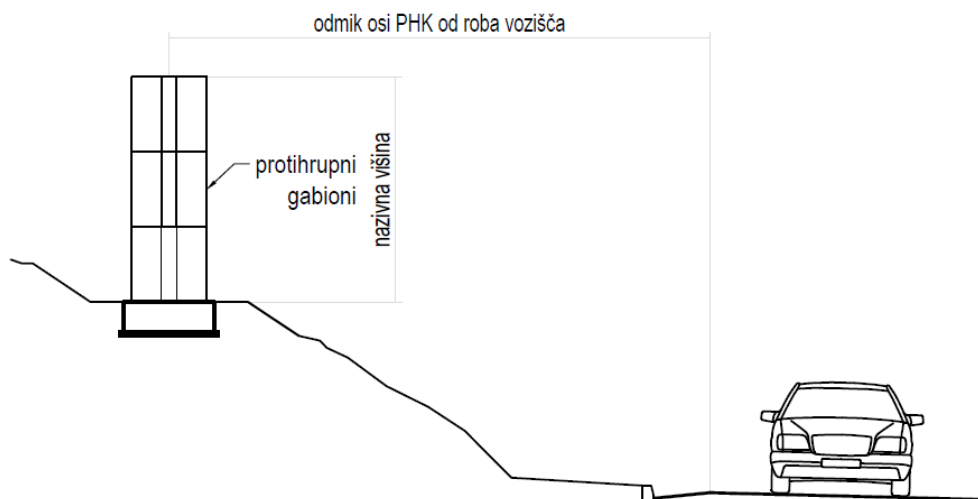


Slika 15: Protihrupna obloga v predoru

Glej primere fotografij v poglavju »Priloga 1«.

4.5 Protihrupni gabion

- Protihrupni gabion je konstrukcija, sestavljena iz kovinskih mrežnih košar, polnjenih s kamnitim materialom in sredinskim slojem, ki zagotavlja zvočno izolirnost (npr. pesek, beton) oz. zvočno izolirnost in abSORPCIJO (npr. porozna kamnina in/ali sloj kamene volne oziroma podoben absorpcijski material).
- Gabion je težnostna konstrukcija, ki pri manjših višinah ne potrebuje posebne temeljne in nosilne konstrukcije. Pri višjih in vitkih konstrukcijah je potrebna temeljna in nosilna konstrukcija.
- Protihrupni gabion je primeren za obsaditev s plezavimi rastlinami.
- Protihrupni gabion mora biti certificiran kot celovit sistem.
- Zvočna učinkovitost protihrupnega gabiona se preverja s študijo hrupa.
- Klasični gabion oziroma košara, polnjena zgolj s kamnitim materialom, ni PHK.

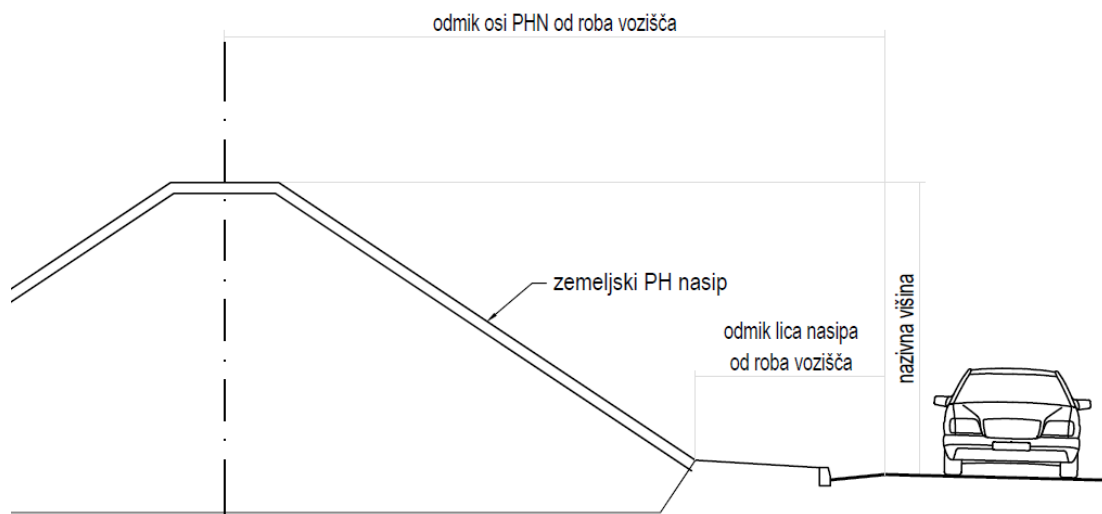


Slika 16: Protihrupni gabion s temeljno in nosilno konstrukcijo
Glej primere fotografij v poglavju »Priloga 1«.

4.6 Protihrupne konstrukcije v kombinaciji z vegetacijo

4.6.1 Protihrupni nasip z naravnimi nakloni (PHN)

- Te TSPI predpisujejo pogoje za umeščanje in oblikovanje PHN, ne predpisujejo pa geomehanskih zahtev za izvedbo PHN. PHN se izvaja skladno s standardi in pravilniki za geotehnične objekte. Za nasip se lahko predvidi tudi uporabo recikliranih materialov.
- PHN z naravnimi nakloni zahteva zelo veliko prostora, še posebej pri večjih višinah.
- PHN ima zelo dolgo življenjsko dobo in je nezahteven za vzdrževanje. Omogoča razvoj vegetacije na podlagi naravne sukcesije, zaradi česar je z leti vse bolj vključen v krajinsko zaledje.
- PHN ima zelo visoko stopnjo zvočne izolirnosti, vendar pa ima nizko stopnjo zvočne absorpcije.

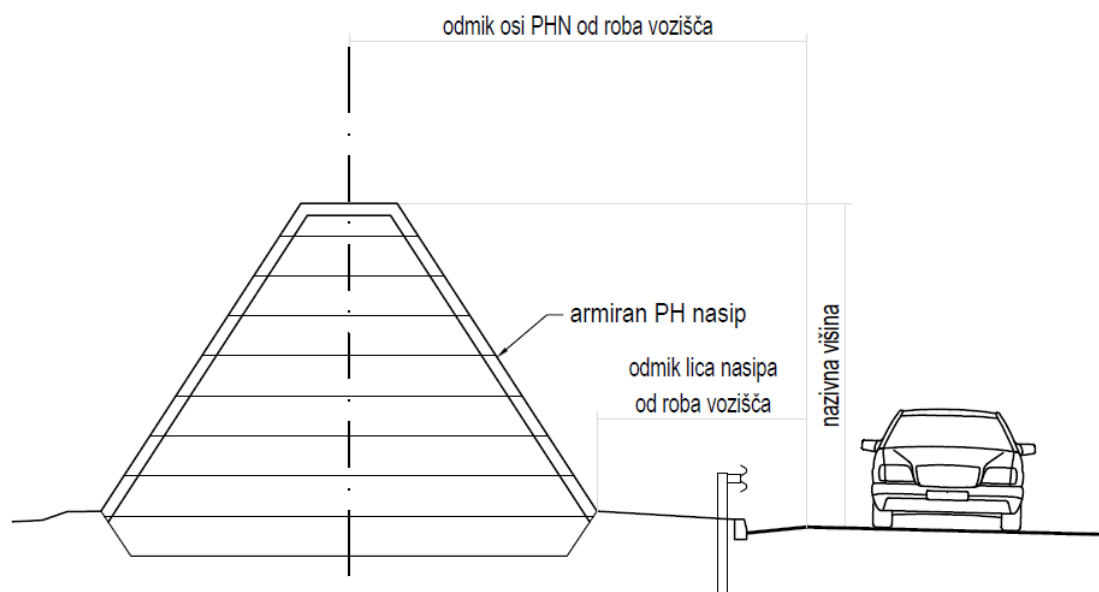


Slika 17: Protihrupni nasip

Glej primere fotografij v poglavju »Priloga 1«.

4.6.2 Protihrupni nasip z armiranimi brežinami

- Te TSPI predpisujejo pogoje za umeščanje in oblikovanje PHN z armiranim brežinami, ne predpisujejo pa geomehanskih zahtev za izvedbo. PHN z armiranimi brežinami se izvaja skladno s standardi in pravilniki za geotehnične objekte.
- Naklonski kot armirane brežine PHN je običajno do 60° in zavzame bistveno manj prostora od PHN z naravnimi nakloni brežin.
- Armirane brežine se izvaja s krivljeno armaturno mrežo, ojačitveno geomrežo ter ločilnim geotekstilom v utrjenih nasipnih plasteh iz zemljine ali mešanice zemljine in kamnine.
- PHN z armiranimi brežinami zahteva natančno izdelavo in intenzivno vzdrževanje v začetnih letih. Ko se polno obrase, ne zahteva posebej zahtevnega vzdrževanja in ima zelo dolgo življenjsko dobo.
- PHN z armiranimi brežinami ima zelo visoko stopnjo zvočne izolirnosti, vendar pa ima nizko stopnjo zvočne absorpcije.



Slika 18: Protihrupni nasip z armiranimi brežinami

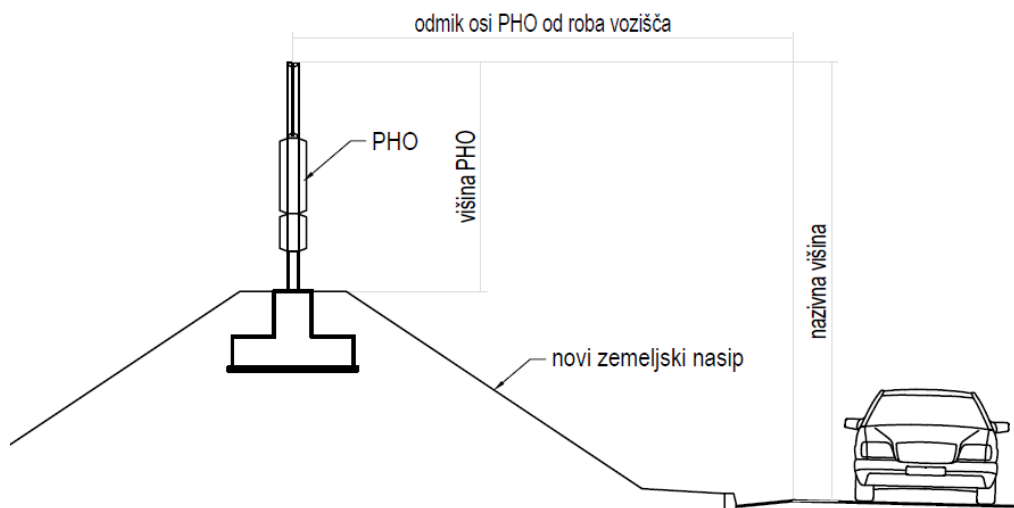
Glej primere fotografij v poglavju »Priloga 1«.

4.6.3 Protihrupni nasip v kombinaciji s protihrupno ograjo

- Te TSPI predpisujejo pogoje za umeščanje in oblikovanje PHN, ne predpisujejo pa geomehanskih zahtev za izvedbo. PHN se izvaja skladno s standardi in pravilniki za geotehnične objekte.

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

- PHN s PHO se uporabi v primeru, ko za polno višino PHN ni dovolj prostora. Učinek protihrupne zaščite tako dosežemo z izvedbo PHO na vrhu PHN z naravnimi ali armiranimi brežinami.
- Za PHO se uporabijo določila teh TSPI.



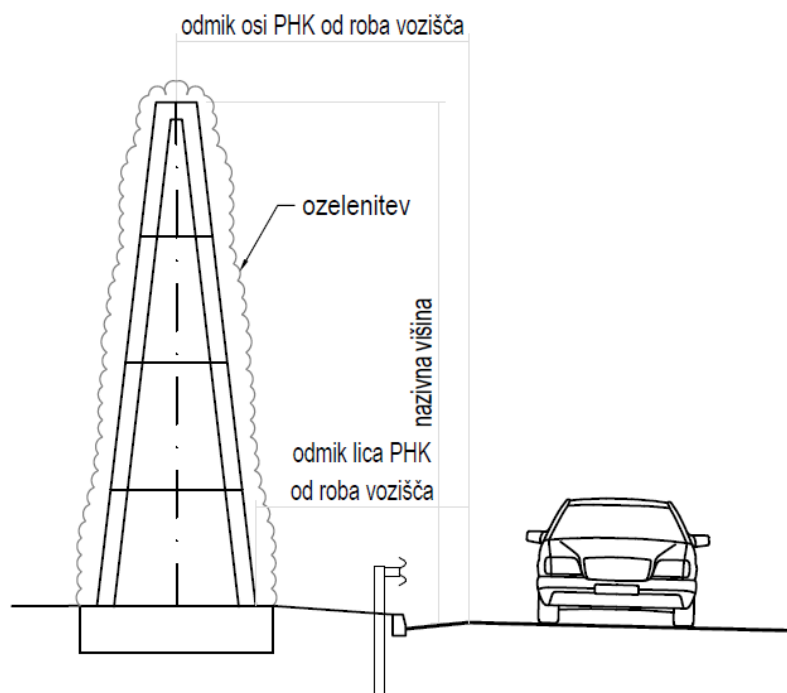
Slika 19: Protihrupni nasip z armiranimi brežinami

Glej primere fotografij v poglavju »Priloga 1«.

4.6.4 Zelena stena

- Zelena stena je konstrukcija, sestavljena iz temeljne in nosilne konstrukcije ter vmesnega polnila iz substrata (zemljine).
- Izpolnjevati mora konstrukcijske in zvočne zahteve kot veljajo za PHO.
- Zelena stena se obojestransko zasadi.
- Zelena stena potrebuje redno vzdrževanje (zalivanje).
- Zelena stena mora zagotavljati zvočno izolirnost najmanj 25 dB.

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH



Slika 20: Zelena stena

Glej primere fotografij v poglavju »Priloga 1«.

5 Elementi protihrupnih konstrukcij

5.1 Uvod

Posamezni element PHK mora izpolnjevati zahteve posameznega področnega standarda, protihrupni panel pa mora izpolnjevati zahteve harmoniziranega standarda SIST EN 14388.

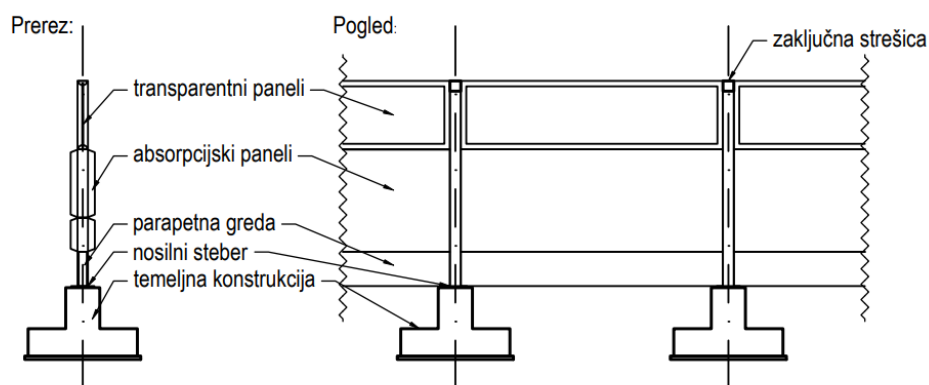
Dokazila za izpolnjevanje zahtev za protihrupni panel pripravi priglašeni laboratorij (AVCP 3) po SIST EN 14388.

PHK izvedene kot celovit objekt (nizke PHO, protihrupni gabioni, PHO z integrirano varnostno ograjo...) morajo biti skladne s standardi in certificirane kot celoten zaključen sistem.

5.2 Elementi protihrupnih ograj

PHO sestavljajo naslednji elementi:

- temeljna konstrukcija PHO in
- montažna nadgradnja PHO: stebri, parapetne grede, protihrupni paneli in zaključne strešice.



Slika 21: Elementi PHO

5.2.1 Temeljna konstrukcija protihrupnih ograj

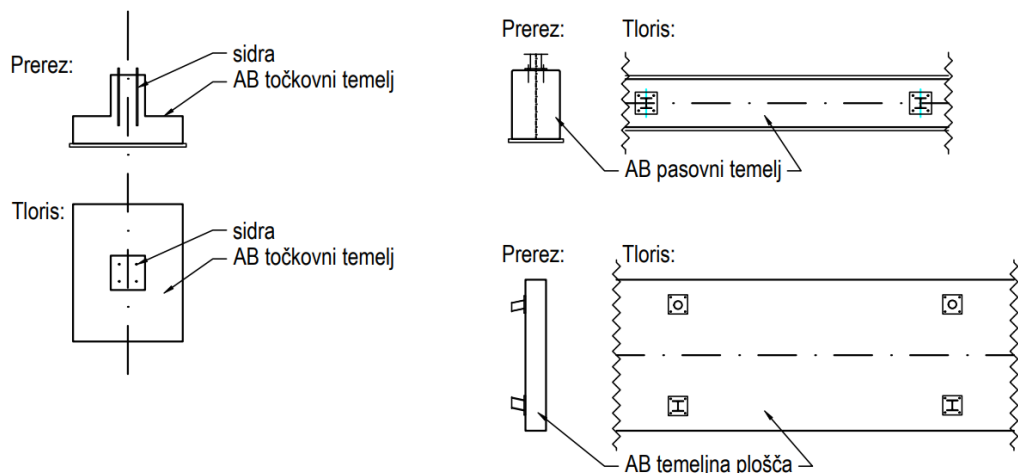
Glede na globino temeljenja ločimo plitvi (AB točkovni ali AB pasovni temelj, AB temeljna plošča oz. temelj poljubnih oblik) in globok temelj (vtisnjeni ali uvrtni ter drugi tipi pilota).

5.2.1.1 Plitvi temelj

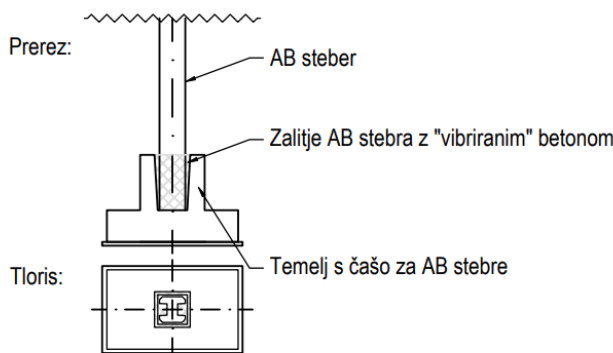
- Plitvi temelj je AB točkovni ali AB pasovni temelj, AB temeljna plošča oz. AB temelj poljubnih oblik. Lahko je izdelan na mestu vgradnje ali montažni. Izvede se na podložni beton. Montažni temelj mora zadoščati zahtevam SIST EN 14991 in biti označen s CE znakom ter mora imeti Izjavo o lastnostih.
- Temeljna tla morajo imeti potrebno stopnjo zbitosti temeljnih tal v odvisnosti od lastnosti zemljine in pričakovane obtežbe.
- Kvaliteta podložnega betona in betona temelja se določi po SIST EN 206 ter SIST 1026, kvaliteta armature po slovenskem tehničnem soglasju, zaščitna plast betona ter vidna površina in izvedbeni razred pa po SIST EN 13670.

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

- Dno AB temelja mora biti izven vplivov območja zmrzovanja temeljnih tal. Globina zmrzovanja se privzame po TSC 06.512. oziroma se v načrtu določijo ukrepi, ki izničijo vplive zmrzovanja.
- Vidni robovi morajo biti posneti, dimenzij najmanj 15/15 mm.
- Pozicije delovnih in dilatacijskih stikov morajo biti usklajene s pozicijo stebrov.
- Za priključevanja stebra mora imeti temelj izvedeno temeljno čašo, predhodno vgrajena sidra oziroma mora biti pripravljen za naknadno vgradnjo kemičnih sider.



Slika 22: Tipi plitvih temeljev



Slika 23: Temelj s čašo

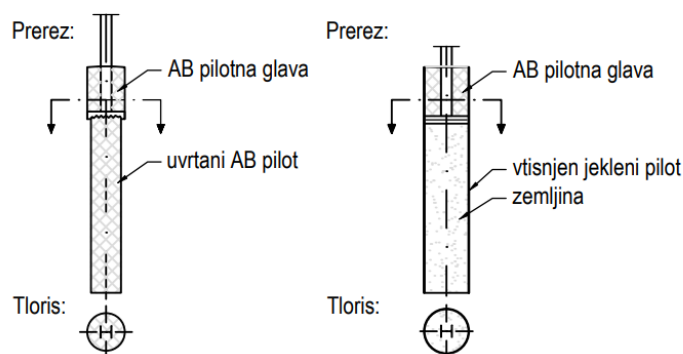
5.2.1.2 Globok temelj

- Globok temelj je lahko vtisnjen pilot iz jeklene cevi ali AB uvtani oziroma drugi pilot. Za globok temelj je potreben manjši poseg v telo prometnice. Izvaja se na območjih, kjer ni obstoječih podzemnih komunalnih vodov.
- Vtisnjen pilot iz jeklene cevi različnih premerov se izvaja, kjer so temeljna tla primernih lastnosti za vtiskovanje cevi ter zagotovljena ustrezna podlaga za prevzem obremenitev (2. ali 3. kategorija zemljine). Vtiskanje pilota se izvaja z ustrezno mehanizacijo (bager z nastavkom za vibracijsko vtiskovanje). V načrtu se določijo dolžina, premer, debelina

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

in globina vtiskanja jeklene cevi ter globina AB pilotne glave in globina vpetosti stebra v AB pilotno glavo. Glej poglavje 8 Mehanska odpornost in stabilnost.

- AB uvrtni pilot se izvaja, kjer je temeljna podlaga trša (3. ali 4. kategorija zemljine/mehke kamnine). Za izvedbo se uporablja vrtna garnitura, za katero se zagotovi utrjen delovni plato. Kvaliteta betona se določi po SIST EN 206 ter SIST 1026, kvaliteta armature po slovenskem tehničnem soglasju, zaščitna plast betona ter vidna površina in izvedbeni razred pa po SIST EN 13670.
- Priključek stebra pri temeljenju s pilotom se izvaja z zalivanjem AB stebra v temeljno čašo AB pilotne glave. Kvaliteta betona se določi po SIST EN 206 ter SIST 1026.



Slika 24: Uvrtni in vtisnjen pilot

5.2.2 Steber protihrupne ograje

5.2.2.1 Jekleni steber

Splošne zahteve:

- Za jeklen steber se uporabljajo vroče valjani jekleni profili po SIST EN 10365. Predpisan profil stebra zaradi zadostnega vpetja panelov je najmanj HE(A, B, M) 160.
- Osna razdalja med stebri znaša 2,0 m, 3,0 m, 4,0 m, 5,0 m ali 6,0 m. Na premostitvenih objektih je razdalja med stebri omejena na največ 2,0 m.
- Za namen premeščanja mora imeti steber na zgornjem delu izvrtino premera najmanj 30 mm. Poleg tega mora za namen varovanja panelov pred izpadom na objektih imeti steber na spodnjem delu izvrtino premera najmanj 20 mm.
- Kvaliteta jekla za steber in privarjene dele se določi v skladu s statičnimi zahtevami po SIST EN 1993-1-10. Za vse dele stebra se uporabi kvaliteta jekla najmanj S235JR.
- Pri določanju izvedbenih razredov se upoštevajo določila poglavja 8 Mehanska odpornost in stabilnost PHK.

Protikorozijska zaščita

- Protikorozijska zaščita jeklenega stebra, vključno s privarjenimi deli, se izvaja z vročim cinkanjem po SIST EN 1461 in mora znašati minimalno 80 µm.
- Za izboljšanje protikorozijske zaščite oziroma iz oblikovalskih razlogov se lahko izbere sistem protikorozijske zaščite iz vročega cinkanja in barvnega premaza.
- Morebitne poškodbe na prevleki iz cinka se popravi na način, da se razkrita jeklena površina preplasti s slojem premaza v obliki cinkovega prahu debeline najmanj 100 µm,

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

po SIST EN 1461. Poškodbe v plasteh barvnega premaza se s čopičem točkovno popravijo.

- Za preprečitev galvanske korozije morajo biti kovine na stičnih mestih med seboj električno prekinjene (npr. profili iz gume, umetne mase, specialni premazi...).

Priključek stebra

- Priključek stebra na betonsko podlago se izvede z vijačenjem preko predhodno vgrajenega sidra ali naknadno vgrajenega kemičnega sidra oziroma z zalivanjem stebra v temeljno čašo.
- Konstrukcijska določitev priključka je opisana v poglavju 8 Mehanska odpornost in stabilnost PHK.
- Steber se vijači preko priključne pločevine, varjene na steber z zvarom širine najmanj 4 mm.
- Pod priključno pločevino se po celotni površini izvede vodoneprepusten in zmrzlinško odporen izravnalni sloj iz neskrčljive polimercementne malte v debelini od 5 mm do 20 mm.
- Sidro mora biti nerjavno kvalitete A4 ali vroče cinkano kvalitete najmanj 5.8. Galvansko cinkano sidro ni dovoljeno.
- Nosilnost naknadno vgrajenega kemičnega sidra je potrebno kontrolirati skladno z določili poglavja 8 ter določili TSPI za gradnjo PHK.
- Uporabljena mora biti minimalna prenapetostna sila skladno z navodili dobavitelja sistema sidranja.
- Naknadno vgrajeno kemično sidro mora biti obstojno na zmrzal in soli, imeti mora Evropsko tehnično oceno in CE oznako. Izvrtina mora biti zapolnjena na način, da je trajno neprepustna za vodo oziroma skladna z navodili proizvajalca kemičnih sider.
- Vsi vijačeni spoji morajo biti zavarovani proti odvitju.
- Preostanek sidra nad matico mora biti najmanj dolžine 1,5 x prerez sidra.
- Za zalivanje stebra v temeljno čašo se uporabi nekrčljiv in zmrzlinško odporen material. Čaša mora biti zapolnjena na način, da je trajno neprepustna za vodo. Zalita površina mora biti nagnjena stran od stebra. Material za zalivanje stebrov se določi v načrtu. Zahtevana je uporaba certificiranih materialov za zalivanje.

5.2.2.2 Betonski steber

- AB montažni steber mora biti skladen s SIST EN 13225, označen s CE znakom in mora imeti izjavo o lastnostih.
- Kvaliteta betona se določi po SIST EN 206 ter SIST 1026, kvaliteta armature po slovenskem tehničnem soglasju, zaščitna plast betona ter vidna površina in izvedbeni razred pa po SIST EN 13670.
- Vidni robovi morajo biti posneti, dimenzij najmanj 15/15 mm.
- Za zalivanje AB stebra v temeljno čašo se uporabi nekrčljiv in zmrzlinško odporen material. Čaša mora biti zapolnjena na način, da je trajno neprepustna za vodo. Zalita površina mora biti nagnjena stran od stebra. Material za zalivanje stebrov se določi v načrtu. Zahteva se uporaba certificiranih materialov za zalivanje.

5.2.3 Protihrupni panel in parapetna greda

5.2.3.1 Splošno

- Protihrupni panel mora biti označen s CE oznako po SIST EN 14388.
- Parapetna greda mora biti označena s CE oznako po SIST EN 14992.
- Dimenzija protihrupnega panela in parapetne grede mora biti prilagojena profilu stebra in standardni osni razdalji med stebri 2,0 m, 3,0 m, 4,0 m, 5,0 m oziroma 6,0 m.
- Vertikalna rega med površino protihrupnega panela oziroma parapetne grede in pasnico stebra je lahko največ 15 mm.
- Parapetna greda in protihrupni panel mora na pasnico stebra obojestransko nalegati v širini najmanj 4 cm.
- Prilagojena dolžina protihrupnega panela in parapetne grede odstopa od standardne dolžine in se določa s predizmero na terenu v fazi gradnje.
- Protihrupni panel mora biti konstruiran na način, da padavinska voda ne zastaja in da iz panela zlahka odteče.
- Zagotovljena mora biti visoka samočistilnost protihrupnega panela.
- Betonski element ob cestah mora biti odporen proti vplivom zmrzali in sredstev za taljenje.
- Preprečeni morajo biti vsi galvanski členi.
- Med posameznimi elementi ne sme biti nepredvidenih odprtín, ki bi zmanjšale zvočno učinkovitost PHK.
- Konstrukcijski detajl PHO mora biti takšen, da med parapetno gredo, stebrom ter podlago ni odprtín in reg oziroma morajo biti v mejah dopustnih toleranc za izvedbo in vgradnjo.
- Vsa tesnila je potrebno namestiti pred montažo posameznega protihrupnega panela oziroma parapetne grede. Zahteve za tesnila so podana v poglavju 5.2.3.9.

5.2.3.2 Dokazila o lastnostih

Protihrupni panel mora izpolnjevati predpisane zahteve za zvočne lastnosti po SIST EN 1793-1 in 2:

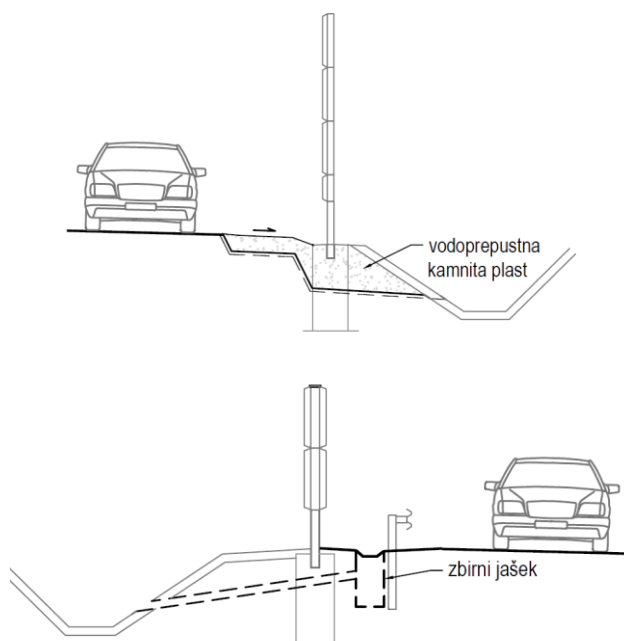
- Protihrupni panel mora izpolnjevati zahtevo za zvočno izolirnost najmanj 25 dB.
- Absorpcijski protihrupni paneli mora na prometni strani izpolnjevati zahtevo za zvočno absorpcijo najmanj 8 dB.

Protihrupni panel mora izpolnjevati predpisane mehanske lastnosti in zahteve za stabilnost po SIST EN 1794-1 ter splošne zahteve za varnost in varovanje okolja po SIST EN 1794-2:

- preskus nosilnosti pod lastno težo,
- preskus stabilnosti,
- preskus uporabnosti,
- preskus odpornosti proti staranju in koroziji,
- preskus odpornosti na udarce kamenja,
- ter v posebnih primerih preskus materialov na utrujanje.

5.2.3.3 Parapetna greda

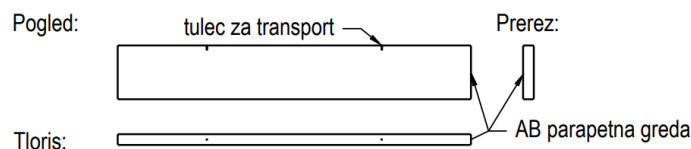
- Parapetna greda je montažni AB prehodni element med terenom oziroma temeljno podlago ter protihrupnimi panelom. Ima lastnost zvočne izolirnosti, nima pa lastnosti zvočne absorpcije.
- Kvaliteta betona parapetne grede se določi po SIST EN 206 ter SIST 1026, kvaliteta armature po slovenskem tehničnem soglasju, zaščitna plast ter vidna površina in izvedbeni razred po SIST EN 13670.
- Običajna višina parapetne grede je 50 cm. Vidna višina parapetne grede na zaledni strani naj ne presega višine 100 cm. Parapetna greda višine nad 100 cm se na zaledni strani obloži z absorpcijsko oblogo.
- Debelina parapetne grede je odvisna od zahtevane nosilnosti in znaša najmanj 12 cm.
- Vidni robovi parapetne grede morajo biti posneti, dimenzij najmanj 1/1 cm.
- Površina parapetne grede na prometni strani mora biti gladka.
- Za namen prenašanja mora biti na zgornji strani parapetne grede vgrajeni protikorozijsko zaščiteni dvižni elementi (npr. tulec za transport).
- Parapetna greda se dimenzionira glede na način naleganja in morebitne bočne pritiske.
- V primeru točkovnega naleganja parapetne grede na priključno pločevino se ta obravnava kot prosto ležeči nosilec.
- V primeru ploskovnega naleganja parapetne grede na temeljna tla se upošteva morebitne posedke.
- Odvajanje padavinske vode z bankine pod parapetno gredo se izvede z vgradnjo kamnitega drenažnega sloja. Odvodnjavanje padavinske vode z neprepustne bankine se uredi s kontrolirano odvodnjo (zbiranje padavinske vode pred PHK z navezavo na obstoječ sistem odvodnje ceste).



Slika 25: Odvodnjavanje preko drenažnega sloja (zgoraj) in s kontrolirano odvodnjo (spodaj)

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

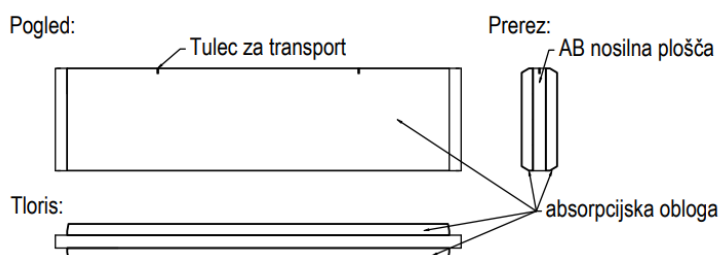
- Detajl stika priključka stebra in parapetne grede mora biti tak, da je odprtina (potrebna za temperaturno delovanje in vgradnjo) znotraj dopustnih toleranc pri izdelavi in vgradnji.
- Zahteve za vgradnjo, tesnjenje in stikovanje so določene v poglavju 5.2.3.9.



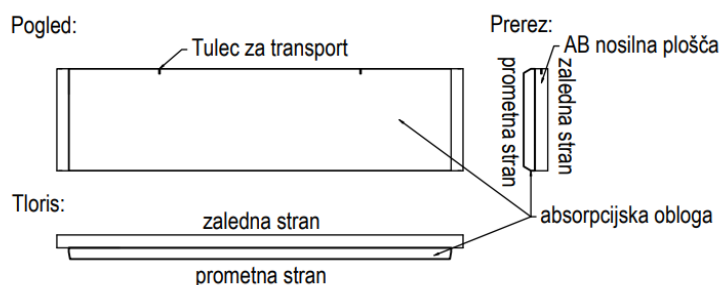
Slika 26: Tipska parapetna greda

5.2.3.4 Betonski panel

- Betonski panel je lahko absorpcijski ali neabsorpcijski.
- Absorpcijski betonski panel je sestavljen iz AB nosilne plošče in enostranske oziroma obojestranske absorpcijske obloge, izdelane iz različnih materialov, kot npr. lesocement, ekspandirana glina, porobeton, reciklirani betoni in drugi materiali itd..
- Debelina AB nosilne plošče v predelu vpetja mora znašati najmanj 12 cm. Če je iz statičnih ali konstrukcijskih razlogov potrebna močnejša AB nosilna plošča, se ustrezno oblikujejo tudi cone ležišč. Pri tem je potrebno upoštevati obtežbo v predelu ležišča.
- Če je absorpcijska obloga izvedena enostransko, se hrbtišče AB nosilne plošče izvede v reliefu (metličenje).
- Barvanje absorpcijske obloge protihrupnega panela se izvaja s pigmentiranjem.
- Za namen prenašanja morajo biti na zgornji strani AB nosilne plošče vgrajeni protikorozijsko zaščiteni dvižni elementi.
- Zahteve za vgradnjo, tesnjenje in stikovanje so določene v poglavju 5.2.3.9.



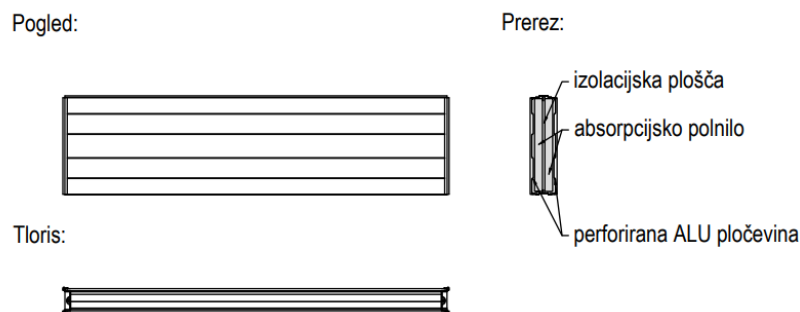
Slika 27: Tipski obojestransko absorpcijski betonski paneli



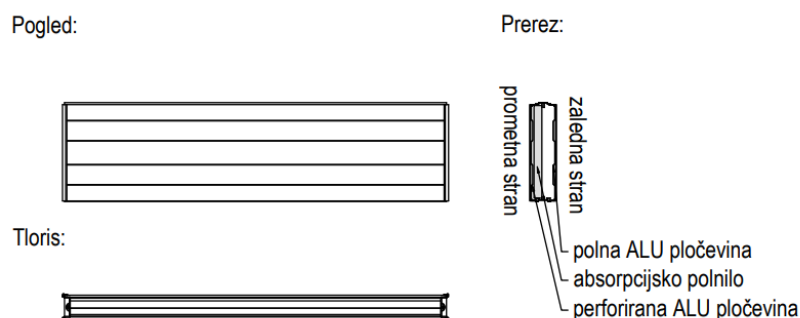
Slika 28: Tipski enostransko absorpcijski betonski paneli

5.2.3.5 Aluminijasti (ALU) panel

- ALU panel je lahko absorpcijski ali neabsorpcijski.
- Sestavni deli ALU panela morajo biti iz krivljene ALU pločevine in ekstrudiranih ALU profilov.
- ALU pločevina mora biti izdelana iz izboljšanih ALU legur (Mangan, Krom, Silicij...). Debelina ALU pločevine mora znašati najmanj 1,25 mm, površinski izgled mora biti »stucco«. Na nosilne dele panela mora biti fiksirana z ALU ali inox kovicami.
- Nosilni deli panela (spodnja in zgornja pasnica) morajo biti izdelani iz ekstrudiranih ALU profilov, oblikovanih na način, da se tvori zvočno tesen spoj pero-utor.
- Vgradnja stranskih profilov iz umetnih mas ni dopustna.
- Absorpcijsko polnilo je lahko iz mineralne volne ali primerljivega materiala in mora biti vodo nevpojno. Vstavljeno mora biti na način, da ni možna sprememba lege (posedanje) ter upogibanje materiala.
- Za zaščito zunanjih površin ALU panelov so dopustni sistemi premazov 3.6.3/1 (končni premaz v obliki žganega laka iz poliestrskega prahu SSD 60 µm) in 3.6.3/2 (vmesni premaz v obliki mokrega premaza PUR SSD 50 µm in končni premaz v obliki mokrega premaza PUR SSD 50 µm) po ZTV-ING del 4, dodatek A, z razpredelnico A.2, razdelek 3.
- Dopustna je tudi uporaba predbarvane (angleško »coil coated«) ALU pločevine skladne z zahtevami standardov SIST EN 1396 in EN 458. Debelina zunanjega premaza predbarvane pločevine je najmanj 20 µm. Notranja stran pločevine mora biti zaščitena z zaščitnim lakom debeline najmanj 5 µm.
- Zahteve za vgradnjo, tesnjenje in stikovanje so določene v poglavju 5.2.3.9.



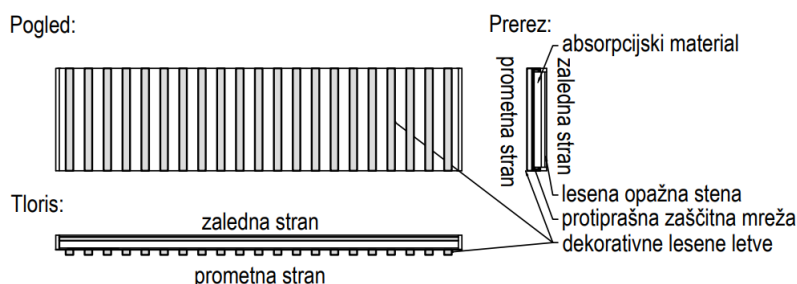
Slika 29: Tipski obojestransko absorpcijski ALU panel



Slika 30: Tipski enostransko absorpcijski ALU panel

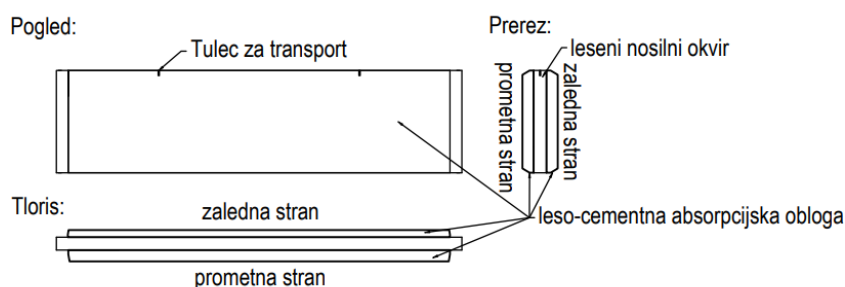
5.2.3.6 Leseni panel

- Leseni panel je lahko absorpcijski ali neabsorpcijski.
- Sestavljen je iz lesenega okvirja, opaža, absorpcijskega polnila ter dekorativnih letev.
- Uporabljen les mora biti odporen proti organskim škodljivcem (razred 1 po DIN 68364). Dopustna je uporaba macesnovega ali borovega oziroma enakovrednega lesa.
- Trdnost uporabljenega lesa mora ustrezati vsaj razredu S10 po SIST DIN 4074.
- Uporabljen les mora biti vakuumsko globinsko impregniran pod pritiskom v avtoklavih po DIN 68800 del 3. Za impregnacijo se uporabljajo netoksične soli na osnovi bakra, brez prisotnosti kroma ali arzena, ki ne sme izločati škodljivih snovi za rastline. Les se lahko obdelava samo z difuzijsko odprtimi premazi.
- Vijaki za spoje vseh delov lesenih elementov PHO morajo biti iz nerjavečega jekla (kvalitete najmanj A2). Zahtevano je predhodno vrtanje lukenj za vijake. Uporaba žebeljev in sponk je dopustna izključno kot začasna pomoč pri izdelavi.
- Absorpcijsko polnilo je lahko iz mineralne volne ali primerljivega materiala, ki je podprto z lesenimi letvami in zaščiteno pred zunanjimi vplivi (stekleni voal, zaščitna mreža).
- Leseni panel mora biti na zgornjem robu dodatno zaščiten z zaključno strešico.
- Izogibati se je potrebno lesenim spojem, režam in vodoravnim površinam, v ali na katerih se lahko nabirajo voda ali snovi, ki akumulirajo vlago.
- Uporaba lesenega protihrupnega panela je dopustna šele v območju najmanj 50 cm nad okoliškim terenom oziroma zgornjim robom robnega venca objekta. Postavitev lesenega panela z ležiščem neposredno na konstrukcijskem betonu ni dopustna.
- Uporaba lesenega protihrupnega panela je dopustna na lokaciji, ki ni v vplivnem območju izmeta snega med pluženjem, to je na dvignjenih/povišanih lokacijah in najmanj 7 m od roba asfalta.
- Obsaditev PHO iz lesenih panelov zaradi možnosti trohnenja lesa ni priporočljiva.
- Zahteve za vgradnjo, tesnjenje in stikovanje so določene v poglavju 5.2.3.9.



Slika 31: Tipski leseni panel

- Leseni panel je lahko tudi sestavljen iz lesenega okvirja, opaža (ločilne izolacijske plasti) ter enostranske oziroma obojestranske lesocementne absorpcijske obloge.



Slika 32: Tipski leseni panel z lesocementno oblogo

5.2.3.7 Panel iz umetnih mas

- Panel iz umetnih mas je lahko absorpcijski ali neabsorpcijski.
- Panel iz umetnih mas sestavlja ohišje iz reciklirane vremensko obstojne in UV odporne umetne mase ter absorpcijsko polnilo.
- Absorpcijsko polnilo je lahko iz mineralne volne ali primerljivega materiala in mora biti vodo nevpojno. Pritrjeno mora biti na način, da sprememba lege (posedanje) ter upogibanje materiala ni možno.
- Uporabljene snovi v sestavi panela ne smejo biti iz seznama nevarnih snovi.
- Vijaki za spoje vseh delov panelov morajo biti iz nerjavečega jekla (kvalitete najmanj A2).
- Zahteve za vgradnjo, tesnjenje in stikovanje so določene v poglavju 5.2.3.9.

5.2.3.8 Transparentni panel

Splošno

- Transparentni panel izpolnjuje zahtevo zgolj za zvočno izolirnost.
- Transparentni panel se vgrajuje na delih prometnic, kjer je potrebna osvetlitev zaledja, optično znižanje PHO ali zagotavljanje vedut skozi PHO. Lokacijo in gabarite določita študija hrupa in študija oblikovanja PHK.
- Za izdelavo transparentnega panela se uporabljata poliakrilno in mineralno steklo. Uporaba polikarbonatnega stekla ob prometnicah zaradi krhkosti pri nizkih temperaturah ter postopne izgube transparentnosti ni dopustna.

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

- Transparentni panel je lahko samonosni ali vpet v ALU okvir. Samonosni transparentni panel je linijsko vpet na kovinsko konstrukcijo.
- Uporaba vročecinkanih kovinskih okvirjev ni dopustna.
- Transparentni panel nad drugimi prometnimi površinami mora biti konstrukcijsko armiran z integriranimi poliamidnimi žicami oziroma iz dvoslojnega lepljenega mineralnega stekla in varovan pred izpadom.
- Zahteve za vgradnjo, tesnjenje in stikovanje so določene v poglavju 5.2.3.9.

Transparentni panel iz mineralnega stekla

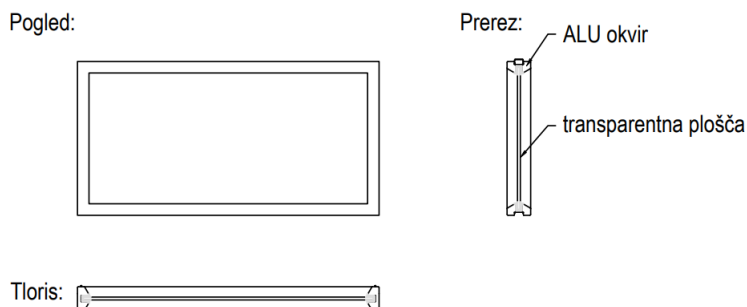
- Uporabi se zgolj lepljeno varnostno steklo debeline najmanj 15 mm.
- Steklena površina v primeru loma po SIST EN ISO 12543-2 lahko razpade na tako majhne drobce, da v nobenem površinskem odseku dimenzij 10 cm x 10 cm ne nastane manj kot 15 drobcov, pri čemer noben drobec ne sme biti večji od 25 cm². Drobci večji od 15 cm in s konicami s kotom manjšim od 15° so nedopustni.
- Ob prevzemu steklo ne sme imeti nikakršnih napak (kot npr. zareze na robovih, vidne vdolbine, praske...).

Transparentni panel iz poliakrila

- Uporabi se poliakrilno steklo debeline najmanj 15 mm.
- Poliakrilno steklo je lahko proizvedeno po postopku vlivanja ali po postopku ekstrudiranja osnovnega materiala.
- Lahko je samonosni ali pa vpet v ALU okvir. Samonosni mora biti izdelan iz litega poliakrilnega stekla.

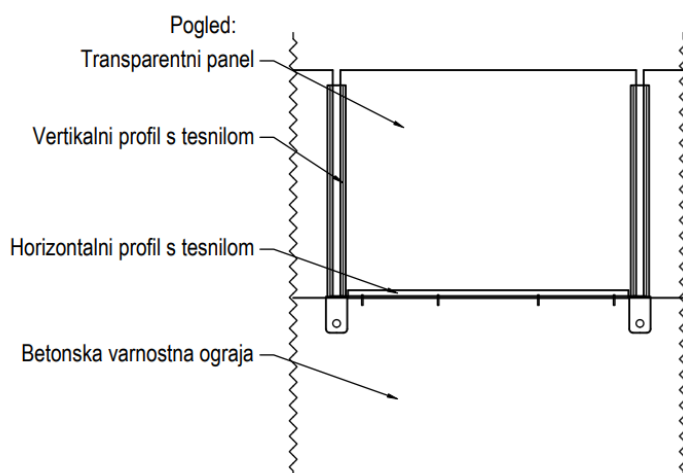
Preprečevanje trka ptic

- Za preprečevanje trka ptic se steklo transparentnega panela izvede s horizontalnimi črtami debeline 2 mm v medsebojnem osnem razmiku 30 mm (raster 2-30-2 mm).
- Črte so lahko tiskane na površino ali integrirane v steklo.
- Dopustna je uporaba tudi drugih vzorcev, pri čemer morajo biti črte vzorcev ustrezne debeline in razmika.



Slika 33: Tipski transparentni panel vpet v ALU okvir

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH



Slika 34: Tipški samonosni transparentni panel linijsko vpet

5.2.3.9 Zahteve za vgradnjo, tesnjenje in stikovanje protihrupnega panela in parapetne grede

Splošno

- Konstrukcijski detajli PHO naj bodo takšni, da med paneli, stebri ter podlago ni odprt in reg oziroma so te v mejah dopustnih toleranc ter so zapolnjene s tesnili.
- Horizontalni in vertikalni stik med posameznimi elementi PHO mora biti tesnjen na način, da je zagotovljen zvočno tesni spoj.
- Predkomprimirani tesnilni trakovi mora ustrezati zahtevam SIST EN 12365-1, EPDM gumi tesnilo pa zahtevam DIN 53571 in DIN 53504.
- Tesnila morajo biti odporna na staranje in vremenske vplive (dež, veter, UV žarki, ozon), temperaturno obstojna in trajno elastična.
- Plastična zagozda mora biti iz trajno elastične umetne mase.

Zahteve za vgradnjo, tesnjenje in stikovanje parapetne grede

- Parapetna greda se vgradi na način, da se na prometni strani nasloni na notranji del pasnice stebra, na zaledni strani pa se med parapetno gredo ter pasnico stebra vstavi plastični zagozdi (2 kom/panel).
- Vertikalni stik med parapetno gredo in pasnico jeklenega stebra se obojestransko tesni s predkomprimiranim tesnilnim trakom prereza najmanj 15/15 mm.
- Horizontalni stik med parapetno gredo in betonsko podlago se tesni z vstavljanjem neoprenske membrane/podloške dimenzij najmanj 7/19/0,5 cm in predkomprimiranim tesnilnim trakom prereza najmanj 35/15 mm.
- Odprtina na stiku priključka stebra in parapetno gredo (potrebna za temperaturno delovanje in montažo) mora biti v mejah dopustnih toleranc za izvedbo in vgradnjo.

Zahteve za vgradnjo, tesnjenje in stikovanje betonskega panela

- Betonski panel se vgradi na način, da se ga enostransko nasloni na notranji del pasnice stebra, na nasprotni strani pa se vstavi plastični zagozdi (2 kom/panel).

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

- Vertikalni stik med betonskim panelom in pasnico jeklenega stebra se obojestransko tesni s predkomprimiranim tesnilnim trakom prereza najmanj 15/15 mm.
- Horizontalni stik med betonskimi panelom ter stik med betonskimi panelom in parapetno gredo se tesni z vstavljanjem neoprenske membrane oziroma podloške dimenzij najmanj 7/19/0,5 cm in predkomprimiranim tesnilnim trakom prereza najmanj 35/15 mm.
- Horizontalni stik betonskega panela z drugim protihrupnimi panelom se tesni z vgradnjo predkomprimiranega tesnilnega traku prereza najmanj 35/15 mm v eni vrsti oziroma prereza najmanj 15/15 mm v dveh vrstah.

Zahteve za vgradnjo, tesnjenje in stikovanje ALU panela

- Širina bočnega profila mora biti prilagojena profilu stebra.
- Vertikalni stik med ALU panelom in pasnico jeklenega stebra se obojestransko tesni z EPDM tesnilom, ki je sestavni del panela.
- Horizontalni stik med ALU panelom ter ALU in transparentnimi panelom v ALU okvirju se tesni po sistemu pero-utor, horizontalni stik med ALU in betonskim panelom oziroma parapetno gredo pa se tesni z vgradnjo predkomprimiranega tesnilnega traku prereza najmanj 35/15 mm v eni vrsti (ravne stične površine) oziroma prereza najmanj 15/15 mm v dveh vrstah (v primeru utora).
- Horizontalna reža med ALU panelom in betonsko nosilno podlago se tesni z EPDM tesnilno zaveso, ki je sestavni del ALU panela.

Zahteve za vgradnjo, tesnjenje in stikovanje lesenega panela

- Leseni panel mora biti prilagojen profilu stebra.
- Vertikalni stik med lesenim panelom in pasnico jeklenega stebra se enostransko tesni z EPDM tesnilom, ki je sestavni del panela.
- Horizontalni stik med lesenimi paneli se tesni po sistemu pero-utor, horizontalni stik z ostalimi protihrupnimi paneli se tesni z vgradnjo predkomprimiranega tesnilnega traku prereza najmanj 35/15 mm v eni vrsti (ravne stične površine) oziroma prereza najmanj 15/15 mm v dveh vrstah (v primeru utora).

Zahteve za vgradnjo, tesnjenje in stikovanje transparentnega panela

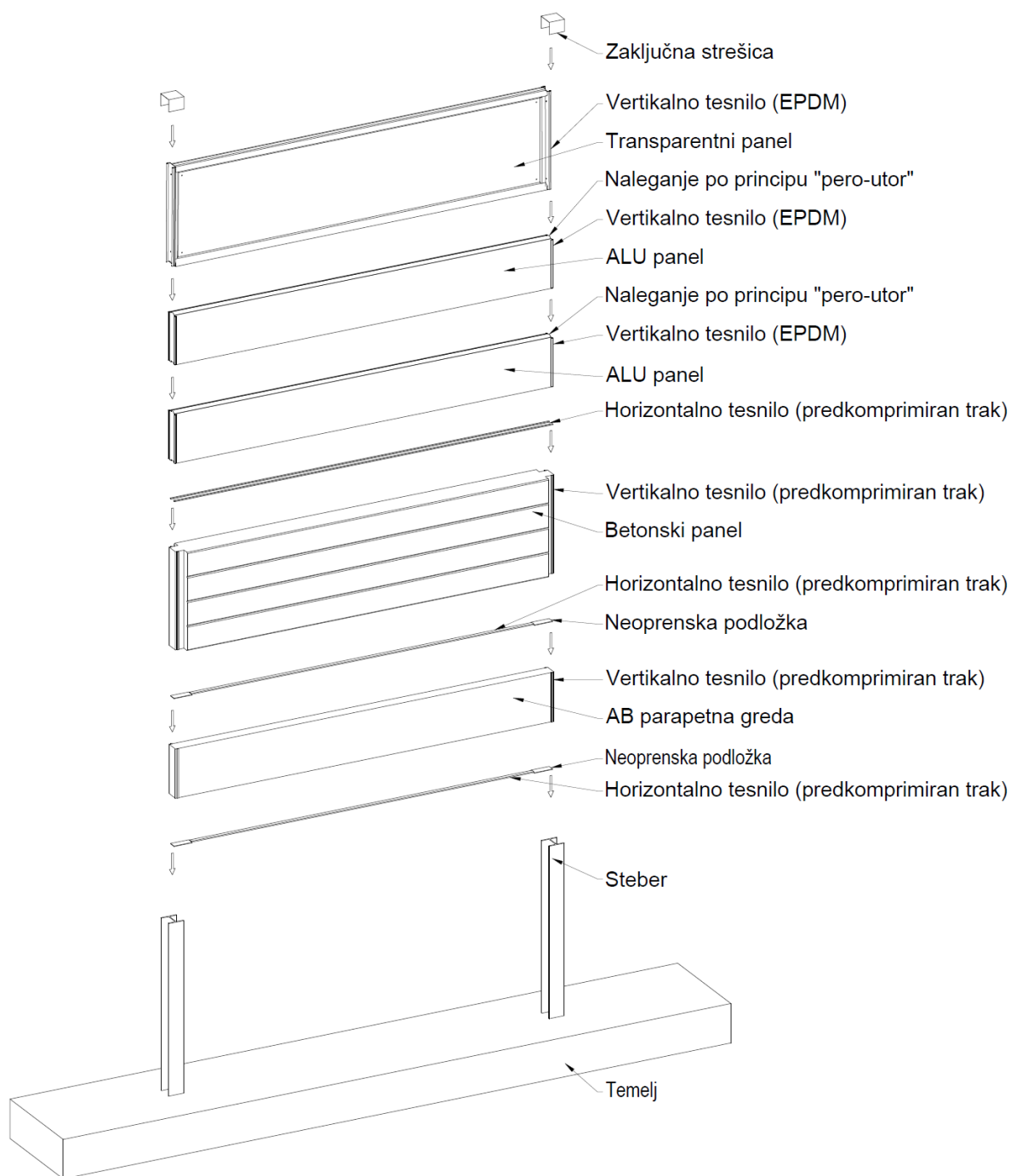
- Transparentni panel mora biti prilagojen profilu stebra.
- Vertikalni stik med transparentnim panelom v ALU okvirju in pasnico jeklenega stebra se obojestransko tesni z EPDM tesnilom, ki je sestavni del panela.
- Vertikalni stik med samonosnim transparentnim panelom in pasnico jeklenega stebra se tesni s predkomprimiranim tesnilnim trakom prereza najmanj 15/15 mm.
- Horizontalni stik med transparentnimi paneli v ALU okvirju ter stik le-teh z ALU paneli se zagotovi preko neprekinjenega spoja po sistemu pero-utor. Horizontalni stik med transparentnim panelom v ALU okvirju in betonskim panelom oziroma parapetno gredo pa se tesni z vgradnjo predkomprimiranega tesnilnega traku prereza najmanj 35/15 mm v eni vrsti oziroma prereza najmanj 15/15 mm v dveh vrstah.
- Horizontalni stik med transparentnim panelom v ALU okvirju in betonsko podlago se tesni z EPDM tesnilom, ki je sestavni del transparentnega panela v ALU okvirju.

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

- Horizontalni stik med samonosnim transparentnim panelom in stik teh z ostalimi protihrupnimi paneli in parapetno gredo ter betonsko podlago se tesni z vgradnjo predkomprimiranega tesnilnega traku prereza najmanj 35/15 mm v eni vrsti (ravne stične površine) oziroma prereza najmanj 15/15 mm v dveh vrstah (v primeru utora).

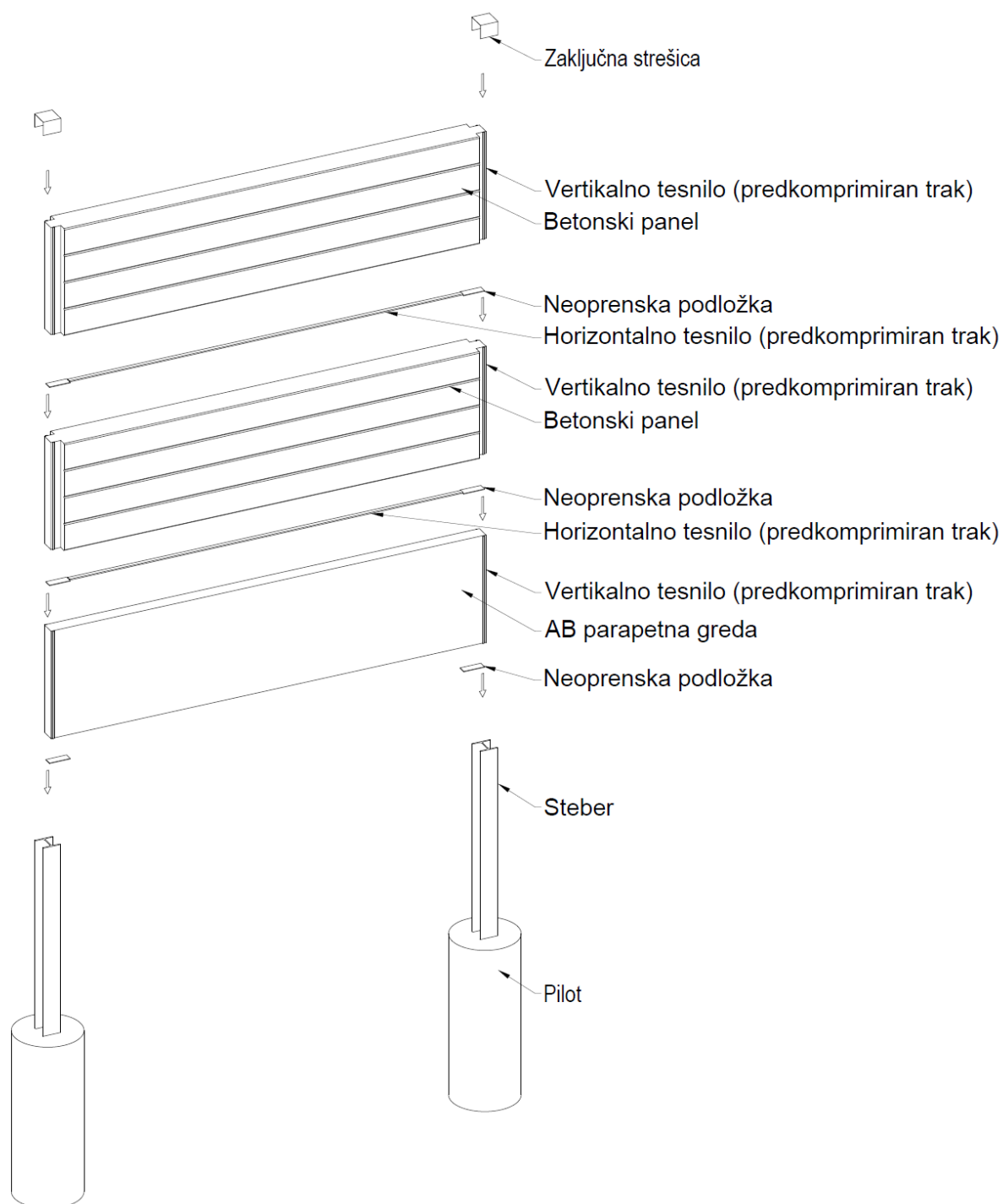
5.2.4 Zaključna strešica

- Ločimo zaključno strešico za stebre in zaključno strešico, nameščeno preko stebrov in protihrupnih panelov.
- Zaključna strešica je lahko izdelana iz različnih materialov (jeklena pločevina, ALU pločevina, AB, les..).
- Pločevinasta zaključna strešica na stebrih se pritrdi na steber obojestransko z žičniki.
- Zaključna strešica nad paneli se vgradi na panele z vijačenjem (z nerjavečimi vijaki s podložko in tesnilom). Zaključna strešica nad paneli mora biti oblikovana tako, da voda odteka z nje in da sega odkap izven širine panelov.



Slika 35: Stiki med betonskimi, ALU in transparentnimi paneli ter stebrom in temeljem

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH



Slika 36: Stiki med betonskimi paneli ter stebrom in piloti

5.2.5 Protihrupna ograja na premostitvenem objektu

5.2.5.1 Splošno

- Konstrukcijske in tehnične zahteve na premostitvenem objektu so odvisne od tega, ali je PHO zasnovana v sklopu novogradnje premostitvenega objekta ali je PHO naknadno vgrajena na obstoječ premostitveni objekt. V primeru vgradnje PHO na obstoječ premostitven objekt je potrebno postopati skladno s poglavjem 8.6.1.6.
- Na premostitvenem objektu je razdalja med stebri največ 2,0 m.
- Dopustna je vgradnja samo lahkih protihrupnih panelov (ALU, transparentni paneli, paneli iz umetnih mas...) in parapetne grede do višine največ 50 cm.
- V kolikor konstrukcija premostitvenega objekta dopušča (manjši prepusti, krajši mostovi idr.) se zaradi celovite vizualne podobe dopusti večji raster in uporaba tudi težkih protihrupnih panelov.
- V kolikor je možno se PHK čez objekt izvede zvezno (brez spremembe odmika in oblikovnih poudarkov).

5.2.5.2 Prikluček jeklenega stebra na robni venec premostitvenega objekta

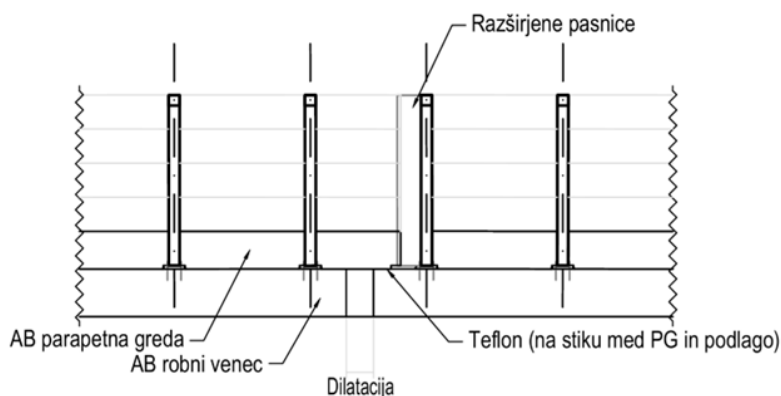
- Steber se na robni venec premostitvenega objekta pritrdi preko priključne pločevine z naknadno vgrajenimi kemičnimi sidri.
- Priključna pločevina mora biti na steber varjena z zvarom širine najmanj 4 mm in mora biti prilagojena za izvedbo postopka podlivanja.
- Sidra za naknadno vgradnjo morajo biti kvalitete A4 ali vroče cinkana. Galvansko cinkana sidra niso dovoljena.
- Pod priključno pločevino se na celotni površini pločevine izvede vodo neprepusten in zmrzlinso odporen izravnalni sloj iz certificirane neskrčljive podlivne malte v debelini od 5 do 20 mm.
- V primeru naknadnega varjenja se protikorozijska zaščita izvaja skladno s standardom SIST EN ISO 12944-5.

5.2.5.3 Konstrukcijska načela

- Omogočen mora biti dostop do sider stebra in enostavna zamenjava elementov PHO.
- Detajl podlage PHO na območju prehoda PHO s terena na objekt mora biti tak, da ne prihaja do posedanja in erozije nasipnega materiala pod PHO.

5.2.5.4 PHO preko dilatacije premostitvenega objekta

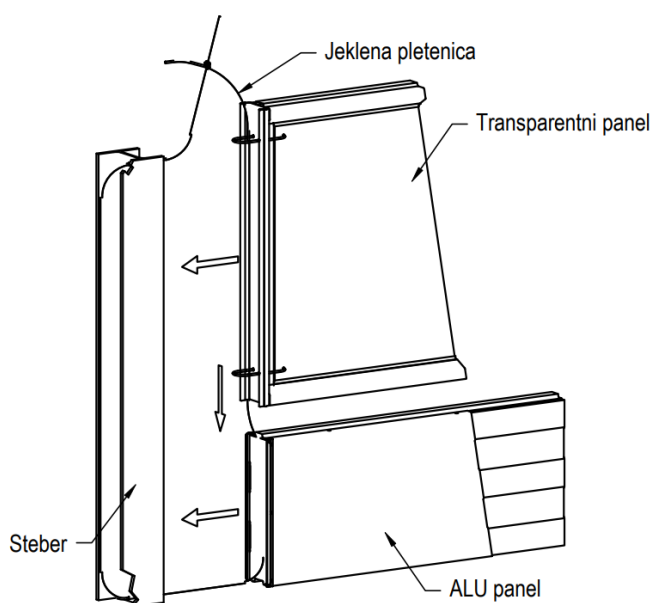
- Pri poteku PHO preko dilatacije premostitvenega objekta se izvede detajl vgradnje PHO, ki omogoča pomike brez poškodb na PHO ali na objektu.
- Na polju, ki prečka dilatacijo, se protihrupni panel enostransko fiksno pritrdi na steber, na nasprotni strani pa se izvede steber s podaljšanima pasnicama (dimenzija je odvisna od pričakovanih pomikov dilatacije).
- Drsenje protihrupnega panela po podlagi mora biti zagotovljeno na način, da ne prihaja do poškodb protihrupnega panela.



Slika 37: Potek PHO preko dilatacije premostitvenega objekta

5.2.5.5 Varovala za preprečevanje izpada protihrupnega panela in parapetne grede

- Na premostitvenih ter drugih objektih nad oziroma neposredno ob drugih prometnicah mora biti parapetna greda in protihrupni panel varovan pred izpadom z zadrževalno konstrukcijo (kot npr. žična vrv).
- Transparentni panel nad oziroma neposredno ob drugi prometnici mora biti konstrukcijsko armiran z integriranimi poliamidnimi žicami ali izdelan iz dvoslojnega lepljenega mineralnega stekla.
- V primeru uporabe protihrupnega panela iz krhkega oziroma lomljivega materiala (npr. prozorna plastika) mora biti varovanje panela in njegovega odlomljenega dela zagotovljeno z lovilno konstrukcijo (npr. zaščitna mreža, dodatna zadrževalna konstrukcija iz žične vrvi...).
- Zadrževalna konstrukcija za protihrupni panel iz kompaktnih trdnih in tudi lomljivih, krhkih materialov mora biti dimenzionirana za obremenitev, določeno kot štirikratna teža protihrupnega panela, napolnjenega z vodo do 20 %.
- Žična vrv in pritrdilna sredstva morajo biti iz nerjavnega jekla po SIST EN 10027 (material št. 1.4401 ali enakovreden material npr. 1.4571), premer žice mora biti najmanj 5 mm.



Slika 38: Varovanje ALU panelov nad oziroma neposredno ob drugih prometnicah

5.3 Elementi protihrupnih oblog

Splošno

- Protihrupna obloga se namešča na nosilno konstrukcijo neposredno ob prometnici (npr. predor, galerija, oporno-podporna konstrukcija...), ki ni nujno element PHK, na območjih, kjer prihaja do močnih odbojev hrupa prometa.
- Protihrupna obloga je izdelana iz različnih absorpcijskih materialov (kot npr. porobeton, lesocement, ALU, iz umetnih mas...).
- Protihrupna obloga mora zagotavljati naslednje predpisane lastnosti:
 - zvočno absorpcijo po SIST EN 1793-1 in SIST EN 16272-1 in
 - mehanske lastnosti po SIST EN 1794-1 in 2, SIST EN 16727-1 in SIST EN 16727-2-2.
- Pri načrtovanju protihrupnih oblog je potrebno upoštevati pogoje, ki izhajajo iz:
 - TSPI za varnostne ograje (dimenzije in lastnosti varnostnih ograj),
 - Pravilnika o projektiranju cest (prosti profil ceste, preglednost ceste, pogoji vzdrževanja) in
 - Pravilnika o zgornjem ustroju železniških prog (svetli profil, pogoji vzdrževanja).
- Zagotoviti se mora predpisan odmik protihrupne obloge od obstoječe ali načrtovane infrastrukture.
- Dopustna je lokalna prekinitev protihrupne obloge.
- Z ustreznimi preiskavami (vizualni pregled, sklerometriranje za oceno tlačne trdnosti, globina karbonatizacije, predlog morebitne sanacije površine) se predhodno preverja možnost pritrdjevanja protihrupne obloge na obstoječo nosilno konstrukcijo. Če je površina nosilne konstrukcije ocenjena kot poškodovana, se mora sanirati. Izvajanje sidranja je dopustno zgolj v nepoškodovano osnovo nosilne konstrukcije, kar lahko pomeni večjo globino sidranja. Na najmanj 10 karakterističnih mestih nosilne konstrukcije se izvaja izvlečne teste sider. Za sidranje se lahko uporabljajo le kemična sidra, ki imajo podeljeno CE oznako po pridobljeni evropski tehnični oceni (ETA).
- Protihrupna obloga mora imeti dokazilo o požarnem obnašanju po SIST EN 1794-3, Priloga A, razen v primeru, če vsi posamezni uporabljeni materiali že izpolnjujejo zahteve za gradbene materiale razreda A po SIST EN 13501-1.
- Za oblogo predora je dopustna uporaba zgolj protihrupne obloge iz ALU panelov.

Porobetonska ali lesocementna protihrupna obloga

- Izdelana je iz visokoabsorpcijskega materiala in cementnega veziva.
- Posamezen element se hkrati lepi in vijači na nosilno konstrukcijo. Način pritrdjevanja se določi v načrtu oziroma ga predpiše dobavitelj elementov.
- Pritrdilna sredstva morajo biti iz nerjavnega jekla po SIST EN 10027 (material št. 1.4401 ali enakovreden material npr. 1.4571).
- Barvanje absorpcijske obloge se izvaja s pigmentiranjem.
- Vgradnja tovrstnih oblog v predorih ni dopustna (obstoječe inštalacije, gorljivost, zahtevna sanacija v primeru poškodb, stroški zapor...).

Aluminijasta protihrupna obloga

- ALU protihrupna obloga sestoji iz krivljene ALU pločevine, ekstrudiranih ALU profilov in absorpcijskega polnila. ALU pločevina mora biti izdelana iz izboljšanih ALU legur (Mangan, Krom, Silicij...). Debelina ALU pločevine mora znašati najmanj 1,25 mm, površinski izgled mora biti »stucco«.
- Absorpcijsko polnilo je lahko iz mineralne volne ali primerljivega materiala in mora biti vodo odbojno. Vstavljeno mora biti na način, da ni možna sprememba lege (posedanje) ter upogibanje materiala.
- Odtekanje vode iz ALU protihrupne obloge mora biti zagotovljeno.
- Za zaščito zunanjih površin ALU panelov so dopustni sistemi premazov 3.6.3/1 (končni premaz v obliki žganega laka iz poliestrskega prahu SSD 60 µm) in 3.6.3/2 (vmesni premaz v obliki mokrega premaza PUR SSD 50 µm in končni premaz v obliki mokrega premaza PUR SSD 50 µm) po ZTV-ING del 4, dodatek A, z razpredelnico A.2, razdelek 3.
- Dopustna je tudi uporaba predbarvane (angleško »coil coated«) aluminijske pločevine skladne z zahtevami standardov SIST EN 1396 in SIST EN 458. Debelina zunanjega premaza predbarvane pločevine je najmanj 20 µm. Notranja stran pločevine mora biti zaščitena z zaščitnim lakom debeline najmanj 5 µm
- S tesnili morajo biti preprečeni vsi galvanski členi med ALU protihrupno oblogo, nosilno podkonstrukcijo ter veznimi členi.
- Na mestih obstoječih predorskih naprav (semaforji, kamere in svetlobne table), kjer izvedba obloge ni možna, se ALU protihrupna obloga prekine.

Protihrupna obloga iz umetnih mas

- Protihrupno oblogo iz umetnih mas sestavlja ohišje iz reciklirane vremensko obstojne in UV odporne umetne mase ter absorpcijsko polnilo.
- Absorpcijsko polnilo je lahko iz mineralne volne ali primerljivega materiala in mora biti vodo nevpojno. Pritrjeno mora biti na način, da sprememba lege (posedanje) ter upogibanje materiala ni možno.
- Uporabljene snovi v sestavi panela ne smejo biti iz seznama nevarnih snovi.
- Vijaki za spoje vseh delov panelov morajo biti iz nerjavečega jekla (kvalitete najmanj A2).
- Pritrdilno sredstvo mora biti iz nerjavnega jekla po SIST EN 10027 (material št. 1.4401 ali enakovreden material npr. 1.4571).
- Barvanje protihrupne obloge iz umetnih mas se izvaja s pigmentiranjem plastične mešanice.
- Vgradnja tovrstnih oblog v predorih ni dopustna (gorljivost).

5.4 Elementi protihrupnih gabionov

- Protihrupni gabion je lahko izolirno/absorpcijski ali zgolj izolirni.
- Protihrupni gabion je mrežna košara, sestavljena iz treh prekatov, dveh zunanjih in sredinskega prekata. Sredinski prekat ima funkcijo zvočne izolirnosti in absorpcije, zunanja dva pa imata nosilno in vizualno funkcijo, funkcijo absorpcije pa lahko opravlja tudi zunanji del, kjer se uporablja poseben lahek agregat.

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

- Mrežna košara je izdelana iz varjenih protikorozijsko zaščitene ali nerjavnih jeklenih mrež. Odprtina mrežnega okna je velikosti največ 100/200 mm. Premer žice s kovinsko prevleko je najmanj 3 mm, premer žice s PVC prevleko je najmanj 2,7 mm. Natezna trdnost žic je najmanj 450 N/mm².
- Mrežna košara moraj imeti podeljeno Evropsko tehnično oceno (ETA, oznaka CE) ali pa Slovensko tehnično soglasje (STS), zvočne lastnosti protihrupnega gabiona pa se določajo po SIST EN 14388.
- Protikorozijska zaščita mrežne košare se izvede z vročim cinkanjem v povprečni debelini najmanj 350 g/m². Varjenje se izvaja v skladu s splošnimi pogoji za armaturne mreže, pogoji za kvaliteto varjenja so podani v EAD 200020-00-0102 na podlagi katerega je pripravljena ETA oz. STS.
- Mreže se spajajo s C spojkami ali s sistemom spajanja, ki ga definira proizvajalec gabionov in mora izpolnjevati zahteve stabilnosti in trajnosti. Mreže morajo biti spojene na način, da ne pride do »napihovanja« oziroma spreminjanja geometrije gabiona.
- Kot polnilo na zunanjih dveh prekatih se vgrajuje drobljenec, odporen na zmrzal in soli (dopustna absorpcija vode je največ 0.5 %). Frakcija drobljenca se določi glede na dimenzijo mrežnih oken (da ne izpada).
- Sredinski prekat gabionske konstrukcije se izvede na način, kot ga določi proizvajalec gabionov in s katerim doseže zahtevane zvočne lastnosti, kar dokazuje z ustreznimi testnimi poročili.
- Mehanska varnost in stabilnost se dokazujeta skladno z določili poglavja 8 Mehanska odpornost in stabilnost PHK.
- Gabion mora biti certificirani kot celovit sistem po SIST oziroma skladno z določili poglavja 8 Mehanska odpornost in stabilnost PHK. Če se s certifikatom ne razpolaga, mora izvajalec izvesti testno polje in z meritvami ter poročilom dokazati izpolnjevanje projektnih zahtev.

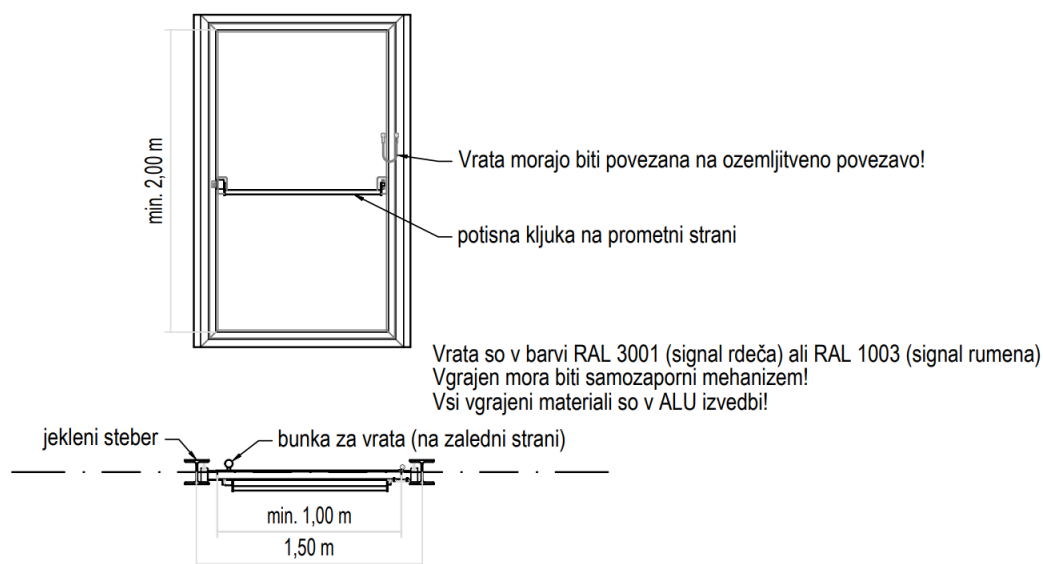
5.5 Izhodi v sili in prehodi za vzdrževalce v protihrupnih konstrukcijah

- Izhod v sili v PHK se umešča na način, da je pot, ki jo opravi udeleženec v prometu do izhoda v sili oziroma zaključka PHK največ 250 m. Kar pomeni, da je razdalja med posameznimi izhodi v sili oziroma oddaljenost od izhoda v sili do zaključka PHK največ 500 m.
- Na AC brez odstavnih pasov se izhode v sili izvede v odstavnih nišah, dodatni izhod v sili se izvede med odstavnicama nišama.
- Izhod v sili je lahko tudi v funkciji prehoda za vzdrževalce. Pri tem morajo vrata za prehod vzdrževalcev izpolnjevati pogoje za vrata izhoda v sili. Prehodi za vzdrževalce so lahko po potrebi umeščeni tudi pogosteje. Na premostitvene in druge objekte se ne umešča izhodov v sili in prehodov za vzdrževalce.
- Izhod v sili mora biti označen skladno s Pravilnikom o prometni signalizaciji in prometni opremljenosti na cestah. Mesto izhoda v sili se označi s prometnima znakoma 3310 in 3310-1, velikosti 600x600 mm. Smer, v kateri je izhod v sili, in oddaljenost do izhoda v sili, se označita s prometnima znakoma 3311 in 3311-1 velikosti 900x300 mm in morata biti postavljena na medsebojni razdalji največ 100 m.
- Vrata izhoda v sili in prehoda za vzdrževalce morajo biti iz ALU ali kombinacije ALU-transparent. Skladna morajo biti s SIST EN 1794-2 in morajo zagotavljati zvočno izolirnost najmanj 25 dB po SIST EN 1793-2. Za preprečitev galvanske korozije na stiku

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

ALU okvirja in jeklenega stebra morajo biti stične ploskve med seboj električno prekinjene (npr. profili iz gume, umetne mase, posebni premazi...).

- Svetla širina vrat izhoda v sili je najmanj 100 cm, svetla višina pa najmanj 200 cm. S cestne strani morajo biti vrata opremljena s potisno kljuko, z zaledne strani pa z navadno kljuko. Vrata morajo biti opremljena s samozapornim mehanizmom. Omogočen mora biti povratek z zaledne strani nazaj proti cesti.
- Vratno okovje mora biti vremensko obstojno in dimenzionirano na obremenitve pri uporabi (teža vrat, plužen sneg in veter).
- Zagotovljen mora biti plato za evakuacijo oziroma varen dostop do zalednih površin PHK.
- V primeru možnosti sestopa v zaledje mora biti površina urejenega platoja na območju vrat najmanj 2 m². Za sestop v zaledje mora biti urejena pot ali stopnice v širini najmanj 1,2 m. Na delih, kjer je možen padec v globino, se izvede varovalno ograjo.
- V primeru, da sestop v zaledje ni možen, mora biti površina urejenega platoja najmanj 15 m². Plato mora biti zamejen z varovalno ograjo.
- Na območju izhodov v sili in prehodov za vzdrževalce se varnostna ograja ne prekine. Za prehajanje varnostnih ograj, katerih višina presega 80 cm, se uporabijo posebni elementi, ki so lahko del varnostne ograje oziroma so nameščeni tako, da ob trku vozila na varnostno ograjo ne vplivajo na njeno funkcijo. Za podrobnosti potrebno upoštevati TSPI za varnostne ograje.
- Vrata izhoda v sili se izvaja v signalno rumeni (RAL 1003) ali signalno rdeči barvi (RAL3001).
- Zaradi lažjega zaznavanja lokacije izhoda v sili se priporoča izvedba celega rastra v transparentu.



Slika 39: Aluminijasta vrata izhoda v sili

5.6 Odprtine in zamiki protihrupnih konstrukcij

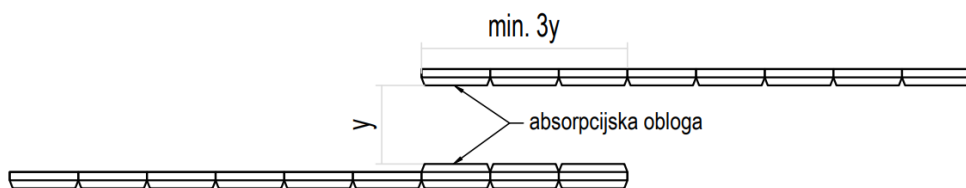
Splošno

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

- Odprtine in zamiki PHK so lahko sočasno v funkciji izhodov v sili ter prehodov za vzdrževalce.
- Odprtine in zamiki v funkciji izhoda v sili morajo biti ustrezno označeni s prometnimi znaki.
- Zagotavljati morajo zadostno zaščito pred hrupom.

Zamiki:

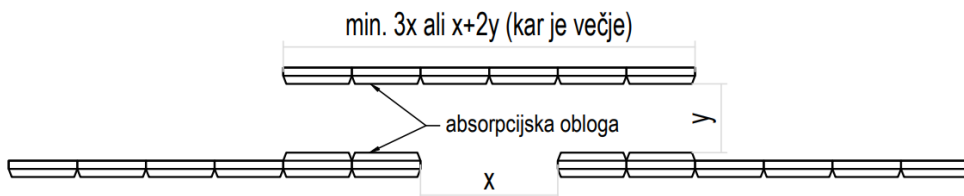
- Zamik PHK mora biti izveden v dolžini najmanj 3-kratne širine zamika oziroma razdalje med PHK (3y).
- PHK na območju zamika mora imeti lastnost zvočne absorpcije.



Slika 40: Zamiki v PHK

Odprtine:

- Zaledna PHK na območju odprtine v PHK mora biti izvedena najmanj v dolžini 3-kratne širine odprtine (3x) oziroma najmanj v dolžini, enaki vsoti širine odprtine in 2-kratne širine zamika ($x+2y$).



Slika 41: Odprtine v PHK

5.7 Ureditev odvodnjavanja ob protihrupnih konstrukcijah**Splošno**

- Postavitev PHK ne sme poslabšati obstoječega sistema odvajanja padavinske vode s prometnic ter telesa prometnic.
- Odvajanje padavinske vode s celotnih površin prometnic preko PHK ni dovoljeno. Odvajanje padavinskih voda mora biti obdelano v ločenem načrtu.

Ceste:

- V primeru odvajanja padavinske vode z vodoprepustne bankine preko PHK se stični del temeljnih tal izvede iz vodoprepustne kamnite plasti, vgrajene na ločilni geotekstil. Odvajanje padavinske vode preko PHK s celotnih prometnih površin na ta način je

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

dopustno tudi v primeru odvajanja padavinskih voda z manjših prometnih površin (lokalne ceste, kolesarske steze ipd).

- Odvodnjavanje padavinske vode z vodoneprepustne bankine preko PHK se uredi s kontrolirano odvodnjo (zbiranje padavinske vode pred PHK z navezavo na obstoječ sistem odvodnje ceste oz. izpustom v zaledni jarek).

Železnice:

- Za prosto prelivanje padavinske vode se zasip PHK na železniški strani izvede s tolčencem ali drobljencem. PHK ne sme omejevati izcejanja padavinske vode iz spodnjega ustroja.

5.8 Ozemljitev protihrupnih konstrukcij**Splošno:**

- Ozemljitev PHK na območju odprtih cestnih odsekov ni potrebna.
- Projektna rešitev ozemljitve PHK se ureja v ločenem načrtu s področja elektrotehnike.
- V načrtu ozemljitve se predvidi tudi povezava ozemljitve PHK z ozemljitvenim sistemom železniške proge, skladno z navodili upravljavca vozne mreže. Projektna rešitev ozemljitev PHK ob železnicah mora biti pisno potrjena s strani upravljavca vozne mreže.
- V hodniku in gredi premostitvenih in drugih objektov mora biti vgrajeno vzdolžno ozemljilo (FeZn 25x4 mm ali RF 30/3.5 mm - valjanec), ki je galvansko povezano na armaturo hodnika ali grede in ima vsakih 20 do 40 m pripravljen odcep za ozemljitev kovinskih delov objekta. Če vzdolžno ozemljilo ni vgrajeno v objekt, se v načrtu s področja elektrotehnike predvidi ustrezno nadomestno rešitev. Ozemljitev samega objekta, na katerega je pritrjena PHK, ni predmet teh TSPI.
- Po končanih delih je potrebno izvesti meritve galvanskih povezav in dokazati ustreznost z merilnim protokolom ter preveriti ukrepe v zvezi z zmanjševanjem blodečih tokov in ukrepi pred električnim udarom (ustrezna izolacija ali prekinitev med dvema dilatacijskima enotama, ustrezen potek galvanskih povezav...).

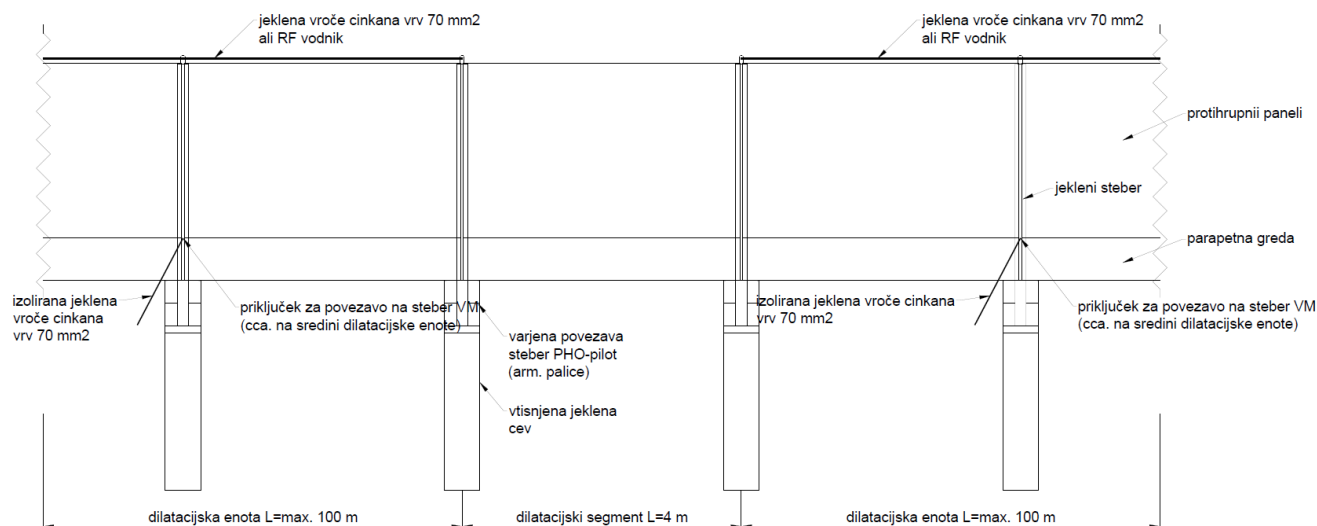
Ceste:

- Na premostitvenih in drugih objektih, kjer je električna, prometna in signalnovarnostna napeljava ali cestna razsvetljava, ki zahteva električno napajanje se izvaja ozemljitev vseh kovinskih delov PHK.
- Na premostitvenih in drugih objektih, kjer ni električnih napeljav, se izvaja ozemljitev PHK zaradi možnosti udara strele. To velja predvsem v primeru, ko PHK povezana z armaturo hodnika ali grede, na katere je pritrjena.
- Vse kovinske dele PHK (steber, podložni profil, okvir) se medsebojno galvansko poveže.
- Na mestih pripravljenih odcepih se z izolirno vrvjo ali valjancem (FeZn 25x4 mm ali RF 30/3.5 mm) izvede povezava PHK in vzdolžnega ozemljila.
- Na odsekih cest, ki potekajo pod oziroma v bližini nadzemnih vodov elektroenergetskega omrežja, se ustrezen način ozemljitve PHK predvidi z načrtom s področja elektrotehnike.

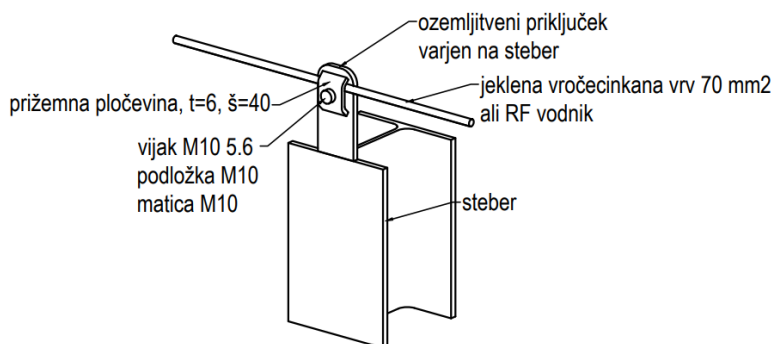
Železnice:

- Steber PHO mora biti galvansko povezan z armaturo temeljne konstrukcije oziroma z jeklenim pilotom.
- Vse kovinske dele PHK (ALU protihrupni panel, ALU okvir...) se medsebojno galvansko poveže z izolirano žico (16 mm²).
- Izolirana žica se poveže z ozemljitvenim priključkom, ki je privarjen na zgornjem robu stebra PHK. Ozemljitveni priključek ne sme biti barvan in mora omogočati zahtevano električno prevodnost.
- Vzдолžna povezava ozemljitvenih priključkov se izvede z vroče cinkano jekleno vrvjo (70 mm²) tako, da tvori ozemljitveni odsek, dolžine največ 100 m. Ozemljitveni odseki so na dolžini najmanj 4 m medsebojno ločeni oziroma izolirani.
- Povezava na ozemljitveni sistem železniške proge se izvede na sredini ozemljitvenega odseka preko izolirane žice (70 mm²). Zahteve za ozemljitve železniške proge niso predmet teh TSPI.

Shema ozemljitve



Slika 42: Shema ozemljitve



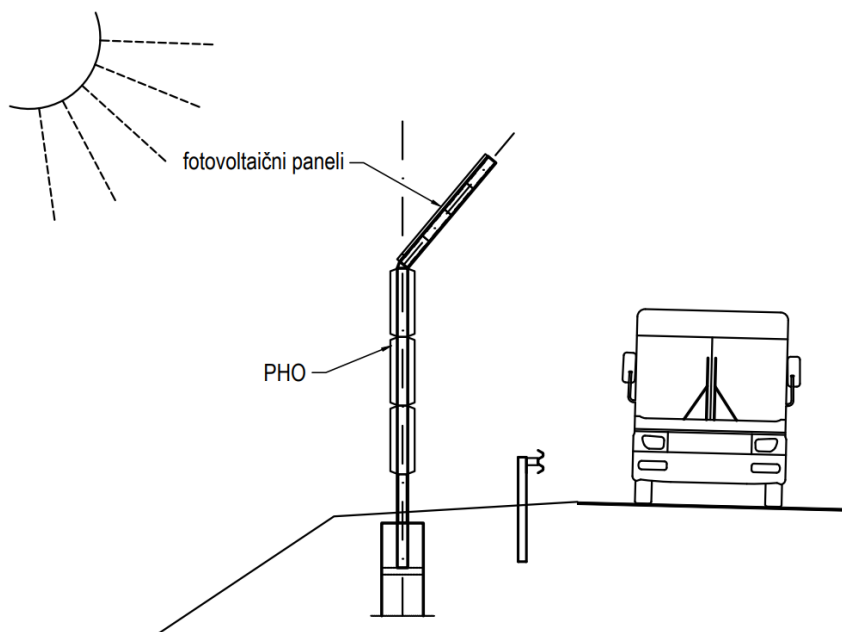
Slika 43: Ozemljitveni priključek na vrhu stebra

5.9 Protipožarna varnost protihrupnih konstrukcij

- PHK mora imeti dokazilo o požarnem obnašanju po SIST EN 1794-3, Priloga A, razen v primeru, če posamezni uporabljeni materiali oziroma elementi izpolnjujejo zahteve za gradbene materiale razreda A po SIST EN 13501-1.
- Upoštevati je potrebno splošne varnostne in okoljske zahteve po SIST EN 1794-2.

5.10 Fotonapetostni moduli na protihrupnih konstrukcijah

- Vgradnja PV modulov se izvede na zaledni strani PHK .
- Vgradnja PV modulov na prometni stran PHK se izvede le ob upoštevanju pogojev, ki izhajajo iz:
 - TSPI za varnostne ograje (dimenzije in karakteristike varnostnih ograj),
 - Pravilnika o projektiranju cest (prosti profil ceste, preglednost ceste, pogoji vzdrževanja),
 - Pravilnika o zgornjem ustroju železniških prog (svetli profil, pogoji vzdrževanja).
- Vgradnja protihrupnih panelov z integriranimi PV celicami je možna na delih, kjer je dopustna vgradnja zvočno izolirnih protihrupnih panelov.
- PV moduli zaradi bleščanja ne smejo poslabšati prometne varnosti.
- Protihrupni elementi z integriranimi PV celicami morajo zagotavljati predpisano(-e):
 - zvočno izolirnost po SIST EN 1793-2 in SIST EN 16272-2 ter
 - mehanske lastnosti po SIST EN 1794-1 in 2, SIST EN 16727-1 in SIST EN 16727-2-2.
- Fotonapetostna elektrarna (FE) na PHK ne sme poslabšati zvočnih lastnosti PHK.
- Za izvedbo FE na PHK je potrebno:
 - pridobiti projektne pogoje in soglasje upravljavca prometnice,
 - izdelati ločen elektro načrt FE, vključno s priključevanjem na elektro omrežje.
- Načrt FE mora upoštevati naslednje:
 - odmik PV modulov od prometnic, skladno s temi TSPI ter s TSPI za varnostne ograje,
 - statični izračun PHK, kot nosilne konstrukcije PV modulov, ki mora upoštevati vpliv le teh (vertikalna obtežba, vpliv vetra, aerodinamični vpliv, vpliv snega in pluženega snega),
 - ozemljitev FE.
 - Načini in pogoji za izdelavo elektro načrta FE niso predmet teh TSPI.



Slika 44: Protihrupna ograja s PV moduli

5.11 Geometrijske mejne vrednosti in tolerance elementov protihrupnih konstrukcij

- Mejne vrednosti in tolerance so določene v tabeli 1.
- Tolerance za ostale geometrijske parametre elementov PHK se privzame iz standardov za beton SIST EN 13670 in za jeklo SIST EN 1090-2
- Pri posebnih konstrukcijah, na primer pri ukrivljenih stebrih, so potrebne smiselne prilagoditve toleranc, ki so določene v tabelah 1 in 2.
- Glave vtisnjenih in uvrtnih pilotov ne smejo vzdolžni in prečno odstopati od idealne lege za več kot ± 50 mm od predpisanega razmika stebrov oziroma površine stene. Za tulec je dovoljeno odstopanje max. 20 mm.

Tabela 1: Mejne vrednosti in odstopanja za elemente PHK

	Elementi PHK	Kriterij	Najmanjša vrednost [mm]	Največja vrednost	Odstopanje [mm]
1	Parapetne grede	Višina parapetne grede nad priključkom stebra ali nad terenom na prometni strani	250	500 mm ⁽¹⁾	-
2		Globina vkopanega dela parapetne grede	200 ⁽⁴⁾	⁽²⁾	-
3	Stebri	Razdalja med stebri spodaj	-	-	± 10
4		Razdalja med stebri na ostalih višinah	-	-	± 25
5		Odklon stebrov pravokotno na površino PHK	-	200 : 1 ⁽³⁾	-
6		Odstopanje stebrov od površine PHK spodaj	-	-	± 10

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

7	Protihrupni paneli	Odstopanje dolžine	-	-	±5
8		Dolžina vpetja	40	-	-
9		Odstopanje od projektiranih dimenzij v vgrajenem stanju	-	-	±10
10		Upogib pri projektirani obremenitvi vetra (MSU)	Glej SIST EN 1794-1, Dodatek A		
11		Upogib (izbočenje) pod težo PHK	-	$h_e/50^{(5)}$	-
12		Zvezni potek PHK pri vzdolžnem naklonu ceste	-	≤4%	-
13	Zgornji rob PHK	Nenačrtovana višinska razlika sosednjih stebrov/polj	-	-	±10
14		Znižanje PHK glede na zahtevano višino	-	0 mm	-

⁽¹⁾ ne velja za prehodne in prilagojene elemente

⁽²⁾ ne sme ovirati precejanja padavinske vode pod PHK

⁽³⁾ brezdimenzijska vrednost

⁽⁴⁾ v primeru utrjene podlage je dimenzija min. 100 mm

⁽⁵⁾ h_e = višina protihrupnega elementa

6 Zvočne lastnosti protihrupnih konstrukcij

Zvočne lastnosti PHK se preverjajo v laboratoriju in na terenu po izvedbi PHK.

Ceste

Preverjanje v laboratoriju:

- **SIST EN 1793-1** Protihrupne ovire za cestni promet – Preskusna metoda za ugotavljanje akustičnih lastnosti - 1. del: Karakteristike, značilne za absorpcijo zvoka pri razpršenem zvočnem polju
- **SIST EN 1793-2** Protihrupne ovire za cestni promet- Preskusna metoda za ugotavljanje akustičnih lastnosti – 2. del: Bistvene lastnosti – Karakteristika, značilne za izolacijo pred zvokom v zraku pri razpršenem zvočnem polju

Preverjanje na terenu:

- **SIST EN 1793-5** Protihrupne ovire za cestni promet- Preskusna metoda za ugotavljanje akustičnih lastnosti – 5. del: Bistvene lastnosti – Terenske vrednosti odboja zvoka z uporabo usmerjenega zvočnega polja
- **SIST EN 1793-5+AC** Protihrupne ovire za cestni promet - Preskusna metoda za ugotavljanje akustičnih lastnosti - 5. del: Bistvene lastnosti - Terenske vrednosti odboja zvoka z uporabo usmerjenega zvočnega polja
- **SIST EN 1793-6+A1** Protihrupne ovire za cestni promet - Preskusna metoda za ugotavljanje akustičnih lastnosti - 6. del: Bistvene karakteristike - Terenske vrednosti izolirnosti pred zvokom v zraku pri usmerjenem zvočnem polju

Železnice

Preverjanje v laboratoriju:

- **SIST EN 16272-1** Železniške naprave - Infrastruktura - Protihrupne ovire in pripadajoče naprave, ki vplivajo na širjenje zvoka v zraku - Preskusna metoda za ugotavljanje akustičnih lastnosti - 1. del: Posebne karakteristike - Absorpcija zvoka pri razpršenem zvočnem polju (laboratorijska metoda)
- **SIST EN 16272-2** Železniške naprave - Infrastruktura - Protihrupne ovire in pripadajoče naprave, ki vplivajo na širjenje zvoka v zraku - Preskusna metoda za ugotavljanje akustičnih lastnosti - 2. del: Posebne karakteristike - Izolacija zvoka v zraku pri razpršenem zvočnem polju (laboratorijska metoda)

Preverjanje na terenu:

- **SIST EN 16272-5** Železniške naprave - Infrastruktura - Protihrupne ovire in pripadajoče naprave, ki vplivajo na širjenje zvoka v zraku - Preskusna metoda za ugotavljanje akustičnih lastnosti - 5. del: Posebne karakteristike - Absorpcija zvoka pri usmerjenem zvočnem polju
- **SIST EN 16272-6** Železniške naprave - Infrastruktura - Protihrupne ovire in pripadajoče naprave, ki vplivajo na širjenje zvoka v zraku - Preskusna metoda za ugotavljanje akustičnih lastnosti - 6. del: Posebne karakteristike - Izolacija zvoka v zraku pri usmerjenem zvočnem polju

6.1 Minimalne zahteve

Splošno

- Zahtevane minimalne zvočne lastnosti PHK so podane s predhodno izdelano študijo hrupa s predlogi protihrupnih ukrepov.
- Dokazila pred izvedbo:
 - Protihrupni panel mora zagotoviti ustrezno v laboratoriju izmerjeno zvočno absorpcijo po SIST EN 1793-1 oziroma SIST EN 16272-1 ter zvočno izolacijo po SIST EN 1793-2 oziroma SIST EN 16272-2.
 - Če s projektom ni drugače določeno, mora zvočna absorpcija dosegati vrednost najmanj $DL\alpha=8$ dB.
 - Če s projektom ni drugače določeno, mora zvočna izolacija dosegati vrednost najmanj $DLR=25$ dB.

Dokazila po izvedbi protihrupnih konstrukcij:

- PHK mora po izvedbi zagotavljati ustrezne vrednosti zvočne absorpcije oziroma odboja zvoka, izmerjenega po SIST EN 1793-5 in SIST EN 1793-5+AC oziroma SIST EN 16272-5.
- Če s projektom ni drugače določeno, mora dosegati vrednost najmanj $DLRI = 8$ dB.
- PHK mora po izvedbi zagotavljati ustrezno zvočno izolacijo, izmerjeno po SIST EN 1793-6+A1 oziroma SIST EN 16272-6.
- Če s projektom ni drugače določeno, morajo vrednosti zvočne izolacije dosegati najmanj $DL_{SI,E}$, $DL_{SI,P}$ in $DL_{SI,G}=28$ dB.

6.2 Posebni primeri

- V posebnih primerih, ko so v prostoru zaradi oblikovalskih, kulturnovarstvenih pogojev, zagotavljanja zadostne osvetlitve zaledja ali drugih pogojev potrebne rešitve PHK, ki odstopajo od projektnih zahtev po zvočnih lastnosti, se pri večjih odstopanjih ponovno preveri vpliv na širitev hrupa z modelnim izračunom.
- Vrzeli med PHK, krajše od 100 m, se v izogib negativnim zvočnim učinkom ob izpolnjevanju pogojev učinkovitosti zapolni. Če je mogoče, naj bo višina PHK enotna po celotni dolžini.

7 Postavitev protihrupnih konstrukcij v cestni svet in območje javne železniške infrastrukture

7.1 Uvod

Poglavje obravnava izključno prometno-tehnični vidik postavitve PHK v prostor ob cestah in železnicah.

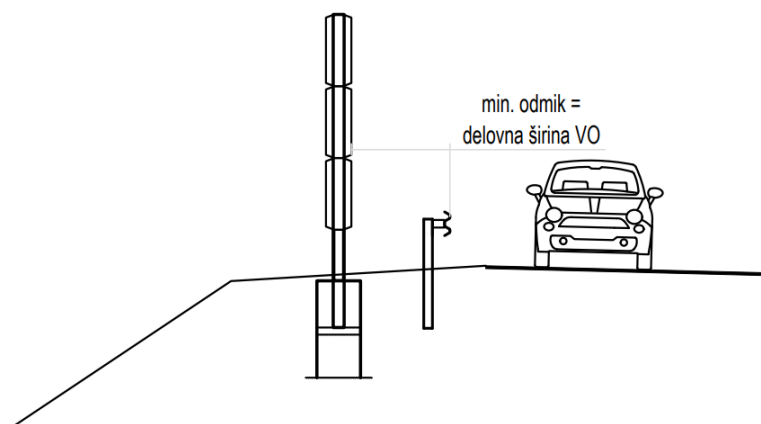
7.2 Tehnična izhodišča postavitve protihrupnih konstrukcij v cestni svet

7.2.1 Odmiki od vozišča in varnostnih ograj

- Odmik PHK od vozišča brez varnostne ograje mora biti najmanj varnostna širina v odvisnosti od projektne hitrosti, skladno s Pravilnikom o projektiranju cest.

Projektna hitrost (km/h)	Do 50	50–70	> 70
Varnostna širina (m)	0,50	1,00	1,50

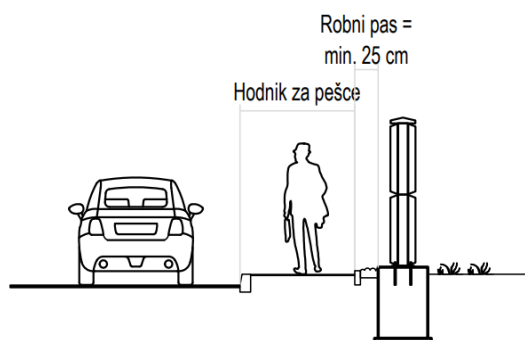
- V kolikor je pred oviro, ki jo predstavlja PHK varnostna ograja potrebna, se ta načrtuje skladno s TSPI za varnostne ograje. Izhodiščni priporočen odmik PHK od varnostne ograje je delovna širina varnostne ograje H2 W4. Odstopanja so možna v izjemnih primerih in jih je treba ustrezno utemeljiti. Pri novogradnjah naj se upošteva tudi intruzija vozila skladno s TSPI za varnostne ograje.



Slika 45: PHK ob varnostni ograji

7.2.2 Protihrupne konstrukcije ob površinah za pešce in kolesarje

- PHK ne sme biti načrtovana znotraj površin za pešce in kolesarje.
- Vodoravna razdalja med robom površine za pešce in kolesarje in najbližjo točko oziroma projekcijo skrajne točke PHK mora biti najmanj 0,25 m.



Slika 46: PHK ob površinah za pešce in kolesarje

7.2.3 Zagotavljanje preglednosti

- Na priključkih in vzdolž trase je potrebno zagotavljati preglednost zaradi postavitve PHK.
- Potrebno preglednost v območju cestnih priključkov se zagotavlja z zamikom PHK izven območja preglednega trikotnika. Če z navedenim ukrepom preglednosti ni možno zagotoviti, se PHK skrajša tako, da ne posega v pregledni trikotnik.

7.2.4 Protihrupne konstrukcije ob ostali prometni opremi

- Ostalo prometno opremo v območju PHK predstavlja:
 - vertikalna oprema za vodenje in usmerjanje prometa,
 - varovalne ograje,
 - cestna razsvetljava in
 - območja stebričkov za klic v sili, servisnih priključkov in odstavnih niš.
- Vertikalna oprema za vodenje in usmerjanje prometa se pri novogradnjah postavi izven območja PHK. V primeru obnove se predvidi prestavitev obstoječe vertikalne prometne signalizacije ali prilagoditev poteka PHK (smerni zamik ali znižanje PHK).
- Varovalne ograje predstavljajo žične ograje na parcelnih mejah, ograje, ki varujejo pešce in kolesarje pred padcem s premostitvenih in drugih objektov ter ograje, ki varujejo pred zdrsom po nevarnih brežinah.
- Pri manjših oddaljenostih parcelne meje lahko funkcijo žične ograje ob soglasju upravljavca ceste prevzame PHK. V tem primeru je treba na začetku in na koncu PHK izvesti navezave žične ograje na PHK. Pri večjih oddaljenostih parcelne meje se v žično ograjo ne posega.
- Ne glede na oddaljenost parcelne meje je med žično ograjo in PHK treba zagotavljati hodnik za vzdrževanje širine najmanj 1 m.
- Pri novogradnjah lahko funkcijo varovalne ograje ob soglasju upravljavca ceste prevzame PHK.
- Če ni nujno, se pri obnovi v varovalne ograje, ki niso v koliziji s PHK, ne posega.
- Cestna razsvetljava se postavi izven območja PHK.

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

- Na območju stebričkov za klic v sili, servisnih priključkov in odstavnih niš se PHK prilagodi.

7.2.5 Protihrupne konstrukcije ob komunalni, elektroenergetski in telekomunikacijski infrastrukturi

- Pri novogradnjah se potek komunalne, elektroenergetske in telekomunikacijske infrastrukture načrtuje na način, da se zagotavlja ustrezno širok pas zemljišča, na katerem je možno izvesti PHK.
- Pri obnovah se potek PHK prilagodi poteku obstoječih komunalnih vodov. Kolizijam PHK s komunalno, elektroenergetsko in telekomunikacijsko infrastrukturo se izogiba na naslednje možne načine:
 - s spremembo načina temeljenja (plitko temeljenje),
 - z lokalno spremembo rastra in
 - z izvedbo smernega zamika PHK (izvedbo niše).
- Pri prilagoditvah PHK se v največji možni meri predvidi uporabo standardno dobavljivih dimenzij protihrupnih elementov.
- Če se tudi z navedenimi prilagoditvami PHK kolizijam ni možno izogniti, je potrebna prilagoditev komunalne, elektroenergetske in telekomunikacijske infrastrukture.

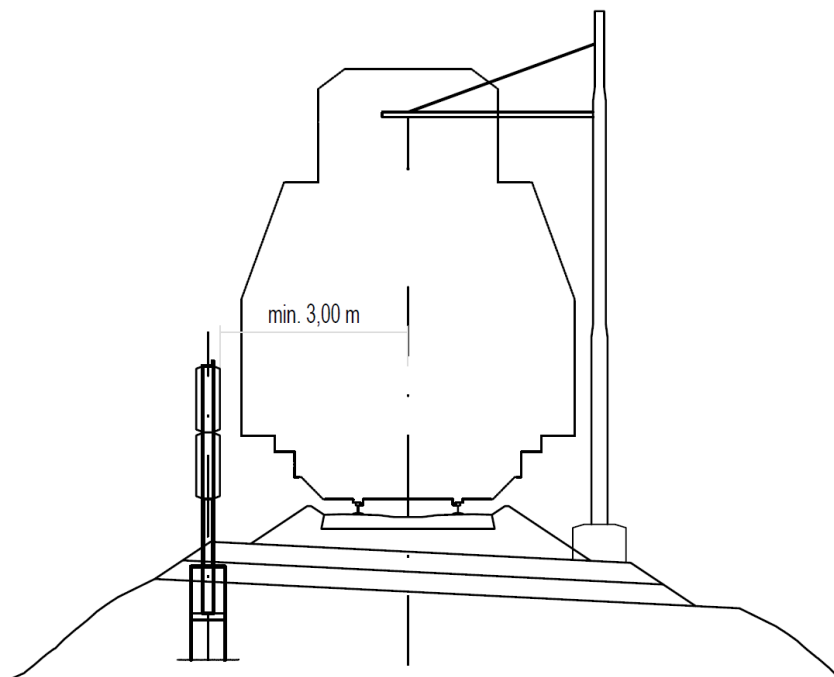
7.3 Tehnična izhodišča postavitve protihrupnih konstrukcij v območje JŽI

7.3.1 Odmiki od železniških tirov

Najmanjše oddaljenosti najbližjega dela PHK od osi tira so pogojene z veljavnim Pravilnikom o spodnjem ustroju železniških prog.

Enotirne železniške proge:

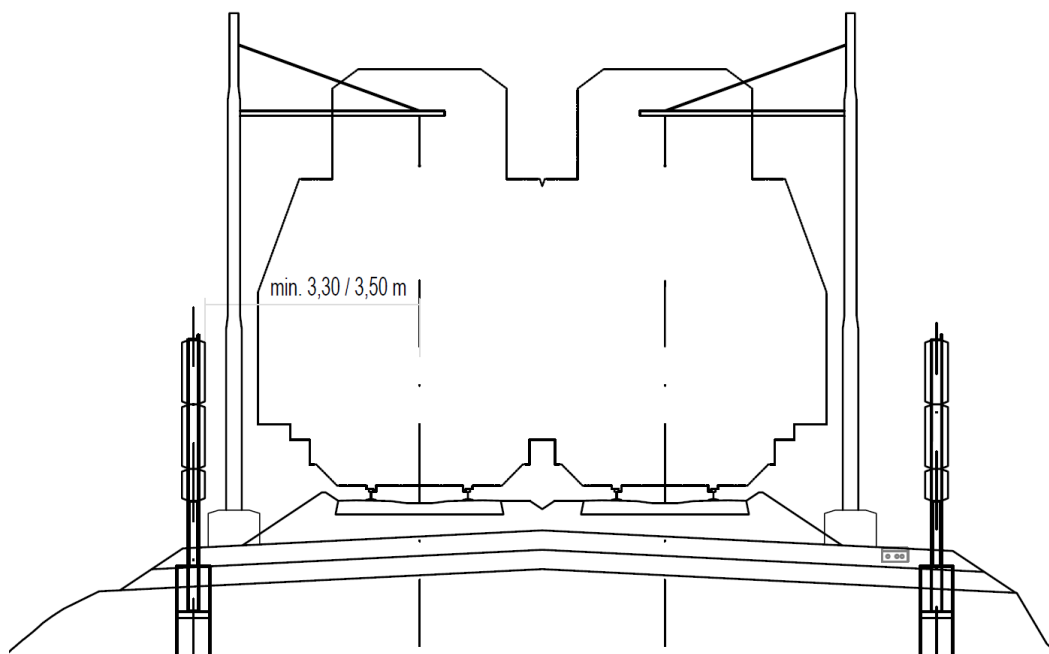
- Če je PHK načrtovana na eni strani proge, znaša najmanjša oddaljenost PHK od osi tira 3 m.
- Če je PHK načrtovana na obeh straneh proge, znaša najmanjša oddaljenost PHK od osi tira 3,5 m oziroma izjemoma 3,3 m, če je tir v premi, na eni strani proge oziroma najmanj 3 m na drugi strani proge.



Slika 47: PHK enotirnih železniških progah

Dvotirne železniške proge:

- Najmanjša načrtovana oddaljenost PHK od osi tira je 3,5 m oziroma izjemoma 3,3 m, če je tir v premi.

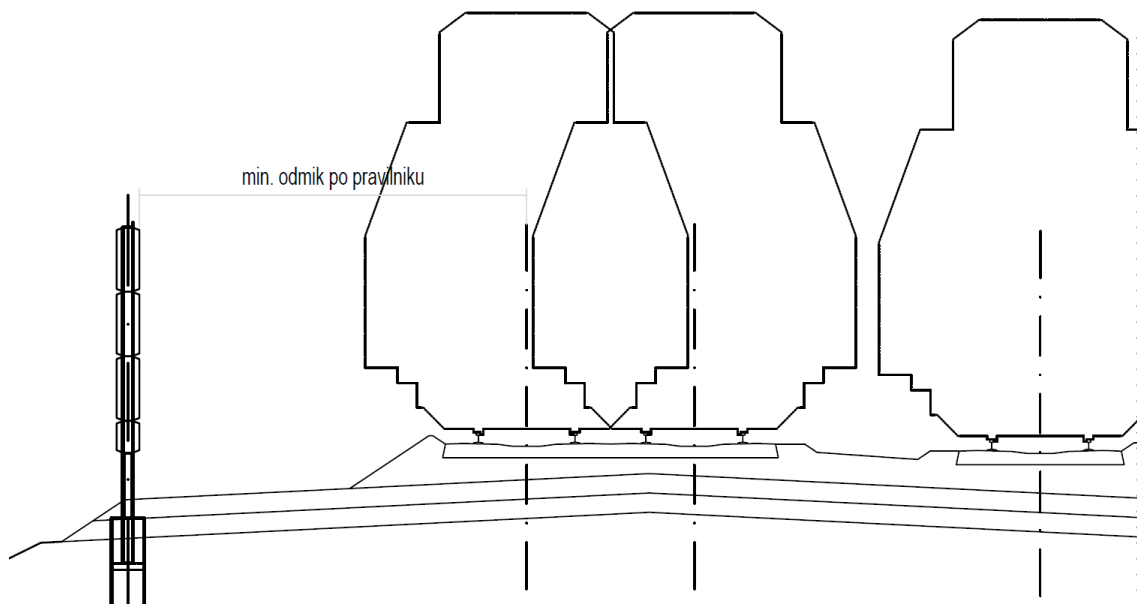


Slika 48: PHK ob dvotirnih železniških progah

Območje kretnic:

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

- Najmanjša oddaljenost najbližjega dela PHK od osi tira zaradi vzdrževanja kretnic je določena skladno s Pravilnikom o zgornjem ustroju.
- Če zgoraj navedenih najmanjših oddaljenosti od osi tira ni možno zagotavljati, se dopušča postavitve PHK tudi na manjšem odmiku. Za tak poseg je potrebna predhodna pridobitev soglasja s strani upravljavca železniške proge.



Slika 49: PHK na območju kretnic

Ostalo:

- Stremi se k temu, da se zagotovi zvezen smerni potek PHK na celotni potezi (enoten odmik od osi železniškega tira).
- V primeru izogibanja stebrom vozne mreže to pomeni večje odmike PHK od minimalno določenih po Pravilniku. V primeru zadostnega prostora se pri tem načrtuje zvezen potek PHK. Tako pri novogradnjah kot pri večjih obnovah je smiselno predvideti zadostno rezervacijo prostora s širitvijo nasipov.
- Če zveznega poteka PHK zaradi prostorskih omejitev ni možno zagotoviti, se mimo stebrov in sider vozne mreže predvidi lokalni smerni zamik PHK (niša). Pri tem se v največji možni meri predvidi vgradnjo standardno dobavljivih dimenzij protihrupnih elementov.
- V primeru večjih sprememb odmkov PHK od tistih, ki so določeni s študijo hrupa, je potrebno izdelati novelacijo študije hrupa, ki po potrebi predpiše dodatne protihrupne ukrepe.

7.3.2 Protihrupne konstrukcije ob površinah za pešce in kolesarje na območju železniških postaj in postajališč

- Na železniških postajah in postajališčih se PHK načrtuje ob peronih (bočni peron), dostopih do peronov, hodnikih za javno rabo ter na konstrukcijah podhodov in oporno-podpornih konstrukcij. V kolikor gre za celovito arhitekturno ureditev postaje, se tudi protihrupne ograje na območju postaje načrtuje skladno z arhitekturo postaje.
- PHK mora biti načrtovana tako, da omogoča neoviran dostop potnikom in funkcionalno oviranim osebam.
- PHK ob površinah za pešce lahko nadomešča varovalno ograjo.
- Nadstrešnice na železniških postajah se konstruirajo tako, da je možna naknadna izvedba PHK med konstrukcijo nadstreška.

7.3.3 Zagotavljanje preglednosti

- PHK se lahko načrtuje tudi preko nezavarovanih železniških prehodov.
- V tem primeru je v projektni dokumentaciji nujno potrebno navesti, da je PHK dopustno izvesti šele, ko je vzpostavljeno zavarovanje nezavarovanih železniških prehodov.

7.3.4 Zagotavljanje vidnosti signalov

- Načrtovana PHK mora zagotavljati vidno razdaljo železniških signalov in signalnih oznak.

7.3.5 Protihrupne konstrukcije ob ostali prometni opremi železniške proge

- Ostalo prometno opremo v območju PHK predstavlja:
 - vertikalna oprema za vodenje in usmerjanje prometa,
 - varovalne ograje,
 - železniška razsvetljava.
- Vertikalno opremo za vodenje in usmerjanje prometa se pri novogradnjah postavi izven območja PHK. Pri obnovah se predvidi prestavitev obstoječe vertikalne prometne

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

signalizacije oziroma prilagoditev poteka PHK (smerni zamik ali znižanje PHK). Dopusča se možnost pritrjevanja vertikalne opreme za vodenje in usmerjanje prometa na nosilne elemente PHK.

- Varovalne ograje predstavljajo ograje, ki varujejo pešce in kolesarje pred padcem s premostitvenih in drugih objektov:
- Pri obnovah se v ograje, ki niso v koliziji s PHK, ne posega. Funkcijo varovalne ograje lahko ob soglasju upravljavca železniške proge prevzame PHK.
- Pri novogradnjah se železniško razsvetljavo postavi izven območja PHK. Pri obnovah se predvidi prestavitev razsvetljave ali prilagoditev poteka PHK.

7.3.6 Protihrupne konstrukcije ob komunalni, elektroenergetski in telekomunikacijski infrastrukturi

- Pri novogradnjah se potek komunalne, elektroenergetske in telekomunikacijske infrastrukture načrtuje na način, da se zagotavlja ustrezno širok pas zemljišča, na katerem je možno izvesti PHK.
- Pri obnovah se potek PHK prilagodi. Kolizijam PHK s komunalno, elektroenergetsko in telekomunikacijsko infrastrukturo se izogiba na naslednje možne načine:
 - sprememba načina temeljenja (plitko temeljenje) in/ali
 - lokalna sprememba rastra temeljenja (pri čemer se v največji možni meri uporablja standardno dobavljive dimenzije protihrupnih elementov),
 - izvedba smernega zamika PHK (niša).
- Pri prilagoditvah PHK se v največji možni meri predvidi uporabo standardno dobavljenih dimenzij protihrupnih elementov.
- Če se tudi z navedenimi prilagoditvami PHK ni možno izogniti kolizijam, je potrebna prilagoditev oz. prestavitev komunalne, elektroenergetske in telekomunikacijske infrastrukture.

7.4 Izgled protihrupnih konstrukcij

7.4.1 Uvod

Protihrupne konstrukcije so sicer del prometnic, njihov vizualni vpliv pa sega preko meja območja, v katero so postavljene, zato jih je treba na primeren način umestiti v prostor, da ne bodo delovale moteče in odtujeno ter s tem poslabšale ali celo degradirale tipologijo obstoječe krajine. Njihov izgled ima učinek tako na voznike kot na uporabnike prostora v zalednem delu, kar je treba pri oblikovanju prav tako upoštevati. Določanje izgleda oziroma oblikovanje PHK zato izhaja iz naslednjih izhodišč:

- Izgled PHK naj upošteva značilnosti prostora, v katerega bodo postavljene.
- Izgled PHK naj temelji na oblikovanju njihovih najbolj prepoznavnih likovnih elementov in razmerij med njimi, da bo končni izgled PHK estetsko prijeten in celovito vključen v prostor.
- Za omilitev tehničnega videza PHK se preveri možnost dodatka zasaditve, saj rastline na najbolj enostaven način omilijo tehnični videz PHK.
- PHK ima prometno in zaledno stran, ki naj se obravnavata enakovredno.

7.4.2 Prostorska analiza

Prostorska analiza je prva faza v postopku oblikovanja PHK, v kateri se obravnava:

- krajinske značilnosti širšega območja,
- značilnosti zalednega dela,
- osenčenost zalednega dela,
- značilnosti obstoječih premostitvenih in drugih objektov ter obstoječih PHK,
- druge relevantne podatke.

Zaključek prostorske analize je ovrednotenje zbranih podatkov, na podlagi katerih se lahko predlaga manjše korekcije lokacij postavitve, ~~dolžine ali višine PHK~~, tip PHK, določi se nabor barvnih odtenkov, lokacije odpiranja pogledov v krajino ali »osvetlitev« zalednih osenčenih delov, določi se lokacije in obseg morebitne zasaditve.

7.4.2.1 Krajinske značilnosti širšega območja

Gre za osnovne značilnosti poselitve ob načrtovanih PHK, ali bodo zgrajene v izrazito urbanem, primestnem ali podeželskem okolju. Presodi se, kakšen vpliv ima to lahko na izbor PHK, barvnih in teksturnih odtenkov, načina izvedbe PHK ter kje bi bilo smiselno odpirati poglede iz prometnice navzven. Pri tem se upošteva tudi, kakšen vpliv ima lahko takšen izbor na voznike.

7.4.2.2 Značilnosti zalednega dela

Tudi za uporabnike na zaledni strani je vizualni učinek PHK zelo pomemben, saj bodo postale neizogiben sestavni del njihovega bivalnega okolja. Ovrednotijo se značilnosti prostora neposredno za načrtovano PHK in presodi, kakšen vpliv imajo lahko le-te na oblikovanje PHK. Ocenijo se stanje morebitne obstoječe drevesno-grmovne zasaditve in presodi, ali bi jo bilo treba med gradnjo zaščititi. Po potrebi se zaledna stran PHK oblikuje z več detajli in po možnosti ozeleni ali osvetli z uporabo transparentnih panelov. Neobdelan zaledni del deluje pusto in dolgočasno, degradira obstoječe okolje in napeljuje k vandalizmu.

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

Pri PHK, ki meji neposredno na zasebna dvorišča ali vrtove, se lahko glede oblikovanja upošteva tudi predloge stanovalcev.

7.4.2.3 Osenčenost zalednega dela

Oceni se učinek osenčenosti zalednega dela, kadar se PHK postavi neposredno ob stanovanjske in nestanovanjske stavbe ter zunanje funkcionalne površine (na primer kmetijske površine, parke, vrtove, javne pešpote in kolesarske poti, otroška in druga igrišča in podobno).

Glede ocene ali so v stavbah, zaradi bližine PHK, prostori še ustrezno osvetljeni z dnevno svetlobo, se upošteva kriterije iz standarda SIST EN 17037 - Dnevna svetloba v stavbah. Za posamezne kritične objekte se izdelata študija osenčenosti.

7.4.2.4 Značilnosti obstoječih premostitvenih in drugih objektov ter obstoječih protihrupnih konstrukcij

Ocenijo se vidne značilnosti premostitvenih in drugih objektov (barva, vrsta gradiva, vrsta konstrukcije), ki so v neposredni bližini, na stiku ali v liniji postavitve bodočih PHK. Presodi se ali lahko to vpliva na videz nove PHK, oziroma kako naj se izvedejo stiki med PHK in obstoječimi premostitvenimi in drugimi objekti, če jih bo treba izvesti.

Ocenijo se vizualne in tehnične značilnosti bližnjih, obstoječih PHK, če obstajajo, ter presodi, ali naj bodo nove PHK njim enake, podobne ali popolnoma drugačne.

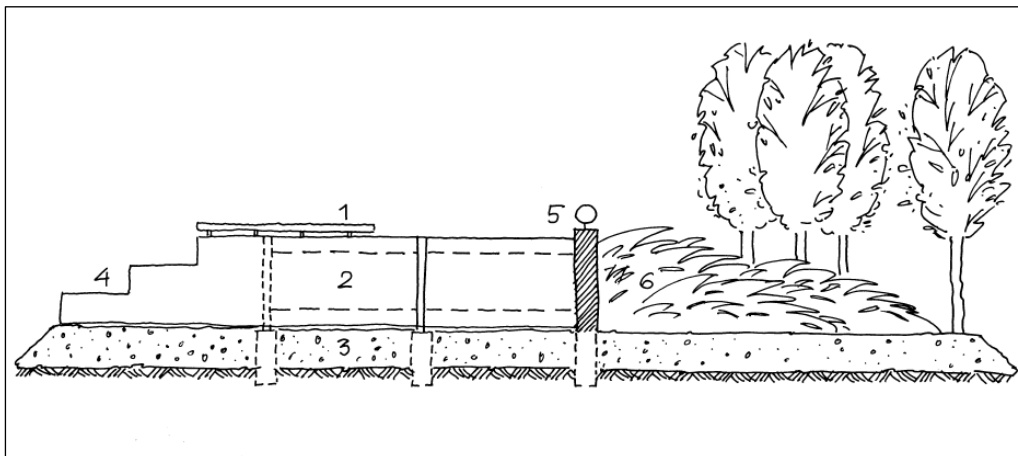
7.4.2.5 Drugi relevantni podatki

Preverijo in upoštevajo se določila iz prostorskih aktov na območju gradnje novih PHK, ki lahko podajajo specifične zahteve glede izgleda PHK in običajno izhajajo iz pogojev glede varstva naravne ali kulturne dediščine, lokalnih občinskih predpisov, varovalnih pasov infrastrukture ipd. V primerih, ko je to relevantno, se upošteva tudi mnenje lokalne skupnosti.

7.4.3 Sestavni deli protihrupnih konstrukcij in njihovo oblikovanje

7.4.3.1 Splošno

PHK je linijski gradbeno inženirski objekt, sestavljen iz zgornjega roba, osrednjega, fasadnega dela, ter spodnjega dela s temeljem. Ima svoj začetek in konec (zaključek). Tehnični način izdelave, medsebojna razmerja med konstrukcijskimi elementi in njihova površinska obdelava vplivajo na končni videz ter s tem povezano estetiko, ter na psihološki učinek, ki ga imajo PHK na uporabnike prostora.



Slika 50: Sestavni deli protihrupnih konstrukcij: 1- zgornji rob, 2 - osrednji del, 3 - spodnji del s temeljem, 4 - zaključek, 5 - poudarjen element, 6 - zasajen zaključek

7.4.3.2 Zgornji rob protihrupne konstrukcije

Oblikovanje zgornjega roba pomembno vpliva na videz celotne PHK, saj definira njen prostorski potek ter poudarja njeno velikost in obliko. Ovrednotenje predlaganega višinskega poteka PHK, ki izhaja iz študije hrupa, ter premislek o morebitni poravnavi zgornjega roba, je zato eden prvih ukrepov pri oblikovanju PHK.

Kako viden bo zgornji rob, je odvisno tako od konstrukcijskih elementov PHK kot od ozadja, na katero se zgornji rob PHK projicira. Pri protihrupnih ograjah (PHO) je zgornji rob vedno jasno načrtan, pri protihrupnih nasipih pa je mehkejši in zabrisan. V urbanem okolju, kjer je ozadje običajno precej raznoliko in ga pretežno definirajo elementi arhitekture, naj bo tudi zgornji rob PHK poudarjen in jasno definiran. V podeželskem zaledju, s prevladujočim ozadjem naravne krajine ali neba, naj bo zgornji rob mehkejši in manj opazen, pri visokih PHO transparenten.

K poudarjenosti zgornjega roba pomembno vpliva tudi sosledje različnih višin na isti ali na sosednjih PHK. Bolj kot je potek zgornjega roba enakomeren, manj je vizualno moteč. Pri dolgih, ravnih potezih ali pri PHK, postavljeni na obeh straneh prometnice, lahko to vodi v monotonijo, ki naj se jo prekine z različnimi posegi (na primer z dodatkom zasaditve, s poudarjenim rastrom stebrov, s spremembo barve ali teksture panelov, s poudarjeno ureditvijo zasilnega izhoda, itd.). Neenakomeren, nazobčano potekajoč zgornji rob protihrupne konstrukcije je opazen in vizualno moteč, zato ga je vedno treba ustrezno korigirati.

7.4.3.3 Osrednji del, fasadni del protihrupne konstrukcije

Gre za vidno najbolj izpostavljeni del PHK, ki zagotavlja blaženje hrupa in ima hkrati največji vpliv na izgled in estetiko celotne PHK. V osnovi je njegov izgled določen z izborom tipa PHK. Pri PHO je fasadni del vedno jasno izražen. Lahko je oblikovan kot sosledje vidnih stebrov z vmesnimi protihrupnimi paneli, ali nevidnih stebrov in stikoma položenih protihrupnih panelov, zaradi katerih se spremeni v eno samo dolgo in široko linijo. Tudi protihrupni nasipi imajo videz dolge in široke linije, ki pa je zaradi zasaditve mehkejša in manj izražena oziroma agresivna. Dodatni učinki pri oblikovanju fasadnega dela se dosežejo z uporabo barv in tekstur ter premišljenim ustvarjanjem vzorca.

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

Pri visokih PHK naj se ploskev osrednjega dela barvno ali teksturno proporcionalno razdeli, da bi njeno celotno višino na videz zmanjšali. Pri protihrupnih nasipih to vlogo prevzame dodatek grmovne zasaditve ali kombinacija nasipa in protihrupnih panelov. Če je možno, naj bo pri PHO glede na višino v proporcionalnem razmerju tudi dolžina protihrupnih panelov. Na voznike deluje ugodno tudi žagasti sistem postavitve PHO, pri katerem je v vidnem polju voznikov vedno samo krajša stranica, ki je v celoti iz transparentnih panelov.

Izgled daljših sklopov več posameznih PHK naj bo vizualno soroden, razlike naj temeljijo na spremembi enega likovnega elementa (na primer barvnega odtenka ali texture), medtem ko preostali likovni elementi ostanejo enaki (na primer višina, ritem postavitve). Temu principu se sledi tudi pri obnovi ali dopolnitvah obstoječih PHK, ki naj bodo obstoječim podobne v vsaj enem likovnem elementu.

7.4.3.4 Spodnji del

Izgled spodnjega dela PHK je odvisen od tipa temeljne konstrukcije in odmika PHK od prometnice. V primeru PHO, ki so ustrezno odmaknjene od prometnice (vsaj 3 – 5 m) se njen spodnji del lahko zakrije z ozelenjenim zemeljskim nasipom. Z vegetacijo se obsadi tudi spodnji del protihrupnih ograj, ki so postavljene na brežino, kar na videz zmanjša njihovo višino.

7.4.3.5 Izvedba zaključkov

Vsaka PHK ima začetek in konec oziroma zaključek, ki ga je pri visokih PHK potrebno oblikovati na način, da se namesto odsekanega doseže na pogled prijetnejše, postopno zniževanje višine.

Dolžina zaključka PHK oziroma način stopničenja zaključka se mora prilagoditi višini in konstrukcijski zasnovi. V podeželskem okolju se, če je to mogoče, oba zaključka obsadi in zakrije z nasadom višjih grmovnic. V takem primeru dodatno stopničenje PHK ni potrebno. Zasaditev se predvidi že nekaj metrov pred zaključkom PHK in podaljša najmanj v dolžini treh njenih višin.

Prav tako je vizualno ugodno zapolniti krajše razdalje med obstoječimi premostitvenimi objekti in PHK, ter jo tako, na primer, potegniti v obstoječi zemeljski nasip, vkop ali do nadvoza. Višina podaljšanega dela je lahko enaka višini PHK, pri daljših razdaljah naj se proporcionalno zniža. Kot element povezave se lahko uporabi tudi zasaditev.

7.4.4 Podrobnejša priporočila za oblikovanje protihrupnih konstrukcij

Protihrupne konstrukcije so zaradi načina gradnje, ki je potrebna, da dosežejo zvočno učinkovitost, same po sebi izstopajoč prostorski element, ki se, brez ustreznih oblikovalskih posegov, težko vključijo v okolje. Problematici sta predvsem višina in sklenjen linijski potek. Estetika PHK je sicer stvar osebnega mnenja vsakega posameznika in je hkrati tudi odsev splošne kulture in tradicije, zato enoznačnih oblikovalskih rešitev ni mogoče predpisati. Na splošno pri njihovem oblikovanju sledimo skladnosti oblikovanja posameznega dela PHK do celote in celote PHK do prostora.

Likovne prvine, s katerimi lahko vplivamo na izgled PHK, so linija, oblika, barva in tekstura. Kompozicijska načela, s katerimi urejamo odnose med njimi, pa so ponavljanje, kontrast, ravnovesje, upoštevanje prostorskega merila ter proporcev. Poleg tega na izgled PHK vplivajo še drugi spremenljivi elementi, na katere nimamo bistvenega vpliva, kot so pozicija opazovanja, vreme, svetlobne in sezonske razmere ter hitrost gibanja.

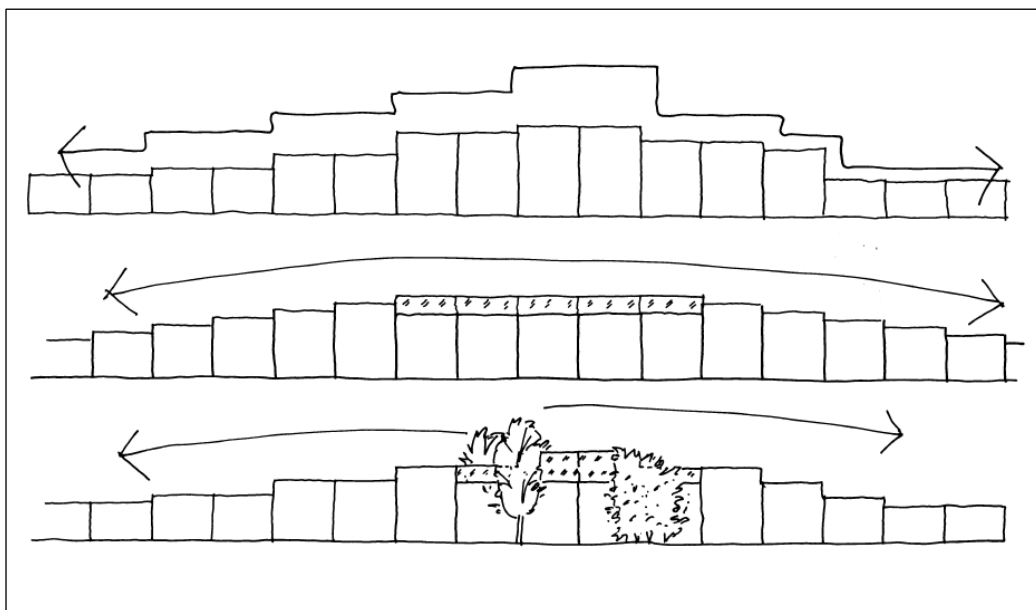
7.4.4.1 Linija in oblika

Linija in oblika sta najbolj dominantni deli PHK. Linija predstavlja povezavo med dvema točkama in vedno pritegne pogled, da ji sledimo v smeri njenega gibanja. Dolge in ravne linije imajo dominantni značaj in niso značilne za naravno okolje. Smer poteka linije (vertikalno, horizontalno, poševno) in njena debelina lahko vzbujajo pri opazovalcih različne psihološke občutke. Lomljena linija je dinamična. Če je lomov na krajši razdalji preveč, lahko deluje vizualno agresivno. Glavna linija PHK je njen zgornji rob, sekundarne so linije vidnih nosilnih stebrov. Linijo lahko zaznamo tudi kot silhueto predmeta, v tem primeru določa njegovo obliko. V osnovi je vsaka PHK geometrijska oblika, z bolj ali manj poudarjenim zgornjim robom. Značilni problemi, ki iz tega izhajajo, so:

- Moteči vpliv na voznike, če je zgornja linija PHK na daljši razdalji neenakomerna.
- Moteči vpliv na voznike zaradi dolgih, ravnih nizov PHK monotonega izgleda. Pri vožnji na avtocesti se tovrstni učinek pojavi, kadar se pogled vozniku ne spremeni po približno 30 sekundah vožnje.
- Neugodno delujejo dolge linije monotono oblikovanih PHK tudi na uporabnike prostora na zaledni strani.

Pri oblikovanju se zato upoštevajo naslednja priporočila:

- Zgornja linija PHK naj bo na celotni dolžini višinsko čim bolj poravnana. Preskoki med višinami naj bodo enakomerni. Če predstavlja predlog aktivne protihrupne zaščite izrazite skoke višin na krajših razdaljah, in bi bil s tem zgornji rob izrazito nazobčan, je treba zgornji rob v največji možni meri poravnati (zvišati) na enotno višino.
- Monotonija dolgih linij PHK se ne razbija z dodatnim ustvarjanjem zalomov zgornje linije, saj ima to prav nasprotni učinek.
- Zgornja linija visokih PHK naj ne bo poudarjena, izjeme so lahko v urbanem okolju.
- Pri PHK, ki poteka po razgibanem terenu, naj bo višinsko stopničenje posameznih elementov na celotni dolžini enakomerno. Zvezni potek PHK po neravnem terenu je primeren za postavitve v podeželskem okolju, vendar vsi absorpcijski materiali tega ne omogočajo.
- Pri dolgih sklenjenih nizih več PHK se monotonija zmanjšuje z uvajanjem kontrastnega/poudarjenega elementa na približno vsakih 800 m. To je npr. zamenjava barvnega odtenka ali texture na fasadi PHK, odmik dela PHK navzven, uvajanje vertikalnega poudarka ipd. Če prostor to dopušča, se takšna sprememba označi tudi z zasaditvijo skupine grmovnic ali dreves. Na zaledni strani se monotonija najlažje omili z zasaditvijo vzdolž protihrupne konstrukcije, kot tudi z uporabo teksturnih in /ali barvnih vzorcev.
- Pri PHK, ki so postavljene na obeh straneh prometnice, naj bosta zgornji liniji na obeh straneh prometnice višinsko čim bolj usklajeni.



Slika 51: Pomen linijske poravnave zgornjega roba protihrupne konstrukcije. Višinski skoki med posameznimi višinami PHO naj bodo izvedeni čim bolj enakomerno, kjer se temu ni mogoče izogniti se mesto stika zakrije zasaditvijo (plezalke na cestni strani, vegetacija na zaledni strani), ali izvede v transparentni obliki

7.4.4.2 Velikost

Velikost je povezana z obliko, pri PHK je njen pomen še posebej izpostavljen. Odvisno od točke opazovanja ima na opazovalce različne učinke, kot na primer:

- Visoke PHK bistveno spremenijo značilno krajinsko sliko prostora, v katerega bodo postavljene, kar lahko vodi v vizualno degradacijo širšega območja.
- Zapirajo se pogledi s prometnice v okolico, zaradi česar se pri voznikih lahko poslabša prostorska orientacija.
- Pri dolgih PHK, ki so postavljene na obeh straneh ceste, pri voznikih lahko nastopi občutek utesnjenosti zaradi tunnelskega učinka.
- Visoke PHK lahko osenčijo stanovanjske in druge objekte.
- Zaradi neugodnega razmerja med višino in širino PHK lahko odsekani zaključki visokih PHK dajejo vtis, da je konstrukcija nedokončana oziroma, da je celotna izvedba nestabilna.
- Zaledna stran pri visokih PHK se vizualno slabo vključuje v stanovanjsko okolje (pojavi se asociacija na zaporniški zid).

Pri oblikovanju se zato upoštevajo naslednja priporočila:

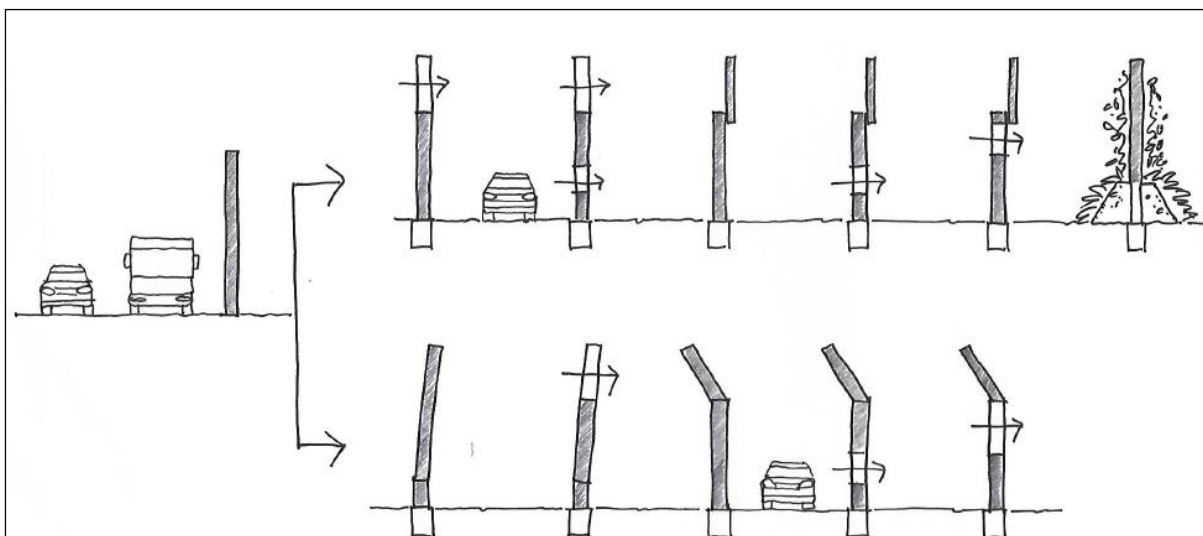
- Do 2 m visoke PHK v prostoru vizualno niso moteče. Primerne so za postavitev znotraj vaških ali primestnih naselij. Če prostor to dopušča naj se uredijo v obliki ozelenjenih nasipov.
- PHK med 2 in 4 m višine so prostorsko opazne, vendar vizualno še sprejemljive, saj jih je z uporabo ustreznih ukrepov še vedno mogoče uspešno vključiti v merilo grajenega prostora. Vozniku še vedno omogočajo delni vizualni stik z okolico. Če prostor to

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

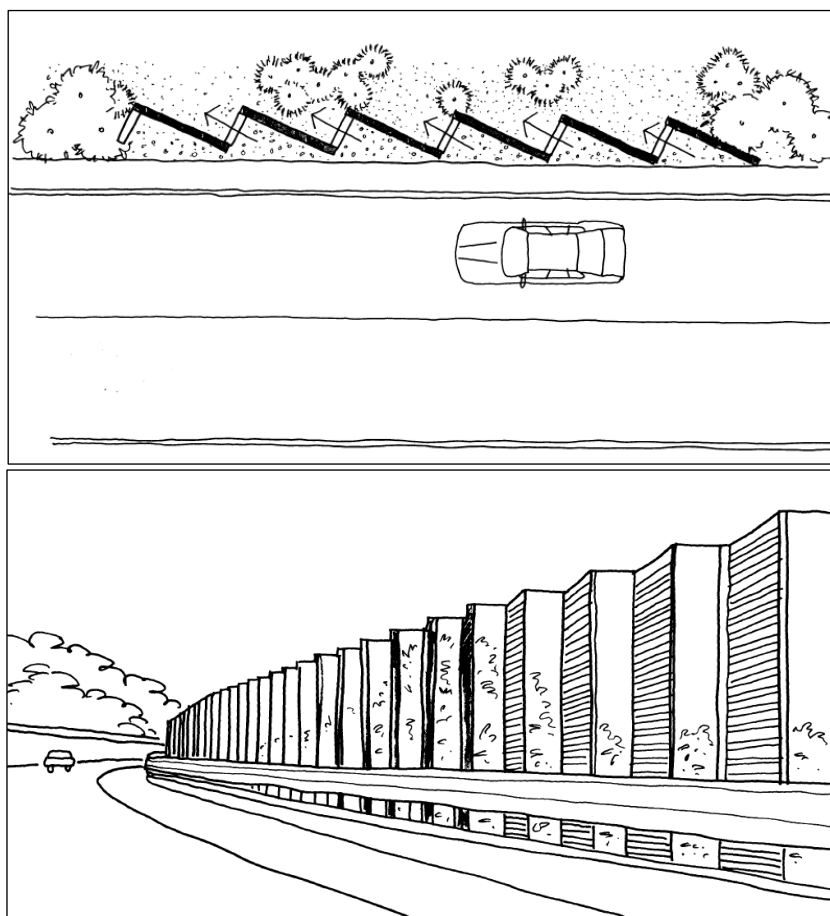
dopušča naj se uredijo v obliki ozelenjenih nasipov s kombinacijo z grajenim zgornjim zaključkom.

- PHO, ki so višje od 4 m, je težko vključiti v prostor, ne da bi delovale moteče, tako za voznike, kot za uporabnike na zaledni stran. Višina naj se navidezno zmanjša z enim ali kombinacijo več ukrepov, kot na primer:
 - Z uporabo transparentnih panelov v zgornjem delu PHK.
 - Z žagasto izvedbo in uporabo transparentnih panelov na zalomih.
 - Z barvnim in/ali teksturnim poudarkom horizontalnih linij. Širina posameznih poudarjenih linij naj bo proporcionalna glede na skupno višino PHK. Vizualno prijetno delujejo delitve na tretjine oziroma tiste, ki so blizu razmerju zlatega reza. Uredi se tako cestno kot zaledno stran.
 - Brez poudarka vertikalnih linij.
 - Z razpiranjem oziroma odmikom celotne višine PHK od vertikale navzven za 2- 5 stopinj.
 - Z odmikom samo zgornjega dela PHK od vertikale navzven.
 - Z zalomom zgornjega dela PHK navznoter.
 - Če prostor to dopušča, z izvedbo nizkega nasipa in zasaditvijo sprednjega dela PHK s srednjevisokimi grmovnicami.
 - Z zasaditvijo zalednega dela PHK s srednjevisokimi grmovnicami ali plezalkami.
 - Stik dveh različno visokih PHK naj se raje izvede z vmesnim odmikom in ne direktno.
- Občutek utesnjenosti pri voznikih na cestah, zaradi dolgih, obojestransko postavljenih PHK neposredno ob vozišču, se lahko omili z vstavljanjem transparentnih panelov v višino voznikovega očišča, to je na višini med 1 in 2m nad voziščem. Pomembno je, da je linija transparentnih panelov na celotni razdalji sklenjena. Izmenično postavljanje transparentnih in polnih protihrupnih panelov povzroča neugodno bliskanje svetlobe, ki je v sončnem vremenu posebno izrazito.
- Zaključki visokih PHK naj se postopno znižujejo ali zakrijejo s pasom zasaditve.

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

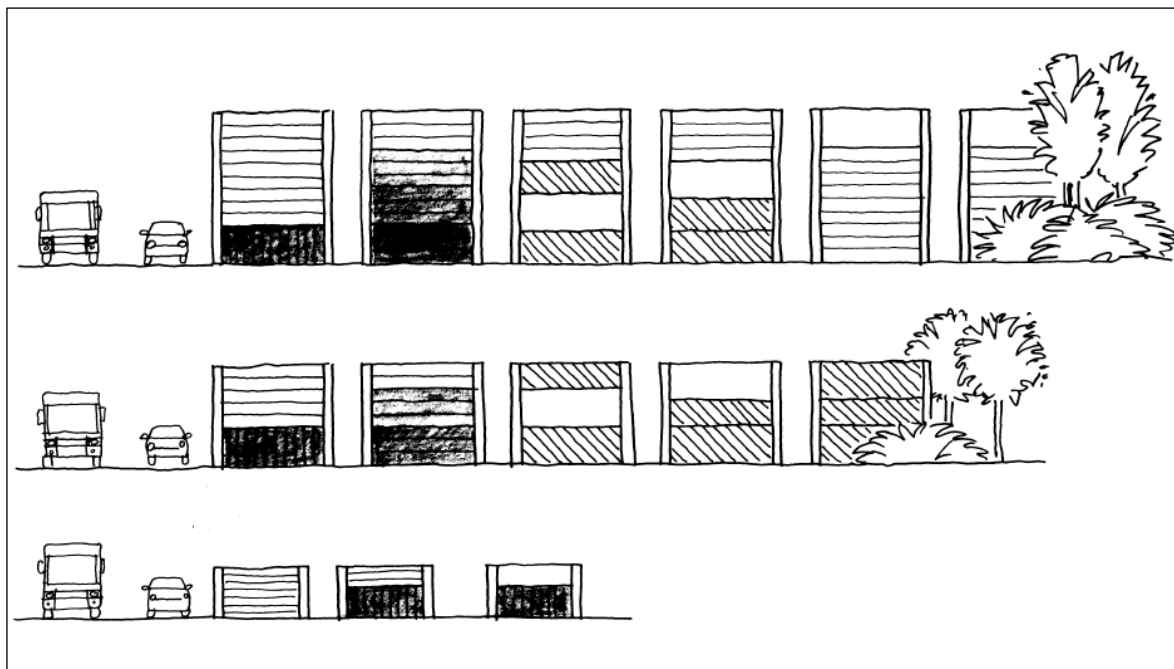


Slika 52: Ukrepi za optično nižanje visokih protihrupnih zaščit s spreminjanjem vertikalne linije, z dodatki transparenta ali z zasaditvijo.

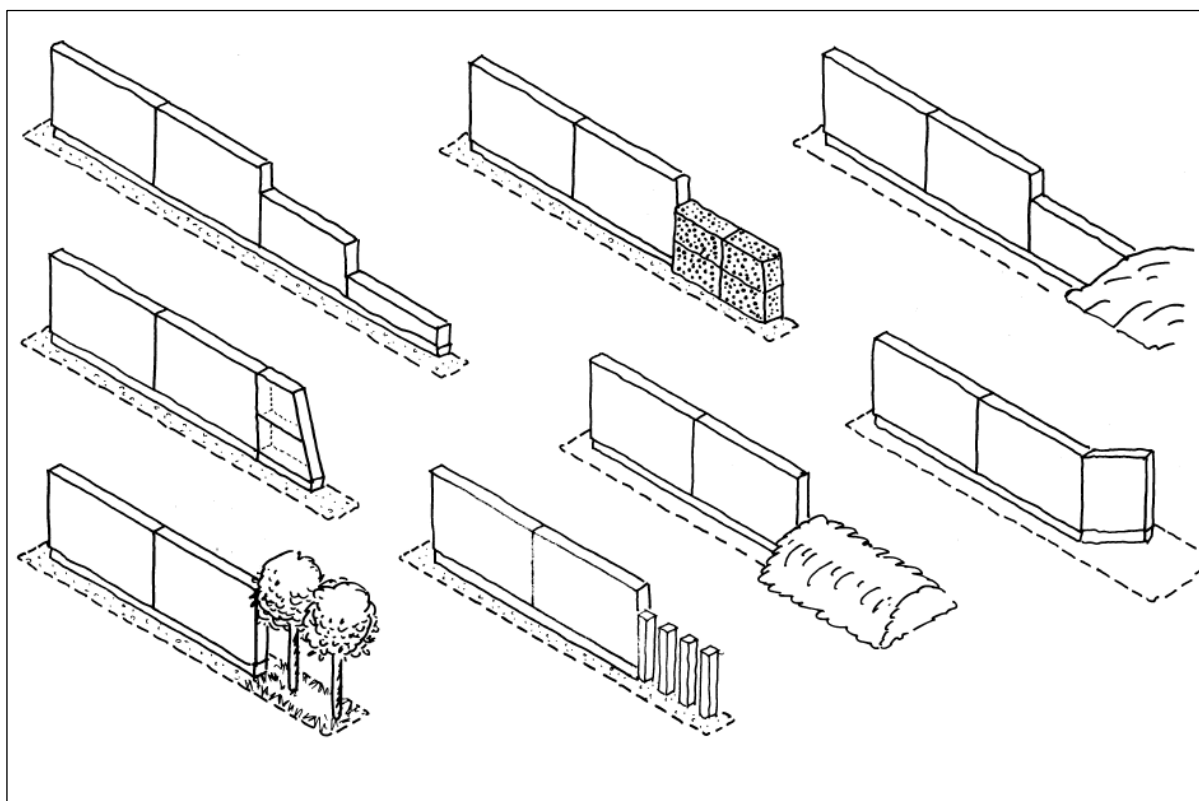


Slika 53: Žagasti potek protihrupne ograje (tloris in pogled)

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

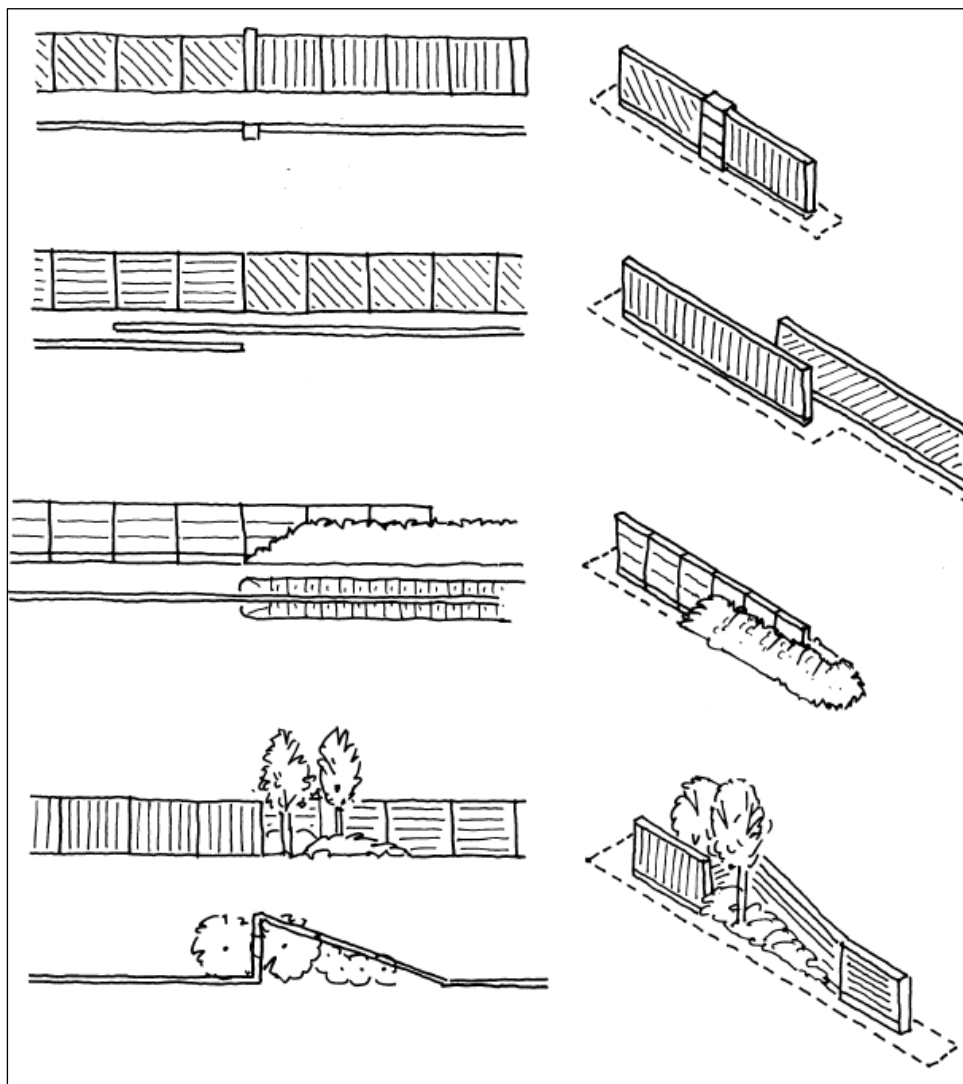


Slika 54: Ukrepi za optično nižanje visokih protihrupnih zaščit z obdelavo fasadnega dela protihrupnega panela

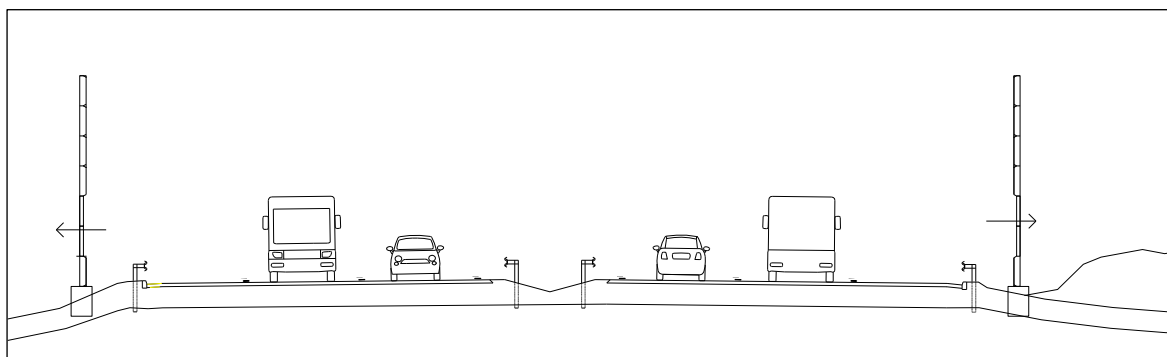


Slika 55: Možne izvedbe zaključkov protihrupnih konstrukcij (stopničenje, gabioni z zasaditvijo, podaljšek v brežino, s transparentom, z zemeljskim nasipom, z zalomom, z zasaditvijo, z dodatnimi elementi)

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH



Slika 56: Možni načini izvedbe stika med protihrupnimi konstrukcijami iz različnih materialov. Menjava različnih materialov (zamenjava težke konstrukcije za lažjo) se običajno izvede na območjih nad objekti (mostovi, prepusti, nadvozi) lahko se jo izvede tudi za prekinitev monotonije daljših potez PHK, z uvajanjem spremembe na približno 800 m (nov poudarjen element, s prekrivanjem, z nišo z zasaditvijo, na območju zasilnega izhoda).



Slika 57: Omilitev tunelskega učinka visokih protihrupnih ograj z uvajanjem transparenta na višini voznikovega očišča

7.4.4.3 Barva

Vsaka PHO ima določeno barvo, ki izhaja iz barvnih odtenkov njenih konstrukcijskih elementov. Pomembno je, da se jih med seboj uskladi in poenoti oziroma izbere tiste barvne odtenke, s katerimi se lahko PHK najbolje vključi v okolje. Značilnosti barv v prostoru so:

- Nasičene barve in kontrastne kombinacije pritegnejo pozornost.
- Neskladne barvne kombinacije delujejo moteče.
- Harmonične barvne kombinacije in pastelni barvni odtenki delujejo povezovalno in pomirjujoče.
- Pri nekaterih vrstah protihrupnih materialov je možnost izbire barv omejena.
- Barvno je treba obravnavati tako prometni kot zaledni del, saj sta običajno oba vidna iz širše okolice.
- Svetla barva betonske površine zalednega dela enostransko absorpcijskih PHO se slabo vključuje v krajino in deluje moteče.
- Na cestni strani zaradi umazanije, ki jo povzroča promet, vse barve sčasoma potemniijo.
- Vizualno dojemanje prostora se spreminja glede na letni čas, vremenske razmere in uro dneva. Določene barvne kombinacije ali skladnost barvne/teksturne sheme s krajinskim ozadjem so v različnih letnih obdobjih bolj ali manj usklajene, celovito rešitev je težko doseči.

Pri oblikovanju se zato upošteva naslednja priporočila:

- Zaradi velikosti izpostavljene površine PHK je barva zelo izrazit element njenega prostorskega poudarka, zato jo je treba izbrati premišljeno.
- Nasičene barve in kontrastne kombinacije se uporablja samo posamično, kjer je to za voznika pomembno (na primer označitev območje zasilnega izhoda ali klica v sili). Kontrastno obarvana površina mora biti v tem primeru dovolj velika, da jo voznik pri hitrosti vožnje lahko zazna.
- Barve PHK naj se ujemajo z barvno skalo zalednega prostora. Pri izboru in kombiniranju različnih barv naj prevladujejo harmonične kombinacije.
- Svetla barva betonskega zalednega dela PHO vizualno ni primerna zato se jo barvno niansira bodisi s pigmentiranjem betonske mase ali z dodajanjem različnih oblog.
- Če so PHO postavljene neposredno ob prometnico naj bo njihova barva v svetlejšem odtenku. V višini voznikovega očišča pa se lahko doda vodilno, ožjo, temno linijo.
- Pri PHO, ki so postavljene neposredno ob prometnico se upošteva tudi vidik varnosti. PHO mora biti vidna tudi ponoči ali v pogojih slabe vidljivosti (megla, slabo vreme ipd.)
- Temnejši barvni odtenki so manj izstopajoči, omogočajo skladnejše vizualno vključevanje v krajino in so zato primernejši za PHO s prevladujočim naravnim zaledjem, ki so odmaknjene od vozišča. Pri izbiri barve se predhodno določi barvno skalo okolice in na podlagi tega izbere barvni odtenek. Primerna je uporaba temnejših odtenkov zelene, rjave, sivo-rjave ali sive barve.
- V urbanem okolju z barvitim ozadjem stavbnih fasad naj bo barva PHO čim bolj nevtralna in pastelna. Odvisno od konteksta prostora je za linijo zgornjega roba dopustna tudi uporaba močnejših barvnih odtenkov.

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

- Pri protihrupnih ograjah se barvni poudarek in oblikovanje vzorca lahko doseže tudi z barvanjem vidnih nosilnih stebrov. Pri dolgih linijah PHO naj bo ta poudarek manj izrazit in usklajen s prevladujočo barvo protihrupnih panelov.
- Pri določenih absorpcijskih materialih se barvni odtenek površine lahko primerno spremeni že samo z zamenjavo teksturnega vzorca, ob ohranitvi enake barve.
- Nekateri običajno uporabljenih barvni odtenki po klasični RAL barvni lestvici so: beli: RAL 1013, 9001 sivi in sivo-zeleni: RAL 7002, 7003, 7004, 7030, 7032, 7033, 7034, 7035, 7038, 7044, 7045 rjavi: RAL 1001, 1011, 8024, 8025 zeleni: RAL 6003, 6011, 6020.

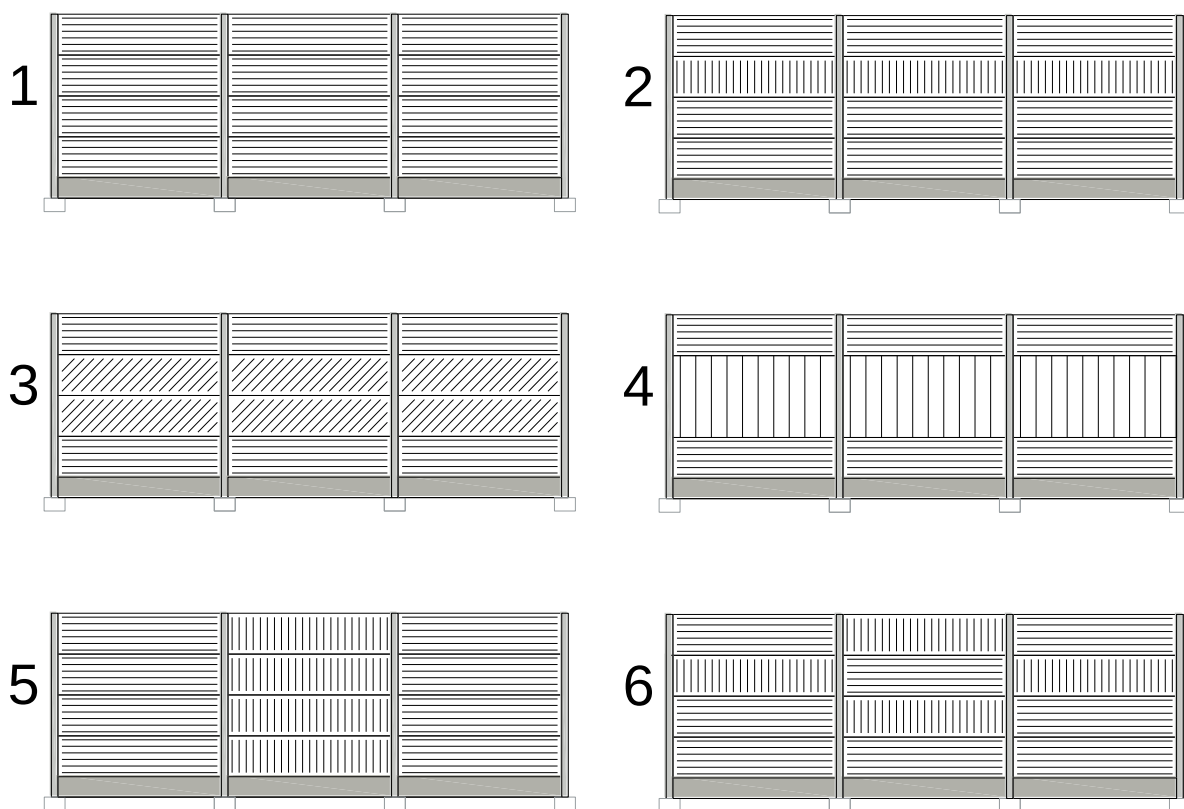
7.4.4.4 Tekstura

Tekstura je odraz površinskih lastnosti materialov. Vsak material ima svojo značilno teksturo, ki je ni mogoče spremeniti. Lahko je drobna /fina, srednja ali groba. Teksturo pri vegetaciji določajo velikost, oblika in razporeditev listov, vejic in vej ter se sezonsko spreminja. Značilnosti teksture v prostoru so:

- Vizualni učinek teksture je manjši kot pri uporabi barv, lahko pa ga dopolnjuje.
- Drobna tekstura površino na videz poveča, groba zmanjša.
- Transparentni, kovinski in plastični materiali imajo izrazito gladko teksturo, ki v določenih razmerah ustvarja svetlobni odboj, bodisi avtomobilskih žarometov ali sončne svetlobe, kar lahko neugodno vpliva na voznike in s tem slabša prometno varnost. Vpliv svetlobnega odboja je lahko moteč tudi za stanovalce na zaledni strani.

Pri oblikovanju se zato upoštevajo naslednja priporočila:

- Če se za ustvarjanje vzorcev ali vizualnih poudarkov na PHK uporabi teksturo naj bo le-ta na prometni strani groba/poudarjena, saj voznik zaradi hitrosti vožnje ne zazna drobnih vzorcev.
- Teksturni vzorec na zaledni strani, ki je v neposrednem vizualnem stiku večjega števila opazovalcev (na primer ob javnih površinah) ali če so postavljene neposredno ob stanovanjske hiše, je lahko izdelan z več detajli.
- Kombiniranje različnih tekstur se lahko uporabi za ustvarjanje vzorca, s katerim se omili monotonijo dolgih PHK ali na videz zmanjša višino visokih.
- Teksturni vzorec na različnih vrstah protihrupnih nasipov nastane na podlagi vzorca zasaditve.
- Zaradi motečega učinka odboja svetlobe se predhodno oceni, kje uporaba transparentnih ali kovinskih panelov ni primerna.



Slika 58: Ustvarjanje vzorca z uporabo teksture: 1 - enotna tekstura na vseh panelih, 2, 3, 4 - sprememba teksture na posameznem panelu in ponavljanje vzorca, 5 - izmenična menjava teksture med paneli, 6 - menjava teksture na vsakem panelu

7.4.4.5 Vzorci

Z uporabo kompozicijskih načel oblikujemo različne površinske oziroma prostorske vzorce, s katerimi PHK pridobi svoj dokončni izgled. Značilnosti oblikovanja vzorcev na PHK so:

- Osnovna kompozicijska načela, ki se uporabljajo pri ustvarjanju vzorcev na PHO, so ponavljanje, kontrast, ravnotežje, upoštevanje merila prostora ter proporcij.
- Izstopajoči ali neobičajni vzorci, izvedeni na daljših razdaljah, lahko povzročijo nezadovoljstvo in kritične odzive javnosti ter po nepotrebnem vzbujajo pozornost voznikov oziroma uporabnikov na zaledni strani, zato naj bo njihov izbor zadržan.
- Učinek vzorcev, ki ga doda zasaditev, je odvisen od letnega časa.

Pri oblikovanju se zato upošteva naslednja priporočila:

Ponavljjanje je osnovni način oblikovanja vzorcev na PHK, kar še posebej velja za PHO. S ponavljanjem posameznega elementa PHK nastane ritem, s pomočjo katerega dolga linija PHK dobi prijetnejši videz. Ritem je lahko enostaven (ponavljanje enega elementa ali ene likovne prvine) ali kompleksen (ponavljanje več elementov ali več likovnih prvin). Bolj kot je ritem kompleksen bolj vizualno poudarjena ali celo moteča lahko postane celotna PHK. Dolge in visoke PHK brez ritma so monotone in dolgočasne. Pri oblikovanju PHK naj bo glavni poudarek ustvarjanje enostavnega prostorskega ritma.

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

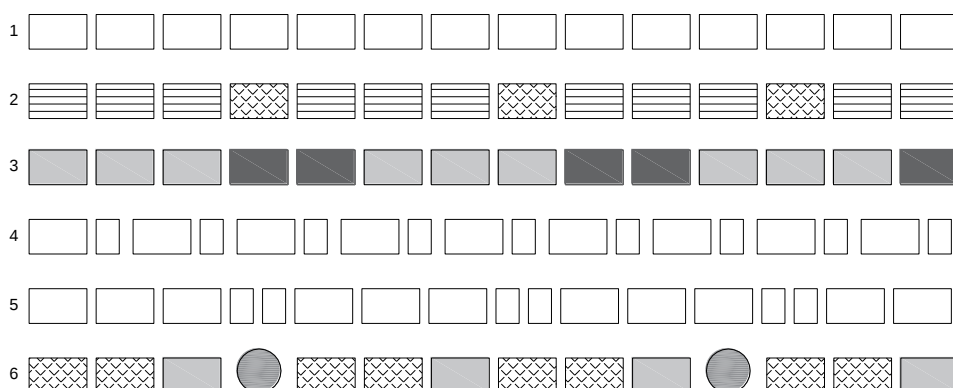
Kontrast nastane na podlagi razlik v barvi, teksturi ali obliki, lahko se ga uporabi tudi za ustvarjanje ritma, pomeni pa, da izbrani element vidno izstopa in s tem poudari svoj pomen. Bolj kot je ta poudarek izrazit bolj dominanten - opazen je kontrastni element. Glede na to, da je vsaka PHK zaradi svoje osnovne oblike in velikosti že sama po sebi kontrastna do okolja v katerega je postavljena, naj bo dodatna uporaba kontrasta pri oblikovanju PHK omejena samo na posamezne izbrane točke, ki so pomembne za orientacijo voznikov. V urbanem okolju je uporaba kontrasta lahko upravičena tudi na zalednem delu, v podeželskem in naravnem zaledju pa naj ga bo čim manj. Pri oblikovanju PHK dosežemo najbolj izrazite kontraste s pomočjo barv ali spremembe zgornje linije. V krajini so PHK v svetlih barvah bolj izrazite in izstopajoče kot tiste v temnejših.

Ravnovesje govori o razporeditvi elementov vzdolž navidezne prostorske osi in izraža stabilnost in uravnoteženost, ki je pomemben element doživljanja vožnje. Če je razporeditev na obeh straneh enaka govorimo o simetriji ali simetričnem ravnovesju, sicer je ravnovesje asimetrično. Pri obojestranskih postavitvah PHK je zato pomembno, da so vizualno uravnotežene, kar lahko dosežemo s sorodnim načinom poravnave zgornjega roba, z enakim načinom izvedbe zgornje linije PHK oziroma s ponavljanjem enakih barvnih ali teksturnih vzorcev na obeh straneh.

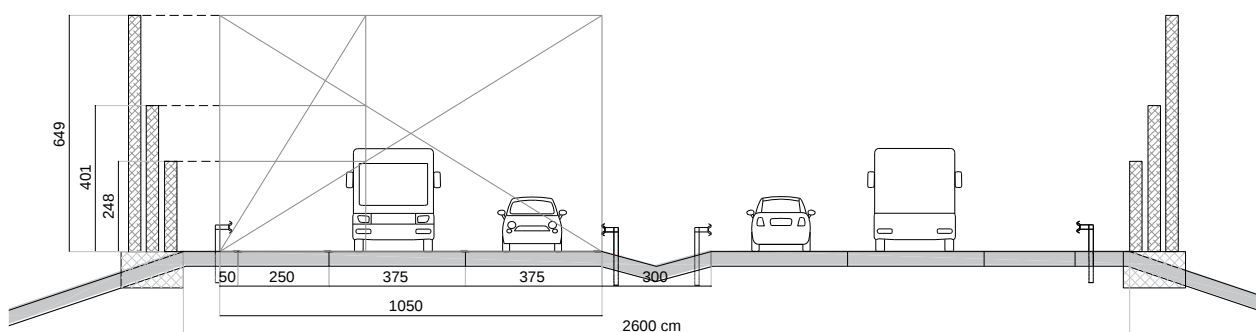
Vsak prostor ima določeno merilo, ki ga določajo višine njegovih sestavnih elementov (geomorfološki elementi krajine, poselitev, vegetacija). PHK s svojo višino lahko bistveno posežejo v obstoječe merilo prostora in postanejo njegov najbolj poudarjeni del, s čimer ga lahko bistveno spremenijo tudi degradirajo. Ker so višine PHK pogojene z zvočnimi izračuni in jih ni mogoče bistveno spreminjati, je treba pri visokih PHK preveriti, na kakšen način jih je mogoče prilagoditi merilu prostora. To je možno narediti na primer z uvajanjem transparentnih oken na zgornji del, z zamikom zgornjega dela konstrukcije, z uporabo barv ali pa z zasaditvijo zalednega dela vsaj delno zakriti poglede na njihovo celotno višino. Na prometni strani visoke PHK, ki dejansko niso prilagojene merilu ceste, na voznike delujejo neprijetno in s tem slabo vplivajo na varnost vožnje. V skrajnem primeru se, v korist ohranjanja obstoječega prostorskega merila, za zmanjšanje hrupa izbere še druge ukrepe.

Proporc govori o velikostnih ali številčnih razmerjih med posameznimi prostorskimi elementi. Bolj kot so ti med seboj usklajeni bolj vizualno uravnotežen in estetsko prijeten je videti prostor. Ugodne proporce se lahko doseže z uporabo razmerja zlatega reza, oziroma razmerij 3:5 ali 5:8. S proporci naj se v največji možni meri uskladi razmerja med sestavnimi deli PHK konstrukcij (razmerje med višino in dolžino posameznega protihrupnega panela, razmerje med višino zasaditve in višino PHK, razmerje med višino nasipa in nadgradnjo iz drugega materiala in podobno) ali izvede delitev ploskve protihrupnega panela na manjše površine. Ob upoštevanju širine posameznega vozišča naj višina PHK v avtocestnem koridorju nebi presegala 62% širine vozišča, oziroma naj bi se gibala med 24 in 38%. Ob ostalih cestah naj nebi presegala 60% širine vozišča, oziroma naj bi se gibala med 22 in 36%. PHK, ki so višje delujejo vizualno moteče, saj so izven skladnega vizualnega proporca hkrati pa lahko tudi spreminjajo merilo prostora.

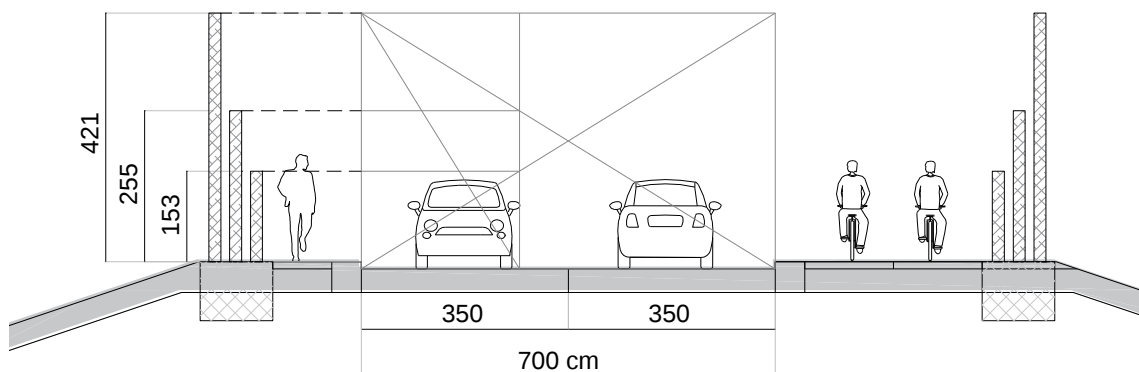
PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH



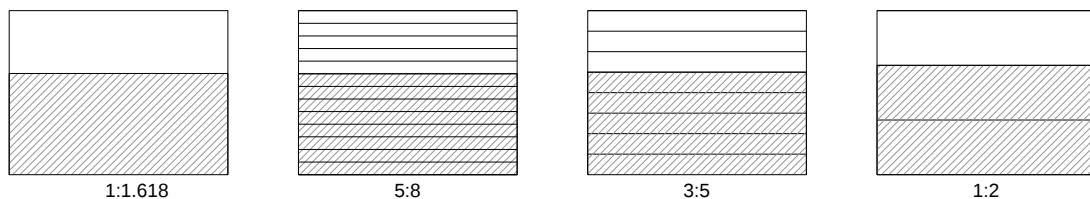
Slika 59: Ustvarjanje ritma na podlagi kontrasta. 1 - ponavljanje enakih elementov - ni ritma. 2 - 5 - s ponavljanjem elementov različnih tekstur, barv ali oblik nastane ritem. Ritmični vzorec je lahko enostaven ali kompleksen. Večji kot je razlika med elementi, bolj poudarjen je ritem. Obsežnejše ureditve s kompleksnim in poudarjenim ritmom so v prostoru lahko vizualno moteče. 6 - Element, ki se od drugih izrazito razlikuje postane dominantna.



Slika 60: Velikostna razmerja v avtocestnem koridorju. Na podlagi razmerij zlatega reza, ki izhajajo iz dejanskih dimenzij tipskega prečnega profila avtoceste, lahko s pomočjo notranje delitve navideznega pravokotnika določimo vizualno prijetna razmerja, ki se v tem primeru nanašajo na višine protihrupnih konstrukcij. Le-te naj bi se gibale med 250 in 400 cm, vsekakor pa naj nebi presegale višine 650 cm. Iz vizualnega vidika naj bi se torej višina PHK gibala med 24 in 38% širine vozišča in naj nebi presegla 62%.



Slika 61: Velikostna razmerja na dvopasovnih cestah. Na podlagi razmerij zlatega reza, ki izhajajo iz dejanskih dimenzij tipskega prečnega profila ceste, lahko s pomočjo notranje delitve navideznega pravokotnika, določimo vizualno prijetna razmerja, ki se v tem primeru nanašajo na višine protihrupnih konstrukcij. Le-te naj bi se gibale med 160 in 260 cm, vsekakor pa naj nebi presegale višine 420 cm. Iz vizualnega vidika naj bi se torej višina PHK gibala med 22 in 36% širine vozišča in naj nebi presegla 60%.



Slika 62: Delitev ploskve panela v vizualno ugodnih proporcih.

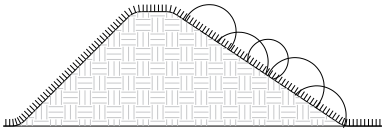
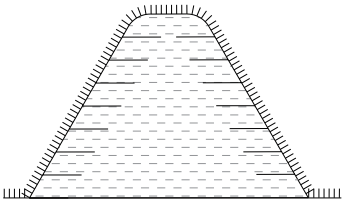
7.4.5 Primerjalne značilnosti različnih vrst protihrupnih konstrukcij

Za blaženje hrupa je možno izbirati med različnimi vrstami PHK, ki vse ustrezajo predpisanim kriterijem. Med njimi pa so v izgledu lahko precejšnje razlike, zato na podlagi posameznih prednosti in pomanjkljivosti izberemo tiste, ki so na danih lokacijah najprimernejše.

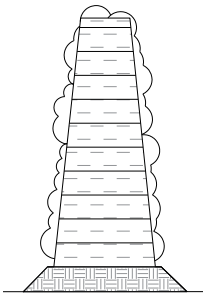
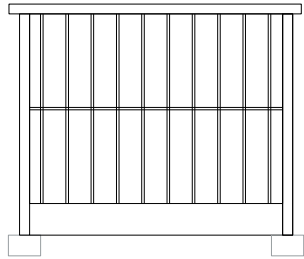
Preglednica 7.1: Značilnosti različnih vrst protihrupnih konstrukcij glede na njihov izgled

VRSTA IZVEDBE	OSNOVNE ZNAČILNOSTI	POMANKLJIVOSTI
NASIPI Različne vrste ozelenjenih nasipov z blagim do strmim naklonom.		
<u>Zemeljski nasip:</u> Ozelenjen, umetno izdelan nasip iz naravne zemljine. Nakloni med 1:1 do 2:3	Idealna PHK v pretežno podeželskem okolju, ki zahteva minimalno vzdrževanje in omogoča razvoj samonikle drevesne in grmovne vegetacije. Življenjska doba je dolga, oziroma neomejena.	Zavzamejo precej prostora. Niso primerni za visoke PHK. Za enak protihrupni učinek morajo biti višje kot protihrupne ograje.

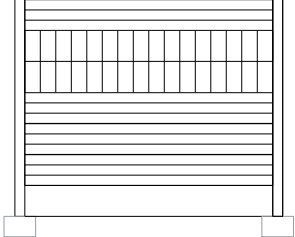
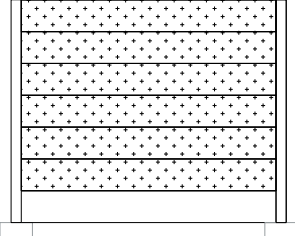
PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

VRSTA IZVEDBE	OSNOVNE ZNAČILNOSTI	POMANKLJIVOSTI
 Naklon proti cestišču je lahko strmejši, če je utrjen z različnimi betonskimi prefabrikati (betonske kašte, betonske skodelice).	Za nižje in daljše zaščite. Omogoča preoblikovanja, ki obliko nasipa lahko približajo obliki naravnega reliefa. Na zaledni strani je mogoče nagib brežine prilagoditi obstoječemu terenu. Z leti se njihov izgled vse bolj približa izgledu naravnega zaledja. Za boljši zvočni učinek se jih lahko kombinira z nadgradnjo iz različnih vrst panelov.	
<u>Armirana brežina:</u> Ozelenjena umetna brežina iz krivljene armaturne mreže in dodatnih ojačitvenih materialov, ki omogočajo izvedbo nasipnih plasti, ki so medij za razvoj koreninskega sistema trav oziroma lesnatih rastlin. Naklon do 60° 	Idealna PHK v pretežno podeželskem in primestnem okolju, omogoča razvoj samonikle vegetacije. Življenjska doba je dolga, oziroma neomejena. Tehnični videz brežine se lahko omili s saditvijo manjših ali večjih skupin grmovnic na zgornjem delu nasipa. Na zaledni strani je mogoče nagib brežine prilagoditi obstoječemu terenu. Ozelenitev se izvede s setvijo travno-zeliščne mešanice ali z vrbovimi potaknjenci. Možna je dodatna saditev drugih vrst grmovnic. Dolgoročno se bo razvila samovzdržna rastlinska združba na sušnem rastišču, z naselitvijo rastlin iz okolice. Vzdrževanje travnatih brežin je enostavno, omejeno na največ tri košnje v sezoni. Prispevajo k izboljšanju mikroklima in povečanju ekološke pestrosti.	Za uspešno ozelenitev je pomembna kvalitetna izvedba, ki omogoča dober razvoj vegetacije v prvem letu, saj kasneje rastnega sloja ni mogoče več dodajati. V prvem letu vraščanja je treba zagotoviti ustrezno zalivanje. Na vetru in soncu izpostavljenih lokacijah se rastline razvijajo počasneje in površine morda ne prekrijejo popolnoma. Vzdrževanje z grmovnicami zasajenih brežin zahteva njihovo obrezovanje na 3 - 4 leta. Saditev dreves ni predvidena.
<u>Zelene stene:</u> Nosilna trapezna kovinska konstrukcija, zapolnjena z ustreznim substratom in v celoti ozelenjena. Naklon nad 60°	Zavzemajo malo prostora in so na obeh straneh sčasoma popolnoma preraščene z različnimi plezavimi rastlinami. Večinoma gre za saditev različnih sort bršljanov oziroma divje trte ali srobotov. Ob zagotovljenem rednem vzdrževanju jih je mogoče ozeleniti tudi s cvetočimi trajnicami ali s pokrovnimi grmovnicami.	Za vzpodbujanje začetne rasti in tudi za kasnejšo zagotovitev ugodnih rastnih pogojev je obvezno treba zagotoviti zalivalni sistem, kvaliteten rastni substrat in redno, sezonsko vzdrževanje. Zaradi specifičnosti rastišča je izbor primernih rastlin omejen in skromen, videz je lahko monoton. Na sušnih območjih in brez zalivalnega sistema lahko rastline kmalu propadejo.

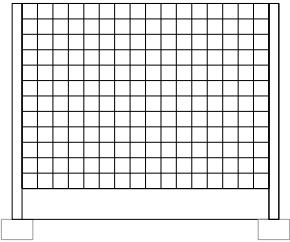
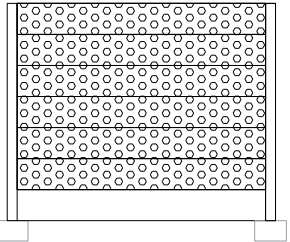
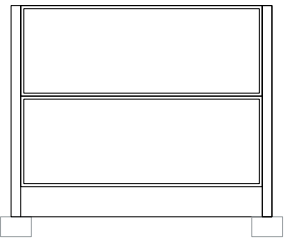
PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

VRSTA IZVEDBE	OSNOVNE ZNAČILNOSTI	POMANKLJIVOSTI
	Primerne so tudi za urbana območja, kjer prispevajo k izboljšanju mikroklima in povečanju ekološke pestrosti.	Za doseganje želenega protihrupnega učinka je pomemben tudi izbor nosilnega substrata.
OGRAJE Sestavljene so iz temeljne konstrukcije in montažne nadgradnje, ki jo sestavljajo stebri, parapetne grede, protihrupni paneli ter krovni element.		
<u>Leseni absorpcijski protihrupni paneli:</u> Sestavljeni so iz lesenega »okvirja« (opažnih desk in letev) ter absorpcijskega polnila. 	Netretirani les sčasoma posivi in je vizualno nevpadljiv, dobro se vključi v naravno in ruralno zaledje. Zaradi neugodnih vplivov iz ceste (voda, sneg, sol) je primeren predvsem za PHK, ki so oddaljene od cestišča. Ob izboru kvalitetnih vrst lesa je življenjska doba lahko dolga. Z različno razporeditvijo lesenih letvic, enakih ali različnih presekov je možno oblikovati različne površinske vzorce. Možna je tudi uporaba, posebej za ta namen pripravljenih, olupljenih vrbovih vej.	Netretirani les ima krajšo življenjsko dobo (do 10 let) in je za to rabo manj primeren. Odvisno od načina impregnacije lahko postane tretirani les po koncu uporabe nevaren odpadek, ki zahteva posebno obravnavo. Obvezno je treba izvesti zaščito pred neugodnim delovanjem vlage (dvig panelov od tal, izvedba zaključne kape). Obsaditev z višjimi grmovnicami ali plezavimi rastlinami naj bo omejena samo na posamezne lokacije. Plezalke lahko, z načinom razraščanja, poškodujejo posamezne lesene elemente. Ob rastlinah se zadržuje več vlage, kar pospeši razkroj lesa. Možne so poškodbe zaščitne folije in absorpcijskega polnila zaradi delovanja živali ali lesenih delov zaradi organskih škodljivcev. Zaradi izpostavljenosti vremenskim razmeram so vsi leseni deli podvrženi različnim deformacijam kot so to zvijanje, pikanje ali krčenje, kar vse lahko zmanjša učinkovitost zvočne zaščite in estetski izgled celotne PHK.
<u>Betonski paneli z. absorpcijsko oblogo iz različnih materialov:</u> kot npr. lesocement, ekspandirana glina ali porobeton.	Ob uporabi izbranih barvnih odtenkov in tekstur absorpcijskih oblog jih je mogoče ustrezno vključiti tako v urbano kot primestno okolje.	Na videz robustne in masivne, kar ustreza okolju avtoceste ali železnice, manj pa območjem znotraj vaških ali primestnih naselij, kjer naj se jih zato

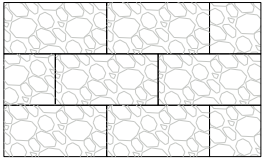
PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

VRSTA IZVEDBE	OSNOVNE ZNAČILNOSTI	POMANKLJIVOSTI
	Obstaja standardni nabor nekaj različnih barvnih odtenkov in tekstur, možnost izdelave barvnih odtenkov po naročilu. Velika možnost ustvarjanja različnih teksturnih in barvnih vzorcev. Možno jih je ozeleniti, bodisi s plezavimi rastlinami ali z obsaditvijo spodnjega dela z grmovnicami, s čimer se omili njihov tehnični videz. Izvedba zalivalnih sistemov za rastline ni potrebna. Absorpcijske obloge z grobo teksturo so manj privlačne za risanje grafitov. Trajne, dolgoročno ohranijo svoj načrtovani izgled.	kombinira z zasaditvijo in drobno teksturo absorpcijskega materiala. Z leti vsi barvni odtenki na prometni strani potemnijo in se umažejo. Delno se stanje lahko izboljša z montažo zaključnih kap. Obloge se lahko odkrušijo - poškodujejo, tudi odpadejo zaradi različnih vrst udarcev na prometni strani ali vandalizma na zaledni strani. Ob sanaciji se mora izvesti zamenjava celotnih panelov. Možen pojav izcvetenja zaradi česar so videti lisaste. V primeru enostranske absorpcije je obvezno treba obdelati tudi zaledno betonsko stran z barvanjem, izvedbo reliefnih vzorcev ali dodatnimi oblogami (les, lesocement). Neobdelan zaledni del je privlačen za risanje grafitov, kar dolgoročno vodi v vizualno degradacijo celotnega zalednega območja.
<u>Paneli iz krivljene ALU pločevine in ekstrudiranih ALU profilov:</u> 	Velika možnost prilagajanja zaledju z barvanjem v kakršnikoli barvni odtenek po RAL lestvici. Barvni odtenki so čisti in izraziti. Zaledna in prometna stran sta obdelani hkrati, lahko tudi v različnih barvnih odtenkih. Sorodni elementom cestnega in urbanega okolja. Gladka površinska tekstura, (perforacija panelov) ne ustvarja izrazitega površinskega vzorca. Možnost izvedbe tiska vzorcev na površino panelov za doseganje posebnih vizualnih učinkov.	Z leti potemnijo in se umažejo, kar je še posebej opazno na svetlih barvnih odtenkih. Na senčnih lokacijah se na panelih, z leti začnejo razraščati mahovi. V pretežno naravnem zaledju lahko določene barve delujejo tuje, izstopajoče in 'industrijsko'. Možen je pojav korozije in kasnejše razpadanja kovinske površine panela. Možen je neprijeten pojav odboja svetlobe v določenih vremenskih razmerah. Niso primerne za preraščanje s plezavimi rastlinami, na sončnih legah se paneli poleti zelo segrejejo. Rastline lahko poškodujejo stike med paneli in stebri. Privlačni za risanje grafitov.
<u>Paneli z alu okvirjem, galvanizirano jekleno mrežo,</u> in absorpcijskim polnilom zaščitnim s polietilensko tkanino.	Videz panelov v glavnem določa barva zaščitne polietilenske tkanine. Obstaja standardni nabor nekaj različnih sivih in zelenih barvnih odtenkov.	Brez zasaditve imajo izgled tehnične varovalne ograje in se jih v takšni obliki ne uporablja pri visokih in dolgih PHK.

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

VRSTA IZVEDBE	OSNOVNE ZNAČILNOSTI	POMANKLJIVOSTI
	Teksturo površine določa galvanizirana jeklena mreža s kvadratnimi ali pravokotnimi okni (na primer 150 x 150, 100 x 250). Zaledna in cestna stran sta enaki. Jeklena mreža je hkrati tudi opora za vzpenjave rastline, ki se jih posadi ob spodnji rob konstrukcije. Primerne so za območja, kjer je zaželena izvedba ozelenitve (podeželje ali primestje) in kjer je dovolj prostora, da se ob spodnjem robu lahko uredi ustrezno rastišče. Zasaditev se lahko izvede tudi z vmesnimi presledki.	Zasaditev je treba redno vzdrževati. Imajo en sam teksturni vzorec, ki ga ni mogoče spreminjati zato so na daljših potezah, brez zasaditve, enolične in monotone.
<u>Paneli iz umetnih mas in recikliranih umetnih mas</u> 	Na videz zelo podobni ALU panelom. Izdelani v obliki posameznih, ožjih panelov, ki se zlagajo do potrebne višine. Površinska tekstura je gladka z enotnim vzorcem perforacije. Poleg tipskih barv (rjava, zelena, siva, črna) so možni tudi drugi barvni odtenki. Za mestna, primestna in industrijska okolja.	Imajo en sam teksturni vzorec, ki ga ni mogoče spreminjati zato so na daljših potezah enolične in monotone. Po preteku dobe trajanja jih je treba reciklirati sicer so obremenjujoč odpadki za okolje.
<u>Transparentni paneli</u> 	Odpirajo poglede navzven, omogočajo vizualno povezovanje voznikov z zalednim okoljem in izboljšajo prostorsko orientacijo. Primerni za navidezno nižanje visokih PHK. Omogočajo osvetlitev zalednega dela. Nekatere transparentne materiale je možno kriviti v različne ločne oblike. Trajnost je omejena.	Z leti se umažejo zato zahtevajo periodično čiščenje. Z leti lahko porumenijo ali izgubijo prosojnost. Možnosti poškodb zaradi vplivov iz ceste na spodnjih panelih. Privlačni za risanje grafitov, ki lahko popolnoma prekrijejo prosojnost panelov. Neprijeten svetlobni odboj ponoči ali ko so paneli mokri, ter na cestnih krivinah, kar lahko vpliva na zmanjšano varnost vožnje. Kjer obstaja nevarnost ptičjih trkov mora biti površina polepljena z vzorcem črt ali pik. Se jih ne kombinira z zasaditvijo.
<u>Protihrupni gabioni:</u> kovinske mrežne košare, polnjene s kamnitim materialom	Primerni so za podeželsko okolje, posebej še, če so polnjeni z lokalnim materialom in obsajene.	Visoke gabionske stene brez zasaditve delujejo nenaravno, posebej še v zaledju v katerem ni

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

VRSTA IZVEDBE	OSNOVNE ZNAČILNOSTI	POMANKLJIVOSTI
in zvočno izolacijskim sredinskim slojem 	Omogočajo obsaditev s plezavimi rastlinami. Z leti jih lahko preraste tudi zaledna avtohtona vegetacija. Možna je izbira polnilnega materiala glede na barvni odtenek ali kombinacije različnih vrst materialov za teksturni poudarek. Trajna izvedba z minimalnim vzdrževanjem.	vidnih geomorfoloških pojavov. Spominjajo lahko na kamnolom. Tehnično zahtevnejši so detajli pri posegih, ki zahtevajo prehode skozi gabionsko steno.
KOMBINACIJE RAZLIČNIH MATERIALOV		
- Zemeljski nasip s protihrupnimi paneli na zgornjem delu (transparent, kovinski paneli, betonski paneli). Višina panelov mora biti manjša od polovice celotne višine PHK. - Betonski paneli z lesocemento oblogo na spodnjem delu in leseni paneli na zgornjem delu - Betonski, leseni, paneli iz umetnih mas ali kovinski paneli z vložki ali nadgradnjo s transparentnimi paneli. - Gabionska stena kot zaključni element vseh vrst PHK, ali kot poudarjen vmesni element PHO ali kot prehodni element med različnimi vrstami PHK - Menjava gabionskih sten z lesenimi in transparentnimi paneli.	Kombinacije različnih vrst materialov omogočajo večjo oblikovalsko fleksibilnost pri umeščanju protihrupnih konstrukcij v prostor in ustvarjanje zanimivih rešitev. Različne materiale se lahko kombinira na istem panelu ali pa se, pri dolgih linijah PHK, materiali zamenjajo na posamezni PHK. Pri nekaterih izvedbah je možna tudi kombinacija različnih materialov na prometni in zaledni strani, z namenom izboljšanja videza zaledne strani (na primer izvedba lesene obloge na zaledni strani betonskih ali kovinskih panelov).	Če različne materiale med seboj ne povezuje skupni kompozicijski element lahko izvedba deluje neskladno in vizualno moteče. Pretirana uporaba različnih materialov na kratkih razdaljah deluje vizualno moteče. Celoten sistem več protihrupnih konstrukcij, ki si sledijo ena za drugo na sklenjenem območju naj bo oblikovno poenoten.

7.4.6 Vandalizem

Gre za namerno povzročanje škode zaradi fizičnega uničevanja delov PHK. Eden od pogostih pojavov vandalizma je risanje grafitov na protihrupne panele. Na prometni strani takšni posegi po nepotrebnem vzbujajo pozornost voznikov, na zaledni strani prispevajo k degradaciji bivalnega okolja. Grafiti na transparentnih panelih lahko v celoti zaprejo njihovo prosojnost. Odstranjevanje grafitov je sicer možno s kemičnimi postopki, fizičnim odstranjevanjem ali s prebarvanjem, vendar vsi absorpcijski materiali za takšne posege niso primerni in se jih lahko trajno poškoduje. Običajno so učinki odstranjevanja kratkoročni, saj se grafiti prej ali slej ponovno pojavijo.

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

Možnosti pojava grafitov je treba oceniti že v fazi izdelave elaborata oblikovanja z analizo okolja v katerega bodo protihrupne konstrukcije postavljene, ter predvideti ukrepe, ki bi tovrstno dejavnost lahko preprečile ali omilile. Rešitve so običajno mogoče z:

- izbiro takšnih absorpcijskih materialov, ki zaradi grobe teksture niso atraktivni za risanje grafitov
- izvedbo zaščitnih premazov, ki zmanjšujejo poroznost nosilnega materiala ali takih, ki onemogočajo sprijemanje barv s podlago
- ozelenitvijo protihrupnih konstrukcij s plezavimi rastlinami
- izvedbo goste ozelenitve neposredno ob PHK
- montažo kovinskih mrež neposredno pred panele, kar onemogoča izvedbo risanja
- dogovorom z lokalno skupnostjo o možnih lokacijah, kjer bi bili grafiti sprejemljivi

7.4.7 Posebnosti oblikovanja protihrupnih konstrukcij ob železnici

Pri oblikovanju PHK, ki bodo zgrajene ob železniških progah je treba, poleg splošnih načel, upoštevati tudi določene posebnosti in sicer:

- V nasprotju z razmerami na cestah, ima prometna stran PHK ob železniški progi na uporabnike (potniki, strojevodja) minimalni vizualni vpliv, zelo pomembno pa je oblikovanje zaledne strani. Železniška proga je v prostoru, sama po sebi, malo vidna. Z izgradnjo PHK pa bo linijsko potekajoča proga dobila svojo trajno, tridimenzionalno komponento in zato postala zelo opazna tudi v širšem prostoru, posebno še, če proga poteka po višjem nasipu. Takšna sprememba, na dolgih razdaljah, lahko vodi tudi v vizualno degradacijo prostora. Glavni element oblikovanja je v tem primeru barva. V podeželskem in primestnem okolju se izbira barvne odtenke, ki so skladni s prevladujočo barvno shemo zaledja, primernejši so temnejši odtenki zelene, sive ali rjave. Za razbijanje monotonije dolgih potez se dodaja enostavne teksturne vzorce. V urbanem okolju naj bo izbrani barvni odtenek nevtralen v odnosu do barv stavbnih fasad, tekstura naj bo groba, ker je manj privlačna za risanje grafitov. Poudarjena je lahko zgornja linija PHK.
- Prometna stran PHK je lahko oblikovana enostavno, brez posebnih barvnih ali teksturnih vzorcev, saj bodo zaradi umazanije, ki prihaja iz tirov prej ali slej postali nerazpoznavni.
- Oblikovanje PHK na območju železniških postaj se izdelava z več detajli oziroma prilagodi konceptu celostne ureditve, če ta obstaja.
- Uporaba transparenta je omejena samo na tiste lokacije, kjer je to res potrebno.
- Običajno so PHK vzdolž železnice nižje kot ob cestah, zaradi blagih naklonov proge je zgornja linija večinoma poravnana in pri oblikovanju v tem pogledu ne predstavlja posebnih problemov.
- Zasaditev na zaledni strani se načrtuje le izjemoma, če je to zares potrebno in bo zagotovljeno tudi njeno redno vzdrževanje. Pri izboru rastlin in vrsti zasaditve se upošteva pravila za izvedbo saditev v varovalnem progovnem pasu.

7.4.8 Zaporedje postopkov pri oblikovanju protihrupnih konstrukcij

Oblikovanje PHK je kompleksen postopek, ki nastaja skozi različne delovne faze, ki se med seboj povezujejo in nadgrajujejo. Obsežnost posamezne faze je odvisna od velikosti projekta in kraja postavitve PHK. V spodnji preglednici so navedeni najpogostejši koraki, postopki in vprašanja, ki se pojavljajo v posameznih delovnih fazah oblikovanja PHK in naj služijo kot

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

pregledne, oporne točke. Vrstni red zajetih tematik znotraj posamezne delovne faze ni obvezujoč, vsebina se prilagodi konkretni situaciji.

Preglednica 7.2: Bistvene oporne točke pri oblikovanju PHK

Delovne faze	Bistvena vprašanja oziroma postopki glede oblikovanja PHK	Drugi povezani postopki
Ogled lokacije postavitve načrtovanih PHK in celovita prostorska analiza.	• Ali in kje bo treba predvideti montažo transparentnih panelov? • Ali bo treba izdelati študijo osončenja za posamezne stanovanjske objekte? • Ali bo treba poskrbeti za zaščito proti vandalizmu? • Ali bo pri gradnji treba zaščititi obstoječa drevesa? • Ali bo treba izvesti stike z obstoječimi premostitvenimi in drugimi objekti in katerimi? • Ali bo treba upoštevati druge specifične zahteve in katere? • Ali se bo treba oblikovno navezati na obstoječe PHK in kako?	Izdelava fotodokumentacije širšega in ožjega območja bodoče gradnje. Določanje barvne sheme obstoječih PHK, premostitvenih in drugih objektov ter poselitve in krajinskega zaledja Določanje merila prostora.
Prvi idejni koncepti oblikovanja PHK.	• Upoštevanje odgovorov na vprašanja iz predhodne faze. • Pregled višinskega poteka predlaganih PHK in predlog poravnave oziroma stopničenja na neravnem terenu. • Višinska uskladitev obojestransko postavljenih PHK. • Izbor vrste ali kombinacije različnih vrst PHK. • Preverjanje potrebe po ukrepih proti svetlobnemu odboju. • Način izvedbe pri zelo visokih PHK. • Izbor barvnih odtenkov. • Lokacije zasaditve. • Način vključevanja PHK v okolje.	Predloge se uskladi tudi s podatki o možnih omejitvah zaradi geomehanskih značilnosti terena, statike premostitvenih objektov, lastništva parcel in podobnega. Upošteva se projektne pogoje odgovornih soglasodajalcev. Upošteva se predloge lokalne skupnosti, če ti obstajajo. Morebitne spremembe predlaganih višin se potrdi s ponovnim zvočnim izračunom.
Idejna zasnova - oblikovanja izbranega tipa PHK.	• Upoštevanje izhodišč iz potrjenega idejnega koncepta. • Način izvedbe zgornjega roba. • Dokončni izbor barvnih odtenkov in tekstur. • Členitev fasadnega dela in ustvarjanje vzorcev. • Omilitev tunelskega efekta. • Ukrepi za vizualno nižanje višine visokih PHK. • Oblikovanje zaključkov. • Oblikovanje priključkov. • Oblikovanje zalednega dela. • Oblikovanje ob zasilnih izhodih. • Oblikovanje na premostitvenih objektih. • Koncept zasaditve.	Vizualizacija predlagane PHK, po potrebi 3D modela. Uskladitev z gradbeno tehničnimi pogoji izvedbe. Po potrebi, preverjanje predloga oblikovanja s ponovnim ogledom lokacije postavite načrtovanih PHK. Stroškovna ocena.

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

Delovne faze	Bistvena vprašanja oziroma postopki glede oblikovanja PHK	Drugi povezani postopki
Študija oblikovanja.	Potrjena ali popravljena oziroma dopolnjena idejna zasnova.	Tehnično poročilo z opisi in navodili za izvedbeni projekt.

8 Mehanska odpornost in stabilnost protihrupnih konstrukcij

8.1 Splošne zahteve

Vsebina tega poglavja se uporablja kot osnova za dokazovanje mehanske odpornosti in stabilnosti samostoječih PHK iz vseh materialov, za katere obstajajo standardizirani postopki dokazovanja konstrukcijske nosilnosti in uporabnosti (Evrokodi, standardi serije EN 1990-1999).

Če se uporabijo materiali, katerih postopki in pravila dokazovanja mehanske odpornosti niso definirana z Evrokodi se smejo namesto pravil Evrokodov uporabiti pravila iz drugih standardov, tehničnih smernic ali drugih tehničnih dokumentov, če je z njimi, ob upoštevanju načel evrokodov, mogoče zagotoviti najmanj enakovredno raven izpolnjevanja zahtev iz Pravilnika o mehanski odpornosti in stabilnosti UL RS 101/05 (npr uporaba gabionov kot PHK, stebri PHO iz umetnih mas, ...).

Zaradi prevladujoče uporabe jekla in betona kot nosilnih elementov PHK bo poudarek večinoma na teh dveh materialih. Obseg kontrol in rešitve se za ostale materiale (les, aluminij) smiselno prilagodi.

V tem poglavju navedene vplive je potrebno upoštevati pri dokazovanju mehanske odpornosti in stabilnosti vseh delov PHK, od primarnih nosilnih konstrukcij (stebrov in temeljev) do sekundarnih konstrukcij (PH polnil in oblog), če te ne izkazujejo potrebne odpornosti s proizvajalčevimi izjavami o lastnostih skladno s SIST EN 14388.

Definirani vplivi nimajo učinka na težkih zemeljskih nasipih in je pri dokazovanju mehanske odpornosti in stabilnosti takih nasipov z geotehničnim izračunom potrebno preverjati le splošno stabilnost brežin, podlag, posedkov in ostalih geotehničnih stanj definiranih v SIST EN 1997.

8.2 Načrtovana življenjska doba

Vsi deli PHK morajo biti dimenzionirani, konstruirani in izvedeni tako, da so zagotovljene načrtovane življenjske dobe v skladu s standardom SIST EN 1990:2004 po razpredelnici 2.1, in sicer:

- | | |
|----------------------------------|---------------------|
| • Temelji in piloti | 50 let-kategorija 4 |
| • Stebri in priključki na temelj | 50 let-kategorija 4 |
| • Paneli in obloge | 25 let-kategorija 3 |

Izbrane življenjske dobe med drugim vplivajo na določitve zaščitnih plasti betona, izbiro korozijske zaščite in drugo.

8.3 Vodenje konstrukcijske zanesljivosti

Kot osnova za določevanje zanesljivosti in izvedbenih razredov jeklenih in betonskih konstrukcij PHK se glede na posledice odpovedi konstrukcije po SIST EN 1990, preglednica B.1 za vertikalne in nagnjene PHK privzame razred CC2, za vertikalne z zalomljenim nadstreškom, ki seže nad vozišče ali tire pa CC3. Za servisno kategorijo jeklenih delov nosilnih konstrukcij po standardu SIST EN 1090-2 se za cestne PHK in železniške PHK pri hitrosti vlakov do 160 km/h privzame SC1, za višje hitrostih pa SC2. Za produktno kategorijo jeklenih konstrukcij se privzame razred PC1. Za vse cestne in železniške jeklene konstrukcij PHK pri hitrostih vlakov pod 160 km/h tako zadošča izvedbeni razred EXC2, za hitrosti vlaka nad 160 km/h pa EXC3.

Za betonske dele nosilnih konstrukcij PHK se po standardu SIST EN 13670 za vse hitrosti vozil privzame izvedbeni razred 2.

8.4 Določitev vplivov

Za določitev vplivov na PHK se prvenstveno privzamejo vplivi navedeni v standardih Evrokod. Del vplivov, ki jih ti standardi ne obravnavajo (npr. sneg pri pluženju) se privzamejo iz področnih standardov za cestno in železniško infrastrukturo. Zaradi različnih definicij nekaterih vplivov na PHK pri uporabi na cestah in železnici se za definiranje obtežbe in dokazovanju mehanske odpornosti in stabilnosti v posameznih poglavjih privzamejo različni vplivi.

8.4.1 Lastna in stalna teža

Vpliv lastne in stalne teže je pomemben pri nagnjenih PHO, ograjah na objektih in podobno. Lastna teža materialov nosilnih konstrukcij se določi na podlagi priročnikov za konstrukcijske elemente ali na podlagi standarda SIST EN 1991-1-1, prav tako teža PH polnil in oblog, če ta ni razvidna iz podatkov v tehničnih listih in Izjavah o lastnostih za tovrstne vgradne elemente. Pri poroznih materialih je potrebno upoštevati suho in mokro stanje materiala saj je lahko razlika v teži znatna, vpliv pa je lahko na izračun ugoden ali neugoden. Predvsem pri ALU panelih s polnili iz mineralne volne je potrebno pridobiti podatke za mokro težo panelov. Teža mokrih panelov se določa skladno s standardom SIST EN 1794-1-aneks B (reducirana mokra teža). Lastna in stalna teža sta razvrščeni kot stalni vpliv.

8.4.2 Obtežba snega

Pri nagnjenih in horizontalnih delih ograj je potrebno upoštevati gravitacijsko obtežbo snega kot spremenljivi vpliv odvisen od lokacije in nadmorske višine skladno s SIST EN 1991-1-3.

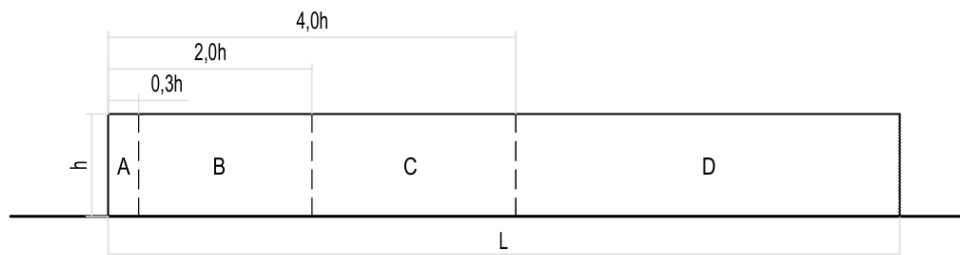
8.4.3 Vplivi vetra

Vpliv vetra se upošteva kot spremenljivi vpliv skladno s standardom SIST EN 1991-1-4 in področnim standardom za železnice SIST EN 16727-1, ki se za vpliv vetra privzame tudi pri cestnih PHK.

8.4.3.1 Protihrupna konstrukcija na terenu

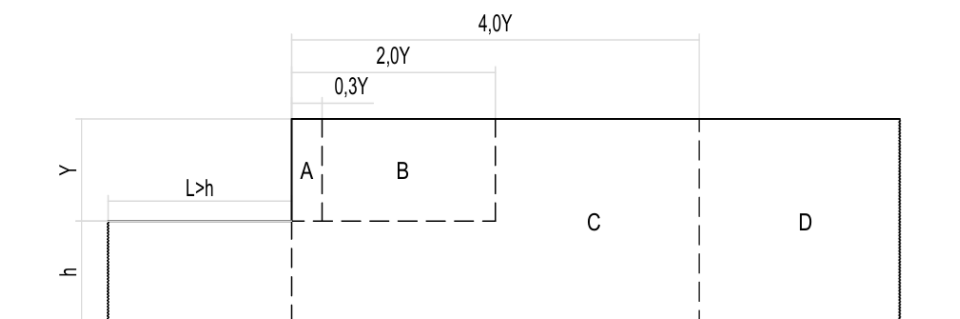
Vpliv vetra na PHK je merodajen pri višjih ograjah. Vpliv je v glavnem odvisen od višine ograj, lokacije in izpostavljenosti, sama intenziteta pa se večja s približevanjem zaključkom ograj. Standard SIST EN 1991-1-4 vzdolž ograje podaja štiri področja (A, B, C, D) z različno intenziteto vetra (koeficienti neto tlaka) kar je potrebno pri dimenzioniranju upoštevati saj dobimo na bolj obremenjenih delih ograj močnejše stebre in priključke ter širše temelje (slika 61).

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH



Slika 63: Razdelitev področij vzdolž PHK

Te različne intenzitete preprečujejo unifikacijo PHK in niso zaželeni. Delno lahko omilimo vpliv različnih intenzitet vetra vzdolž ograje z zniževanjem višine PHK na zaključkih ali z zgostitvijo stebrov vendar je potrebno v vsakem primeru rešitve računsko dokazati. Če se odločimo za zniževanje ograj (stopničenje) je potrebno področja koeficientov neto tlaka na preskokih povzeti po shemi na sliki 62 po SIST EN 16727-1.

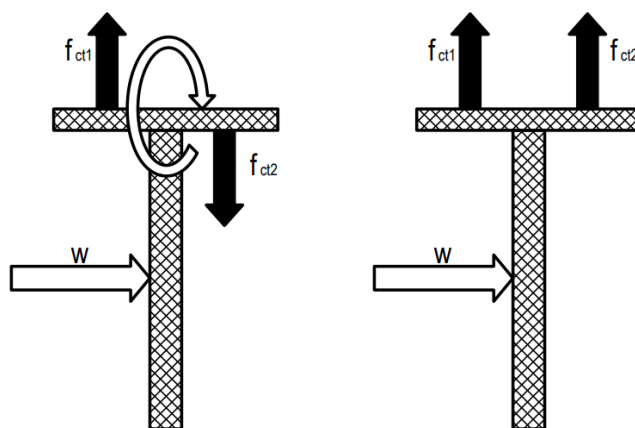


Slika 64: Delitev področij pri stopničenju ograj

Povečani vplivi so tudi pri nagnjenih ograjah ali ograjah zgoraj zaključenih v obliki črke »T«. Povečanje koeficientov neto tlaka pri nagnjenih ograjah (za kot α) je razvidno iz slike 65, dodatna obtežba pri »T« zaključkih vrha PHK pa iz slike 66 pri čemer se korekcijski faktorji vzamejo po SIST EN 16727-1.

	$C_{p,net}$ za navpične PHK	Dodatki $C_{p,net}$ za poševne PHK	
Področje PHK			
	Za $\alpha < 5^\circ$	Za $5^\circ < \alpha < 10^\circ$	Za $\alpha > 20^\circ$
A	3,4	0,1	0,2
B	2,1		
C	1,7		
D	1,2		

Slika 65: Povečanje koeficientov neto tlaka pri nagnjenih PHK



Slika 66: Obtežbe vetra na »T« zaključek vrha PHK

Pri priključevanju ograj na obstoječe ograje, objekte ali nasipe povečane intenzitete (cone A, B, C) niso potrebne.

Pri izračunih PHK zveznih višin je z namenom unifikacije konstrukcij dovoljena poenostavitev upoštevanja vplivov samo z dvema conama. Pri tem se v osrednjih delih ograj računsko privzame cona z najnižjo intenziteto (D), na zaključkih ograj na dolžini 4x višina PHK pa srednja izmed treh s povišano intenziteto, cona (B). Tako dobimo samo dve različni konstrukcijski rešitvi na obravnavani PHK.

8.4.3.2 Protihrupne konstrukcije na premostitvenih objektih

Pri premostitvenih objektih vpliv vetra na PHK zajamemo kot del referenčne površine bočne projekcije celotne mostne konstrukcije. Pri tem parametre za določitev sile vetra na PHK privzamemo iste, kot delujejo na samo mostno konstrukcijo (parametri višine premostitvenega objekta, učinek terena...). Določitev vpliva je razvidna iz standarda SIST EN 1991-1-4, poglavje: Vplivi vetra na mostove.

8.4.4 Aerodinamična obtežba mimo vozečih vozil

Pri vožnji vozil mimo PHK na ograje deluje izmenični aerodinamični površinski tlak in/ali srk. Pri cestnih PHK se do izida nove verzije Eurokodov za ta vpliv privzamejo obtežbe podane v nadaljevanju. Za železnice se privzame po SIST EN 16727-2-2 in aerodinamične vplive definira skladno s tem standardom. Aerodinamični vplivi so spremenljiva obtežba.

8.4.4.1 Cestne protihrupne konstrukcije

PHK na terenu in premostitvenih objektih

Za avtocestne PHK in za PHK ob hitrih cestah se privzame zvezno horizontalno površinsko obtežbo vetra mimo vozečih vozil v velikosti 0.8 kN/m² vzdolž PHK in sicer za oddaljenosti ograj manj od 3.0 m od voznega pasu, pri večjih oddaljenostih ograj tega vpliva ni potrebno upoštevati. Obtežba deluje kot tlak ali srk na ograjo v eno ali drugo smer.

Pri PHK na cestah nižje ranga se upošteva horizontalna obtežba v višini 0.65 kN/m² in sicer za oddaljenosti ograj manj od 1.0 m od voznega pasu, pri večjih oddaljenostih ograj tega vpliva ni potrebno upoštevati.

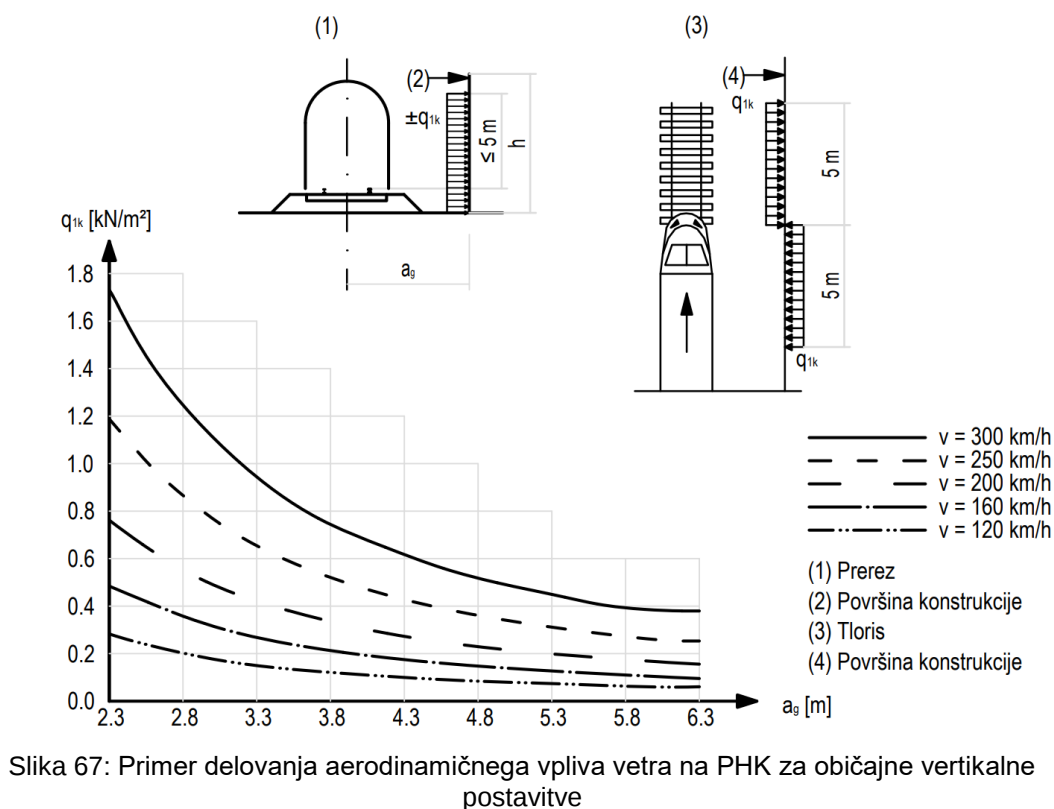
Obloge v predorih

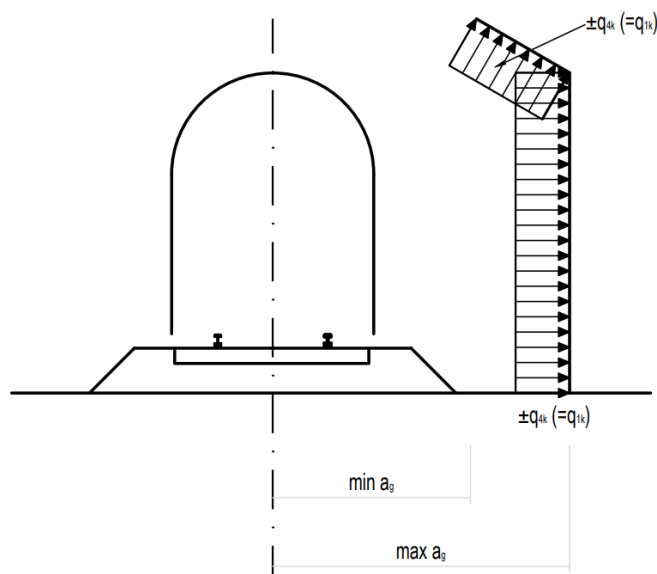
Pri oblogah v eno ali dvosmernih predorih se upošteva vpliv vozil pri vožnji mimo z obtežbo pravokotno na oblogo v velikosti 1.5 kN/m². Obtežba deluje kot tlak ali srk na oblogo v eno ali drugo smer.

8.4.4.2 Železniške protihrupne konstrukcije

PHK na terenu in premostitvenih objektih

Pri določitvi aerodinamičnega vpliva mimo vozečih vlakov na PHK je potrebno upoštevati dva standarda. Prvi je SIST EN 1991-2, ki podaja osnovne aerodinamične obtežbe na različne oblike PHK ob tirih. Za PHK sta predvsem pomembni vertikalna postavitev ograje (slika 67) in zgoraj delno zalomljena ograja proti tirom (slika 68). Intenziteta tega vpliva je po standardu poleg oblike konstrukcije odvisna še od projektne hitrosti vlaka, oddaljenosti konstrukcij od osi tirov in od oblike vlaka. Obtežba je definirana kot zvezna pozitivna površinska (pritisk) na dolžini 5 m, ki ji sledi negativna (srk) prav tako na dolžini 5 m (stilizirana oblika vala). Ta val potuje vzdolž PHK s konico vlaka in obremenjuje konstrukcijske elemente najprej v smeri navzven, nato navznoter.





Slika 68: Primer delovanja aerodinamičnega vpliva vetra na zgoraj zalomljene PHK

Drugi standard SIST EN 16727-2 je nadgradnja prvega in se uporablja samo za vertikalne postavitve PHK. Standard dodatno modificira aerodinamični vpliv mimo vozečega vlaka z ozirom na vzdolžni razmik stebrov, višine ograj in lastno frekvenco ograje.

Obloge v predorih

Za aerodinamično obtežbo se vse tipe oblog v predorih na horizontalnih, vertikalnih ali zaokroženih površinah, za eno ali drugo smer normalno na površino obloge privzame pri hitrostih vlaka:

- do vključno 160 km/h 1.3 kN/m²,
- nad 160 km/h 1.7 kN/m²

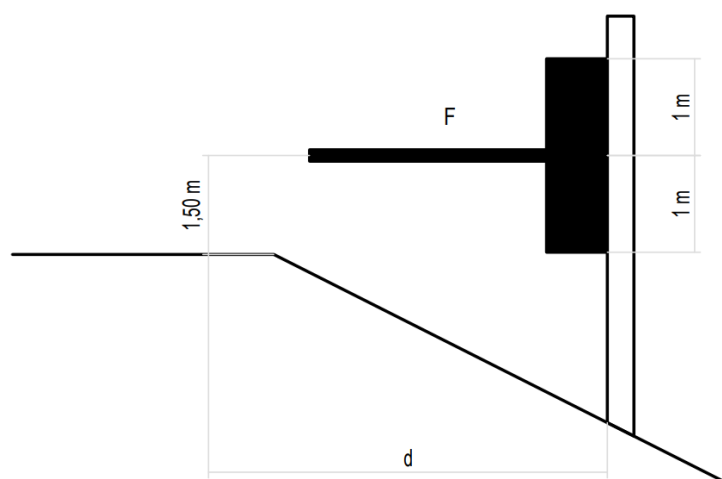
Če je v predorih dvo ali večsmerni promet se zgornje obtežbe poveča za 40%.

8.4.5 Sneg pri pluženju

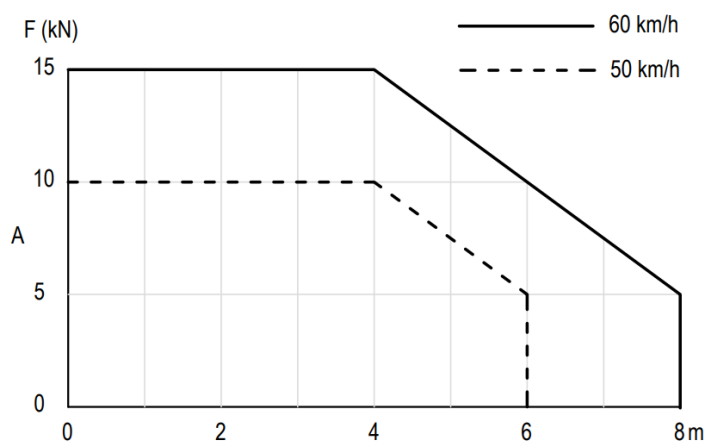
Standard SIST EN 1794-1 za cestne PHK se privzame kot relevanten standard za določitev vplivov pri pluženju snega tudi pri železniških PHK (glej tudi SIST EN 16727-1). Pri tem se upošteva maksimalna hitrost vozila ali vlaka na železnici, ki ta vpliv povzroča 50 km/h.

Pri cestnih PHK se za avtoceste in hitre ceste privzame hitrost vozil pri pluženju 60 km/h, pri regionalnih in lokalnih cestah pa 50 km/h.

Sneg pri pluženju je spremenljiva, potujoča obtežba, ki deluje na površini 2x2 m skoncentrirana v horizontalni sili, ki deluje na PHK na višini 1.5 m od cestišča ali vrha tirnice (slika 69), intenziteta pa pada z oddaljenostjo od roba plužene površine ali tirnice (slika 70).



Slika 69: Shema obtežbe pri pluženju snega



Slika 70: Intenziteta sile pluženja v odvisnosti od hitrosti vozila pri pluženju in oddaljenosti od roba plužene površine

8.4.6 Nalet vozila

PHK se ne smatrajo za varovalne ograje pred naletom vozil in za njih ti vplivi ne veljajo razen pri uporabi certificiranih kombiniranih ograj pri katerih pa se klasičnih izračunov nosilnosti ne izvaja in za njih veljajo certifikati in izjave o lastnostih dobaviteljev.

8.4.7 Seizmični vplivi

Če se za PHK uporablja masivne betonske ograje, zidane, kamnite, gabione ali podobno je potrebno te konstrukcije preveriti tudi na seizmične vplive. Pri tem se uporabi standard SIST EN 1998-1 in poenostavljena analiza. Uporabi se model z eno prostostno stopnjo in z delovanjem potresne sile v težišču PHK. Seizmični vplivi so nezgodna obtežba.

8.4.8 Pešci

Če je možno, da se na premostitvenih objektih v bližini PHK lahko zadržujejo ljudje je potrebo konstrukcijo preveriti na minimalno linijsko obtežbo 1.0 kN/m na višin 1.0 m od kote hodnika. Če je v bližini PHK predvidena le servisna dejavnost je horizontalna obtežba 0.8 kN/m na višini 1.0 m. Običajno te obtežbe niso merodajne. Obtežba pešcev je spremenljiva obtežba.

8.4.9 Udarci kamenja

Udarci kamenja ne predstavljajo računskih vplivov na PHK. Preverjajo se zgolj pri testiranju panelov skladno s SIST EN 1794-1.

8.4.10 Vibracije in efekti utrujanja

Vplivi vibracij in efekti utrujanja se na cestnih in železniških PHK za hitrosti vlakov do 160 km/h ne preverjajo. V primeru predvidenih višjih hitrosti vlakov pa je kontrola teh vplivov po SIST EN 16727-2-1 obvezna.

8.4.11 Temperaturne spremembe in reološki vplivi

Pri PHK izdelanih kot monolitne konstrukcije, zveznih pasovni temeljih, prehodih PHK preko premostitev in psovod tam kjer lahko temperaturne spremembe ali reološki vplivi povzročijo poškodbe nosilne konstrukcije je potrebno preveriti tudi vpliv teh pojavov in po potrebi določiti ustrezne dilatacije. Temperaturni vplivi so definirani v SIST EN 1991-1-5, reološki pa v SIST EN 1992-1-1. Temperaturni vplivi sodijo med spremenljive obtežbe, reološki pa med stalne obtežbe.

8.4.12 Zemeljski pritiski

Določeni deli PHK npr. parapetne grede ali temeljni zidci so lahko izpostavljeni aktivnim ali mirnim zemeljskim pritiskom kot stalni obtežbi. Te vplive se preverja skladno s SIST EN 1997. Parametre zemljin potrebne za določitev vplivov se pridobi na podlagi preliminarne GG poročila ali s projektantsko oceno.

8.5 Kombinacije vplivov

8.5.1 Mejno stanje nosilnosti (MSN)

Pri dokazovanju nosilnosti PHK se preverjajo vsa tri mejna stanja: izguba statičnega ravnotežja oz. prevrnitve (EQU), notranja odpoved nosilnosti ali pretirane deformacije pri čemer je odločilna trdnost materiala (STR) in odpoved nosilnosti tal po temeljem ali pretirana deformacija pri čemer je pomembna trdnost zemljine (GEO). Odpoved zaradi utrujenosti konstrukcije (FAT) se preverja le pri PHK na železnici pri projektni hitrosti vlaka večji od 160 km/h.

Dokazano mora biti, da so projektne vrednosti učinkov kombiniranih vplivov (notranje sile, momenti) manjše od projektnih vrednosti pripadajočih odpornosti.

8.5.2 Mejno stanje uporabnosti (MSU)

Pri dokazovanju mejnega stanja uporabnosti PHK predvsem preverjamo stopnjo pomikov in povesov konstrukcij. Pri betonskih nosilnih elementih se preveri še velikost razpok in nivo napetosti v betonu.

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

Dokazano mora biti da so projektne vrednosti učinkov kombiniranih vplivov izbranega kriterija uporabnosti manjše od mejnih projektnih vrednosti tega kriterija.

8.5.3 Zahtevane kombinacije

Uporabijo se kombinacije vplivov za stalna in začasna projektna stanja in kjer je smiselno za potresna projektna stanja skladno s SIST EN 1990, ob upoštevanju spodaj navedenih pogojev, ki jih zahtevajo področni standardi.

8.5.3.1 Cestne protihrupne konstrukcije

Vpliv vetra, aerodinamična obtežba vozil pri vožnji mimo in sneg pri pluženju se pri MSN in MSU v kombinacijah z drugimi vplivi (lastna teža, gravitacijska teža snega...) med seboj ne kombinirajo.

8.5.3.2 Železniške protihrupne konstrukcije

Vpliv vetra se pri MSN in MSU v kombinacijah (lastna teža, gravitacijska teža snega...) preverja samostojno in skupaj z aerodinamično obtežbo vozil pri vožnji mimo pri čemer se v tem primeru vpliv vetra množi s kombinacijskim faktorjem $\psi=0,6$.

Sneg pri pluženju se pri MSN in MSU v kombinacijah (lastna teža, gravitacijska teža snega...) preverja samostojno.

8.5.4 Projektne vrednosti vplivov

Vplive se v projektnih kombinacijah množi z varnostnimi faktorji navedenimi v SIST EN 1990 glede na projektno mejno stanje, ki se preverja.

8.5.5 Kombinacijski faktorji

Kombinacijski faktorji za kombiniranje vplivov se privzamejo po SIST EN 1991 razen, če ni v področnih standardih določeno drugače.

8.6 Dokazovanje nosilnosti in uporabnosti

V tem poglavju so navedene osnove za dokazovanje nosilnosti in uporabnosti PHK, ki jih je potrebno upoštevati pri konstrukcijskem načrtovanju. Projektant mora vedno analizirati celoten sestav PHK in poleg navedenega upoštevati tudi morebitne dodatne vplive ali kontrole, ki lahko nastopijo pri specifičnih postavitvah PHK in kombinacijah PHO z drugimi konstrukcijskimi elementi.

8.6.1 Protihrupne ograje

8.6.1.1 Stebri

Stebre je potrebno preverjati tako glede mejnega stanja nosilnosti kot mejnega stanja uporabnosti. Pri mejnem stanju nosilnosti je potrebno upoštevati tudi kriterije stabilnosti.

Stanja uporabnosti in mejne vrednosti, ki jih je potrebno dokazati (predvsem mejni pomiki stebrov) so navedeni v področnih standardih. Za vse stebre PHK, ki jih obravnavajo te smernice se glede na standard SIST EN 1794-1 Aneks A, tabela A.1 privzame tip konstrukcijskega elementa »d2« in mejni pomik zaradi vetra na vrhu $L/150$. Edino pri zahtevani kombinaciji vetra in aerodinamičnega vetra pri vožnji mimo za železniške PHK v SIST EN 16727-1 se lahko uporabi ugodnejši kriterij mejnega pomika na vrhu $L/100$. Pri kontroli

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

pomikov zaradi vetra in aerodinamični obtežbi mimo vozečih vozil se uporablja karakteristična vrednost vpliva. Kontrola pomikov zaradi pluzenja snega ni potrebna, napetosti v stebru pri tem vplivu pa morajo ostati v elastičnem področju.

8.6.1.2 Priključki

Priključki stebra na temelj so bistven element nosilnosti celotne PHK. Izvedba priključka stebra na temelj je lahko vijačena (predvsem jekleni stebri) ali izvedena z zalivanjem stebra v temeljno čašo (jekleni in betonski stebri).

Pri vijačenih priključkih ločimo predhodno in naknadno vgrajena sidra pri čemer se dokazovanje nosilnosti bistveno razlikuje.

Pri predhodno vgrajenih sidrih se poslužujemo klasičnih postopkov dokazovanja nosilnosti vijakov na posamezne in kombinirane obremenitve ter prenosa sidrskih sil na beton.

Za kontrolo naknadno vgrajenih vijakov se običajno uporablja programska opremo dobavitelja vijakov, ki mora izkazovati skladnost izračuna s Tehničnim poročilom EOTA TR 029. Potrebno se je zavedati, da pri naknadno vgrajenih vijakih ni mogoče izvajati sidrskih zank, kljuk ipd in je zaradi tega zmanjšanje nosilnosti teh vijakov zaradi bližine roba betona in majhne medsebojne razdalje sider veliko. So pa tovrstna sidra edina rešitev pri naknadni montaži PHK na hodnike premostitvenih objektov in hkrati omogočajo precej kreativne rešitve.

Projektant predpiše obseg in-situ testiranj naknadno vgrajenih vijakov na izvek za preverbo privzetih materialnih parametrov in predpostavk izračunov. Predlagan odstotek testiranih vijakov je 2-10%, običajno 5%. Vijake se testira v delovnem območju obtežb, brez porušitve, testirani vijaki in podlaga pa po testu ne smejo izkazovati nikakršnih poškodb.

Pri obeh tipih vijačenih priključkov je potrebno poleg dokaza nosilnost vijakov preveriti tudi priključni zvar stebra na priključno pločevino, izbrano kvaliteto in debelino priključne pločevine, morebitna priključna rebra z zvari ter ostale kontrole, ki dokazujejo nosilnost priključka kot celote.

8.6.1.3 Parapetne grede

Parapetne grede so običajno tanjši betonski elementi namenjeni zapolnitvi prostora med PH paneli in spodnjim terenom. Kljub preprosti funkciji, ki jih opravljajo so izpostavljene mnogoterim obtežbam, ki jih lahko poškodujejo.

Pri parapetnih gredah preverjamo obremenitve pri dvigovanju iz opaža (pri določeni tlačni trdnosti betona), manipulativne obremenitve med transportom in vgradnjo, vpliv teže nadgradnje in obremenitve od vseh običajnih vplivov na PHK.

V primeru zarezanih gred na ležiščih je potrebno določiti armaturo, ki preprečuje pojav prekomernih razpok v zarezi.

8.6.1.4 Plitvi temelji

Plitvi temelji so lahko točkovni, pasovni, poljubnih oblik, na mestu liti ali montažni.

Če je dimenzija in armatura čaš že določena pri izračunu zalitega priključka se pri plitvem temeljenju dokazuje varnost napram prevrnitvi, nivo napetosti pod temeljem, zdrs in določi armatura temeljne pete. Pri tem so lahko dokazi za prve tri postavke v konstrukcijskem ali

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

geotehničnem načrtu vendar s sklicem na vhodne podatke enega ali drugega načrta. Povezljivost vhodnih podatkov obtežb na temelje in dokazov nosilnosti temeljev mora biti razvidna iz dokumentacije.

8.6.1.5 Globoki temelji

Tehnoloških izvedb globokih temeljev (pilotov) je več vrst. Večinoma so piloti kovinski ali betonski. Glava kovinskih pilotov iz cevi se običajno uporabi za čašo pri zalivanju stebrov, pri betonskih pa se čaša naknadno izvede ali pa se steber v armaturo glave neposredno zabetonira. Nosilnost elementov čaše se preverja pri priključku stebra.

Neodvisno od tehnologije se pilote preverja na vertikalno in horizontalno nosilnost (geotehnični načrt) in dokazuje nosilnost prereza pilota (konstrukcijski načrt). Povezljivost medsebojnih vhodnih podatkov med načrti mora biti razvidna iz dokumentacije.

Pri kovinskih pilotih je potrebno pri dokazih nosilnosti prereza pilota upoštevati zmanjšan prerez plašča pilota skladno s SIST EN 1993-5 (odvisno od agresivnosti zemljine in življenjske dobe), oziroma v primeru pomanjkanja podatkov o zemljini 1 mm z vsake strani plašča, ki je v kontaktu z zemljino.

Minimalna globina pilotov je 2.5 m.

Projektant predpiše obseg in-situ testiranja vertikalne in/ali horizontalne nosilnosti pilotov za preverbo privzetih geotehničnih parametrov in predpostavk izračunov. Predlagan odstotek testiranih pilotov je 1-5%, običajno 2%. Pile se testira v delovnem območju obtežb, brez porušitve. Teste horizontalne nosilnosti se izvede po standardu ASTM D3966 – 07. Projektant predpiše tudi zahtevane kriterije sprejemljivosti testiranih pilotov. Pri tem se za horizontalne pomike glav pilotov omeji maksimalni izbrani pomik pri testni/delovni obtežbi, ki naj ne glede na vrsto temeljnih tal in velikost vplivov ne preseže 4 mm, trajno zaostali pa ne 2 mm. S tem se izognemo prekomernemu vplivu pomikov pilotov na skupne pomike protihrupnih konstrukcij pri delujoči obtežbi.

8.6.1.6 Obnove

Kadar se PHK vgrajujejo na obstoječe cestne in železniške objekte (premostitve, oporne in podporne zidove) je pomembno, da so poznane konstrukcijske lastnosti obstoječih objektov.

V takih primerih mora projektant pridobiti od naročnika statični izračun in izvedbene načrte obstoječe konstrukcije ali zagotoviti potreben obseg preiskav za ovrednotenje konstrukcijskih parametrov obstoječih objektov. Aktualni statični izračun PHK mora izkazovati zadostno varnost obstoječe konstrukcije za prevzem dodatnih obtežb.

Pri obnovah je potrebno upoštevati tudi TSPI za rekonstrukcijo objektov.

8.6.2 Posebne protihrupne ograje

Protihrupne ograje z integrirano varnostno ograjo so testirane ograje z določenimi lastnostmi in jih ni potrebno posebej preračunavati. Morebitna sidranja se preverja in izvede skladno z navodili v tehničnem listu dobavitelja.

Nizke protihrupne ograje se le montažno sidrajo in posebni izračuni niso predvideni.

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

Krovni protihrupni elementi ali absorberji se v izračunih upoštevajo kot dodatna gravitacijska obtežba in s povečanimi vplivi vetra zaradi spremenjene geometrije PHK

PHK v kombinaciji z vegetacijo so specialni tip konstrukcije vendar se nosilna konstrukcija in temelji preverjajo na enak način kot nosilna konstrukcija PHO.

8.6.3 Protihrupne obloge

Pri protihrupnih oblogah se na delujoče vplive preverja le podkonstrukcija oblog in pritrditev na podlago

8.6.4 Protihrupni gabioni

Protihrupni gabioni so težnostna zložba oziroma kombinirano geotehnični in konstrukcijski objekt. Pri nižjih gabionih zadošča preverjanje na prevrnitev in nosilnost podlage, pri višjih in vitkejših postavitvah pa je potrebno izdelati pasovne temelje in med gabione integrirati kovinske stebre, ki prevzamejo horizontalne obremenitve. Stebri s priključki na pasovni temelj se v tem primeru dimenzionirajo kot običajni stebri PHK

8.6.5 Protihrupni nasipi

Protihrupni nasipi so geotehnični objekt in se jih projektira s postopki v SIST EN 1997 brez zgoraj naštetih vplivov.

9 Zasaditev ob protihrupnih konstrukcijah

9.1 Uvod

Rastline same po sebi ne zagotavljajo učinkovite protihrupne zaščite imajo pa pozitiven vpliv na ljudi, ker rastejo, se spreminjajo in so nasprotje sterilnega grajenega okolja. Zelo so primerne za obsaditev PHK, ker učinkovito omilijo njihov tehnični videz ter jih na enostaven način umeščajo v krajino. Na podeželju so zaradi svojega zelenega izgleda, za blaženje hrupa najprimernejši ustrezno zasajeni zemeljski nasipi ali armirane zemljine.

Kako obsežna bo zasaditev in kje se jo lahko izvede je odvisno tako od vrste PHK, dejansko razpoložljivega prostora za izvedbo saditve, kot od dogovora, da bo zagotovljeno njeno redno vzdrževanje. Razen v primerih, ko gre za PHK v kombinaciji z vegetacijo, naj bo zasaditev omejena na najbolj izpostavljene točke in naj ne bo sama sebi namen.

Pri PHK ob železniških progah se zaledno zasaditev načrtuje le izjemoma. Pri izboru rastlin in vrsti zasaditve se upošteva pravila za izvedbo saditve v varovalnem progovnem pasu.

9.2 Izhodišča za načrtovanje zasaditve

Pri načrtovanju bodoče zasaditve se je treba opredeliti do štirih ključnih dejavnikov, ki se nanašajo na učinkovitost, vzdrževanje, varnost in trajnost.

Preglednica 9.1- Seznam ključnih izhodišč pri načrtovanju ozelenitve ob PHK

Pregledni seznam ključnih izhodišč pri načrtovanju ozelenitve ob protihrupnih konstrukcijah	
vrsta dejavnika	vsebinski pomen
učinkovitost	predlagana zasaditev naj izpolnjuje načrtovane estetske in funkcionalne učinke za izvedbo saditve mora biti dovolj prostora predlagana zasaditev naj upošteva krajinske značilnosti zaledja izbor rastlin mora biti usklajen z značilnostmi in pogoji rastišča upošteva se negativen vpliv rastlin na določene vrste materialov protihrupnih konstrukcij
vzdrževanje	predvideni režim vzdrževanja zasaditve mora biti usklajen z možnostmi vzdrževalcev dostop do zasaditev mora biti za vzdrževalce enostaven in varen upošteva se tudi druge zahteve, ki se nanašajo na vzdrževanja protihrupnih konstrukcij
varnost	zasaditev mora biti varna za uporabnike prometne in zaledne strani protihrupne konstrukcije
trajnost	zasaditev naj bo, z izborom ustreznih rastlinskih vrst in sort, dolgoročno uspešna brez, da bi bilo treba rastline redno menjati zasaditev naj bo učinkovita tudi ob minimalnem vzdrževanju

9.2.1 Učinek nove zasaditve

Novo zasaditev se uvaja predvsem v naslednjih primerih:

- za maskiranje zaključkov visokih PHK in njihovo mehkejšo povezavo s krajino.
- za navidezno nižanje visokih PHK, tako da se spodnji rob obsadi z grmovnicami, ki bodo s svojo končno višino pokrile spodnjo tretjino višine konstrukcije. Ob dolgih linijah PHK se rastline sadi z vmesnimi prekinitvami, posamezna zasaditvena linija nad bo dolga vsaj 15m. Vzorec zasaditve naj bo neenakomeren, z variacijo vsaj treh do petih različnih rastlinskih vrst.
- za razbijanje monotonije betonske zaledne strani PHK s saditvijo plezavih rastlin in zastiranje pogleda na betonsko steno iz zaledne strani. Z rastlinami preraščen zid je tudi manj atraktiven za risanje grafitov.
- za maskiranje izrazitega višinskega preskoka med dvema PHK s saditvijo plezalk, skupine večjih grmovnic ali dreves.
- za posamezne poudarke in razbijanje monotonije dolgih linij PHK s saditvijo soliternih dreves ali skupin večjih grmovnic in dreves.

Najenostavneje se PHK ozeleni s plezavimi rastlinami (plezalke, vzpenjavke, ovijalke) med katerimi nekatere za svojo rast potrebujejo tudi dodatne opore ali mreže, kar je treba pri načrtovanju pravočasno upoštevati. Saditev dreves in grmovnic višje rasti je običajno primerna samo za zaledno stran.

V urbanem okolju je lahko zasaditev tudi bolj formalna, v obliki drevoredov ali živih mej, oziroma izvedena tako, da se ustrezno poveže z obstoječo zasaditvijo zalednega prostora.

9.2.2 Razpoložljivi prostor

Rastline se z leti razrastejo, zato je treba njihov izbor prilagoditi razpoložljivemu prostoru, da kasneje ne bodo povzročale škode na sami PHK, na sosednjih zemljiščih ali ovirale prometa. Dejstvo je, da koreninski sistem lahko vpliva na stabilnost temeljev konstrukcije in ceste. Kjer je prostora malo, se za zasaditev uporabi plezave rastline ali rastline s stebrasto rastjo. Na splošno pa se lahko upošteva, da se bodo z leti grmovnice razrasle v širino toliko, kot v višino. Pri določanju obsega zasaditve je zato treba upoštevati tudi ohranjanje dostopnosti do PHK za vzdrževalce in zagotavljanju ustreznega prehoda ob morebitnih evakuacijah.

Pri izboru dreves se poleg njihove končne višine upošteva še način razraščanja koreninskega sistema ter kako občutljive so na vetrolom ali snegolom. Predvidoma se dreves ne sadi bližje kot 3m od roba PHK.

9.2.3 Skladnost z zaledjem

Če je le možno se novo zasaditev prilagodi obstoječi v bližini. Določi se vrsto rastlinske združbe in iz nje izbere tiste vrste, ki bi bile, glede na razpoložljivi prostor ob PHK, primerne za saditev. Kjer se bo rastišče ob PHK bistveno spremenilo, se izbor rastlin prilagodi z uvajanjem tujerodne drevnine.

Prav tako se oceni stanje večjih dreves v neposredni bližini nove PHK, če bi le-ta zaradi svoje bližine in velikosti s svojimi sestavnimi deli posegla v krošnjo ali koreninski sistem. Vitalna in mlada drevesa se, zaradi njihove estetske in ekološke vrednosti, ohrani ter predpiše način

njihovega varovanje v času gradnje. Po potrebi se spremeni način temeljenja, linijo poteka PHK ter za ohranjanje osvetlitve doda transparentne panele. Za kritične primere se izdelata arboristična ocena stanja obstoječih dreves. Zaščito dreves pri gradnji se izvede skladno z navodili iz privzetega slovenskega standarda SIST DIN 18920 - Uporaba rastlin pri urejanju zelenih površin- Zaščita drevja, rastlinskih sestojev in nasadov pri gradbenih posegih. oziroma z upoštevanjem specifičnih navodil arborista.

9.2.4 Značilnosti rastišča in izbor rastlin

Izbora rastlin za zasaditev ob PHK mora biti v prvi vrsti prilagojen rastišču, saj gre običajno za neugodne ekološke pogoje tako glede talnih razmer, vlage kot osvetlitve. Rastline posajene ob cesti so izpostavljene vetru, vročini, suši in onesnaženju. Gradbeni nasipi ob temelju so zbiti, brez organske substance, tla so suha in slabo zadržujejo vlogo, ki bi jo rastline vsaj v začetnem obdobju nujno potrebovale. Novo zasaditev je zato treba ustrezno odmakniti od temelja PHK in rastišče pripraviti na novo. Odvisno od prostorske lege PHK sta zaledna ali prometna stran lahko izrazito senčni oziroma osončeni, kar ustvarja posebne mikro klimatske pogoje, ki so lahko v posameznih vegetacijskih obdobjih (predvsem v času poletnih suš) za rast zelo neugodni.

Pred izdelavo predloga kako obsežna naj bo zasaditev in izborom rastlinskih vrst se oceni značilnosti bodočega rastišča glede na vrsto tal, vlogo in osvetlitev ter ovrednoti ali je zasaditev smiselno izvesti.

Rastline, ki so primerne za saditev ob PHK morajo biti dovolj robustne, da vzdržijo večinoma neugodne pogoje rasti. Sadike predlaganih rastlin naj bodo mlajše, dvakrat presajene, s koreninsko grudo v posodi. Glede vzdrževanja naj bodo nezahtevne, kar pomeni da jih ni treba redno obrezovati, zalivati ali dognojati. Učinek zasaditve naj temelji na zeleni listni masi, poudarek na cvetenju je manj pomemben. Pri izboru rastlin je treba paziti, da se ne predpiše saditve invazivnih vrst.

9.2.5 Vpliv rastlin na konstrukcijske elemente

Zaradi svojega načina rasti lahko plezave vrste rastlin sčasoma deformirajo posamezne konstrukcijske elemente PHK zato je treba predhodno preveriti ali je predlagana konstrukcija primerna za obraščanje. Plezave rastline najdejo pot iz ene na drugo stran konstrukcije tudi skozi najmanjše reže in tako poslabšajo njeno protihrupno učinkovitost. Najbolj so v tem pogledu občutljivi leseni materiali zato naj se jih ne prekriva z zelenjem. Plezave rastline se lahko razraščajo tudi iz obstoječe, zaledne zasaditve zato je treba protihrupne konstrukcije redno pregledovati in nezaželeno zarast odstraniti.

Zaradi zapiranja pogledov se zasaditve ne predvidi v bližini ali v kombinaciji s transparentnimi paneli.

9.2.6 Pogoji glede vzdrževanja

Rastline potrebujejo začetno in redno vzdrževanje. Režim vzdrževanja se predpiše v fazi projekta izvedenih del (PID/INID). Obseg zasaditve in način vzdrževanja je treba uskladiti s službo, ki bo vzdrževanje prevzela. Ob tem je treba upoštevati tudi finančni vidik in oceniti strošek vzdrževanja v različnih fazah razvoja vegetacije. Vsako lokacijo zasaditve se preveri in prilagodi tudi iz vidika dostopnosti za vzdrževalce, na težko dostopnih lokacijah se dodatne zasaditve ne izvede.

9.2.7 Pogoji glede varnosti

Zasaditev ne sme ovirati varnosti uporabnikov prometnice, uporabnikov na zaledni strani ali varnosti vzdrževalcev. Varnost je lahko ogrožena zaradi rastlin, ki bi s svojim razraščanjem zastirala preglednost, preraščale elemente cestne opreme ali segale v prostor prometnice ter ovirale vožnjo oziroma gibanje pešcev ali kolesarjev.

Pri zasaditvah, ki so predvidene v podaljšku PHK se upošteva, da naj odmik dreves od spodnjega roba bankine znaša najmanj 3m, grmovnic pa 1,5 m.

Končna višina zasaditve v polju preglednosti naj ne presega 75 cm glede na vozišče.

Če se PHK nahaja vzdolž kolesarske poti ali pločnika za pešce, zasaditev ne sme segati v prosti profil pešca ali kolesarja.

Pri drevesnih vrstah/sortah se izbira tiste, ki niso občutljive za vetrolom ali snegolom.

Paziti je treba, da ostanejo zaledna območja zasilnih izhodov ali izhodov za vzdrževalce nezasajena in prehodna.

9.2.8 Trajnostni vidik

Zasaditev naj bo zasnovana tako, da bo z leti ohranila svojo funkcijo in da bo njeno vzdrževanje čim manjše. Dodatno zalivanje naj bo omejeno na obdobje v fazi vraščanja, kasneje naj rastline preživijo sezonska obdobja rasti brez dodatne pomoči. Vrstna sestava naj bo pestra, sadi se kombinacije več različnih rastlinskih vrst, tako da v primeru izrednih razmer (pojav bolezni in škodljivcev, sezonski vremenski dogodki), ni poškodovan celoten nasad. Pri izvedbi zasaditve se uporablja trajnostne substrate in sadijne dodatke, ki ne povzročajo škode okolju.

Da se bodo mlade rastline dejansko lahko vrasle se vsako zasajeno sadiko označi z ustrezno velikim kolom ali drugo vrsto zaščite (npr. kovinska mreža), ki sadike vsaj nekaj let varuje pred morebitnimi poškodbami zaradi vzdrževanja okoliških površin.

9.3 Zasaditveni načrt

Lokacije novih zasaditev se najprej prikaže v elaboratu oblikovanja protihrupnih konstrukcij. Poda se dolžino in širino posamezne zasaditve, odmike od relevantnih prostorskih elementov (na primer temelja PHK, zaščitne ograje, jarka za odvodnjavanje, bankine in podobno). Poda se nabor primernih rastlinskih vrst in oceni število sadik. Če obstajajo, se označi obstoječa drevesa ali rastlinske sestoje, ki bi jih bilo treba ob gradnji zaščiti.

V fazi za izvedbo (PZI/IZN) se izdela zasaditveni načrt s prikazom sadiitvenih vzorcev, navedbo števila in kvalitete sadik ter navodili za izvedbo sadiitve. Poda se navodila za zaščito obstoječe zasaditve. Smiselno je, da se dokončna lokacija in obseg zasaditve ponovno preveri, ko so PHK že postavljene in je možno realno oceniti dejanske možnosti za njeno izvedbo.

Zasaditveni načrt se izdela skladno s pravili stroke.

9.4 Izbor rastlinskih vrst za saditev v obcestnem prostoru

Izbor temelji tako na rastlinah, ki so sicer razširjene v različnih fitogeografskih območjih Slovenije in so se izkazale za primerne za saditve ob prometnicah, kot na nekaterih tujerodnih vrstah, ki uspevajo v težjih rastiščnih razmerah. Neugodne vplive iz ceste kot tudi sicer (slanost tal oziroma slan prsec, povečana količina PM delcev) bolje prenašajo listavci kot iglavci zato le-ti v naboru rastlinskih vrst prevladujejo. Pri dokončnem izboru rastlin pa se vedno upošteva specifične značilnosti rastišča na dejanskih lokacijah.

Drevje:

Acer campestre (maklen), *Acer monspessulanum** (trokrpi javor), *Acer platanoides* (ostrolistni javor), *Acer pseudoplatanus* (beli javor), *Alnus glutinosa* (črna jelša), *Carpinus betulus* (gaber), *Fraxinus ornus* (mali jesen), *Malus sylvestris* (lesnika), *Populus alba* (beli topol), *Populus nigra* (črni topol), *Populus tremula* (trepetlika), *Prunus avium* (divja češnja), *Prunus mahaleb* * (rašeljika), *Quercus robur* (dob), *Salix alba* (bela vrba), *Sorbus aria* (navadni mokovec), *Sorbus aucuparia* (jerebika), *Tilia cordata* (lipovec).

* - za mediteranska območja

Prenašajo slana tla oziroma slano ozračje:

	prenašajo slana tla	prenašajo slano ozračje
<i>Acer campestre</i> (maklen)	+	
<i>Acer platanoides</i> (ostrolistni javor)	+	+
<i>Acer pseudoplatanus</i> (beli javor)	+	+
<i>Alnus glutinosa</i> (črna jelša)	+	
<i>Malus sylvestris</i> (lesnika)	+	+
<i>Populus alba</i> (beli topol)	+	+
<i>Populus tremula</i> (trepetlika)	+	+
<i>Prunus avium</i> (divja češnja)	+	+
<i>Quercus robur</i> (dob)	+	
<i>Salix alba</i> (bela vrba)	+	+
<i>Sorbus aria</i> (navadni mokovec)		+
<i>Tilia cordata</i> (lipovec)		+

Grmovnice:

Caragana arborescens (karagana), *Colutea arborescens* * (drevesasta mehurka), *Cornus mas* (dren), *Cornus sanguinea* (rdeči dren), *Corylus avellana* (leska), *Cotinus coggygria* * (ruj), *Crataegus monogyna* (enovratni glog), *Eleagnus angustifolia* * (ozkolistna oljčica), *Euonymus europaea* (navadna trdoleska), *Frangula alnus* (navadna krhlika), *Hippophae rhamnoides* (rakitovec), *Ligustrum vulgare* (navadna kalina), *Lonicera xylosteum* (puhastolistno kosteničevje), *Prunus spinosa* (črni trn), *Rosa canina* (šipek), *Rosa rugosa* (japonski šipek), *Salix caprea* (iva), *Salix cinerea* (pepelnatosa vrba), *Salix purpurea* (rdeča vrba), *Sambucus*

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

nigra (črni bezeg), Symphoricarpos chenaultii 'Hancock' (polegli bisernik), Viburnum lantana (dobrovita), Viburnum opulus (brogovita), Pinus mugo (rušje)

* - za mediteranska območja

Vzpenjalke:

Clematis vitalba (navadni srobot - plezalka), Hedera helix (bršljan - plezalka), Humulus lupulus (hmelj - trajnica, ovijalka), Lonicera caprifolium (kovačnik - ovijalka), Parthenocissus quinquefolia (navadna divja trta - plezalka), Parthenocissus tricuspidata (trirogljata divja trta - plezalka).

Prenašajo slana tla oziroma slano ozračje:

	prenašajo slana tla	prenašajo slano ozračje
Caragana arborescens (karagana)	+	
Colutea arborescens * (drevesasta mehurka)	+	
Cornus mas (dren)	+	
Cornus sanguinea (rdeči dren)	+	
Crataegus monogyna (enovratni glog)	+	+
Eleagnus angustifolia * (ozkolistna oljčica)	+	+
Hippophae rhamnoides (rakitovec)	+	+
Ligustrum vulgare (navadna kalina)	+	+
Lonicera xylosteum (puhastolistno kosteničevje)	+	+
Prunus spinosa (črni trn)		+
Rosa canina (šipek)		+
Rosa rugosa (japonski šipek)	+	+
Salix caprea (iva)	+	+
Salix purpurea (rdeča vrba)		+
Sambucus nigra (črni bezeg)		+
Symphoricarpos (vse vrste in sorte)	+	+
Pinus mugo (rušje)	+	+
Viburnum lantana (dobrovita)	+	
Parthenocissus quinquefolia (navadna divja trta - plezalka)	+	+

10 Referenčna dokumentacija

Tehnična specifikacija za projektiranje PHK na premostitvenih in drugih objektih je zasnovana na naslednjih izhodiščih:

PREDPISI IN ZAKONODAJA

- Gradbeni zakon
- Zakon o cestah
- Pravilnik za izvedbo investicijskih vzdrževalnih del in vzdrževalnih del v javno korist na javnih cestah
- Zakon o železniškem prometu
- Pravilnik o pogojih in postopku za začetek, izvajanje in dokončanje tekočega in investicijskega vzdrževanja ter vzdrževalnih del v javno korist na področju železniške infrastrukture
- Pravilnik o spodnjem ustroju železniških prog
- Pravilnik o zgornjem ustroju železniških prog
- Pravilnik o projektni in drugi dokumentaciji ter obrazcih pri graditvi objektov
- Pravilnik o mehanski odpornosti in stabilnosti
- Zakon o gradbenih proizvodih
- Uredba o ocenjevanju in urejanju hrupa v okolju
- Uredba o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju

Povezani TSPI-ji

TSC 06.512 Projektiranje Klimatski in hidrološki pogoji

STANDARDI

- **SIST EN 1990 Evrokod** – Osnove projektiranja konstrukcij
- **SIST EN 1991-1-1- Evrokod 1:** Vplivi na konstrukcije – 1-1. del: Splošni vplivi – Prostorninske teže, lastna teža, koristne obtežbe stavb
- **SIST EN 1991-1-1/AC - Evrokod 1:** Vplivi na konstrukcije - 1-1. del: Splošni vplivi - Prostorninske teže, lastna teža, koristne obtežbe stavb
- **SIST EN 1991-1-1/A101 - Evrokod 1:** Vplivi na konstrukcije - 1-1. del: Splošni vplivi - Prostorninske teže, lastna teža, koristne obtežbe stavb – Nacionalni dodatek
- **SIST EN 1991-1-3 - Evrokod 1:** Vplivi na konstrukcije - 1-3. del: Splošni vplivi – Obtežba snega
- **SIST EN 1991-1-3/AC - Evrokod 1:** Vplivi na konstrukcije - 1-3. del: Splošni vplivi - Obtežba snega
- **SIST EN 1991-1-3/A101 - Evrokod 1:** Vplivi na konstrukcije - 1-3. del: Splošni vplivi - Obtežba snega – Nacionalni dodatek
- **SIST EN 1991-1-4 - Evrokod 1:** Vplivi na konstrukcije – 1-4. del: Splošni vplivi – Vplivi vetra
- **SIST EN 1991-1-4/A1 - Evrokod 1:** Vplivi na konstrukcije - 1-4. del: Splošni vplivi - Vplivi vetra

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

- **SIST EN 1991-1-4/AC - Evrokod 1:** Vplivi na konstrukcije – 1-4. del: Splošni vplivi – Vplivi vetra
- **SIST EN 1991-1-4/A101 - Evrokod 1:** Vplivi na konstrukcije – 1-4. del: Splošni vplivi – Vplivi vetra – Nacionalni dodatek
- **SIST EN 1991-1-5 - Evrokod 1:** Vplivi na konstrukcije – 1-5. del: Splošni vplivi – Toplotni vplivi
- **SIST EN 1991-1-5/AC - Evrokod 1:** Vplivi na konstrukcije – 1-5. del: Splošni vplivi – Toplotni vplivi
- **SIST EN 1991-1-5/A101 - Evrokod 1:** Vplivi na konstrukcije – 1-5. del: Splošni vplivi – Toplotni vplivi – Nacionalni dodatek
- **SIST EN 1991-2- Evrocode 1:** Osnove projektiranja in vplivi na konstrukcije – 2. del: Prometna obtežba mostov
- **SIST EN 1991-2/AC- Evrokod 1:** Osnove projektiranja in vplivi na konstrukcije - 2. del: Prometna obtežba mostov
- **SIST EN 1992-1-1 Evrokod 2:** Projektiranje betonskih konstrukcij – 1-1. del: Splošni pravila in pravila za stavbe
- **SIST EN 1992-1-1/AC Evrokod 2:** Projektiranje betonskih konstrukcij – 1-1. del: Splošni pravila in pravila za stavbe
- **SIST EN 1992-1-1/A101 Evrokod 2:** Projektiranje betonskih konstrukcij – 1-1. del: Splošni pravila in pravila za stavbe – Nacionalni dodatek
- **SIST EN 1992-2 Evrokod 2:** Projektiranje betonskih konstrukcij – 2. del: Betonski mostovi – Projektiranje in pravila za konstruiranje
- **SIST EN 1992-2/AC Evrokod 2:** Projektiranje betonskih konstrukcij – 2. del: Betonski mostovi – Projektiranje in pravila za konstruiranje
- **SIST EN 1993-1-1 Evrokod 3:** Projektiranje jeklenih konstrukcij – 1-1. del: Splošna pravila in pravila za stavbe
- **SIST EN 1993-1-1/AC Evrokod 3:** Projektiranje jeklenih konstrukcij – 1-1. del: Splošna pravila in pravila za stavbe
- **SIST EN 1993-1-1/A101 Evrokod 3:** Projektiranje jeklenih konstrukcij – 1-1. del: Splošna pravila in pravila za stavbe – Nacionalni dodatek
- **SIST EN 1993-1-10 Evrokod 3:** Projektiranje jeklenih konstrukcij – 1-10. del: Izbira kakovosti jekla glede na žilavosti in lamelarni lom
- **SIST EN 1993-1-10/AC Evrokod 3:** Projektiranje jeklenih konstrukcij – 1-10. del: Izbira kakovosti jekla glede na žilavosti in lamelarni lom
- **SIST EN 1993-1-10/A101 Evrokod 3:** Projektiranje jeklenih konstrukcij – 1-10. del: Izbira kakovosti jekla glede na žilavosti in lamelarni lom – Nacionalni dodatek
- **SIST EN 1993-5 Evrokod 3:** Projektiranje jeklenih konstrukcij – 5. del: Pilotiranje
- **SIST EN 1993-5/AC Evrokod 3:** Projektiranje jeklenih konstrukcij – 5. del: Pilotiranje
- **SIST EN 1993-5/A101 Evrokod 3:** Projektiranje jeklenih konstrukcij – 5. del: Pilotiranje – Nacionalni dodatek
- **SIST EN 1997-1 Evrokod 7:** Geotehnično projektiranje – 1. del: Splošna pravila
- **SIST EN 1997-1/A101 Evrokod 7:** Geotehnično projektiranje – 1. del: Splošna pravila – Nacionalni dodatek
- **SIST EN 1997-1/AC Evrokod 7:** Geotehnično projektiranje – 1. del: Splošna pravila

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

- **SIST EN 1997-2 Evrokod 7:** Geotehnično projektiranje – 2. del: Preiskovanje in preskušanje tal
- **SIST EN 1997-2/AC Evrokod 7:** Geotehnično projektiranje – 2. del: Preiskovanje in preskušanje tal
- **SIST EN 1998-1 Evrokod 8:** Projektiranje potresnoodpornih konstrukcij – 1. del: Splošna pravila, potresni vplivi in pravila za stavbe
- **SIST EN 1998-1/AC Evrokod 8:** Projektiranje potresnoodpornih konstrukcij – 1. del: Splošna pravila, potresni vplivi in pravila za stavbe
- **SIST EN 1998-1/A101 Evrokod 8:** Projektiranje potresnoodpornih konstrukcij – 1. del: Splošna pravila, potresni vplivi in pravila za stavbe – Nacionalni dodatek
- **SIST EN 1793-1** Protihrupne ovire za cestni promet – Preskusna metoda za ugotavljanje akustičnih lastnosti - 1. del: Karakteristike, značilne za absorpcijo zvoka pri razpršenem zvočnem polju
- **SIST EN 1793-2** Protihrupne ovire za cestni promet- Preskusna metoda za ugotavljanje akustičnih lastnosti – 2. del: Bistvene lastnosti – Karakteristika, značilne za izolacijo pred zvokom v zraku pri razpršenem zvočnem polju
- **SIST EN 1793-3** Protihrupne ovire za cestni promet – Preskusna metoda za ugotavljanje akustičnih lastnosti - 3. del: Normalizirani spekter hrupa cestnega prometa
- **SIST EN 1793-4** Protihrupne ovire za cestni promet – Preskusna metoda za ugotavljanje akustičnih lastnosti - 4. del: Bistvene lastnosti – Terenske vrednosti odboja zvoka z uporabo usmerjenega zvočnega polja
- **SIST EN 1793-5** Protihrupne ovire za cestni promet- Preskusna metoda za ugotavljanje akustičnih lastnosti – 5. del: Bistvene lastnosti – Terenske vrednosti odboja zvoka z uporabo usmerjenega zvočnega polja
- **SIST EN 1793-5+AC** Protihrupne ovire za cestni promet - Preskusna metoda za ugotavljanje akustičnih lastnosti - 5. del: Bistvene lastnosti - Terenske vrednosti odboja zvoka z uporabo usmerjenega zvočnega polja
- **SIST EN 1793-6+A1** Protihrupne ovire za cestni promet - Preskusna metoda za ugotavljanje akustičnih lastnosti - 6. del: Bistvene karakteristike - Terenske vrednosti izolirnosti pred zvokom v zraku pri usmerjenem zvočnem polju
- **SIST EN 1794-1+AC** - Protihrupne ovire za cestni promet - Neakustične lastnosti - 1. del: Mehanske lastnosti in zahteve za stabilnost
- **SIST EN 1794-2** - Protihrupne ovire za cestni promet - Neakustične lastnosti - 2. del: Splošne zahteve za varnost in varovanje okolja
- **SIST EN 1794-3** - Protihrupne ovire za cestni promet - Neakustične lastnosti - 3. del: Odziv na ogenj - Obnašanje pri gorenju in razvrstitev protihrupnih
- **SIST EN 14388** Protihrupne ovire za cestni promet – Specifikacije (Standard podaja zahtevane preskusne metode in deklarirane vrednosti za protihrupne ograje, absorpcijske obloge, krovne elemente, dodane naprave)
- **SIST EN 14389-1** Protihrupne ovire za cestni promet - Postopki za ocenjevanje dolgoročne učinkovitosti - 1. del: Akustične lastnosti
- **SIST EN 14389-2** Protihrupne ovire za cestni promet - Postopki za ocenjevanje dolgoročne učinkovitosti - 2. del: Neakustične lastnosti
- **SIST EN 13225** Montažni betonski izdelki - Linijski konstrukcijski elementi
- **SIST EN 14991** Montažni betonski izdelki – Elementi za temeljenje

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

- **SIST EN 14992** Montažni betonski izdelki - Stenski elementi
- **SIST EN 16272-1** Železniške naprave - Infrastruktura - Protihrupne ovire in pripadajoče naprave, ki vplivajo na širjenje zvoka v zraku - Preskusna metoda za ugotavljanje akustičnih lastnosti - 1. del: Posebne karakteristike - Absorpcija zvoka pri razpršenem zvočnem polju (laboratorijska metoda)
- **SIST EN 16272-2** Železniške naprave - Infrastruktura - Protihrupne ovire in pripadajoče naprave, ki vplivajo na širjenje zvoka v zraku - Preskusna metoda za ugotavljanje akustičnih lastnosti - 2. del: Posebne karakteristike - Izolacija zvoka v zraku pri razpršenem zvočnem polju (laboratorijska metoda)
- **SIST EN 16272-3-1** Železniške naprave - Infrastruktura - Protihrupne ovire in pripadajoče naprave, ki vplivajo na širjenje zvoka v zraku - Preskusna metoda za ugotavljanje akustičnih lastnosti - 3-1. del: Normalizirani spekter železniškega hrupa in enomestne številske stopnje razpršenega zvočnega polja
- **SIST EN 16272-3-2** Železniške naprave - Infrastruktura - Protihrupne ovire in pripadajoče naprave, ki vplivajo na širjenje zvoka v zraku - Preskusna metoda za ugotavljanje akustičnih lastnosti - 3-2. del: Normalizirani spekter železniškega hrupa in enomestne številske stopnje usmerjenega zvočnega polja
- **SIST EN 16272-5** Železniške naprave - Infrastruktura - Protihrupne ovire in pripadajoče naprave, ki vplivajo na širjenje zvoka v zraku - Preskusna metoda za ugotavljanje akustičnih lastnosti - 5. del: Posebne karakteristike - Absorpcija zvoka pri usmerjenem zvočnem polju
- **SIST EN 16272-6** Železniške naprave - Infrastruktura - Protihrupne ovire in pripadajoče naprave, ki vplivajo na širjenje zvoka v zraku - Preskusna metoda za ugotavljanje akustičnih lastnosti - 6. del: Posebne karakteristike - Izolacija zvoka v zraku pri usmerjenem zvočnem polju
- **SIST EN 16727-1** - Železniške naprave - Zgornji ustroj proge - Protihrupne ovire in pripadajoče naprave, ki vplivajo na širjenje zvoka po zraku - Neakustične lastnosti - 1. del: Mehansko delovanje pri statičnih obremenitvah -Računske in preskusne metode
- **SIST EN 16727-2-1** - Železniške naprave - Zgornji ustroj - Protihrupne ovire in pripadajoče naprave, ki vplivajo na širjenje zvoka v zraku - Neakustične lastnosti - 2-1. del: Mehanske lastnosti pri dinamičnih obremenitvah zaradi mimo vozečih vlakov - Odpornost proti utrujanju
- **SIST EN 16727-2-2** - Železniške naprave - Zgornji ustroj proge - Protihrupne ovire in pripadajoče naprave, ki vplivajo na širjenje zvoka v zraku - Neakustične lastnosti - 2-2. del: Mehanske lastnosti pri dinamičnih obremenitvah zaradi mimo vozečih vlakov – Izračun
- **SIST EN 16727-3** Železniške naprave - Zgornji ustroj proge - Protihrupne ovire in pripadajoče naprave, ki vplivajo na širjenje zvoka v zraku - Neakustične lastnosti - 3. del: Splošne varnostne in okoljske zahteve
- **SIST EN 206** Beton - specifikacija, lastnosti, proizvodnja in skladnost
- **SIST 1026** Beton - specifikacija, lastnosti, proizvodnja in skladnost - Pravila za uporabo SIST EN 206
- **SIST EN 10080** Jeklo za armiranje betona – Varivo armaturno jeklo – Splošno
- **SIST EN 13670** Izvajanje betonskih konstrukcij
- **SIST EN 13670/A101** Izvajanje betonskih konstrukcij – Nacionalni dodatek
- **SIST EN 10365** Vroče valjani jekleni profili I in H - Mere in mase
- **SIST EN ISO 1461** Prevrleke na železnih in jeklenih predmetih, nanosene z vročim pocinkanjem - Specifikacije in metode preskušanja

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

- **SIST EN 10223-8** Jeklena žica in žični izdelki za ograje in mreže - 8. del: Varjene mreže za jeklene žičnate košare (gabione)
- **SIST EN ISO 12944-5** Barve in laki - Protikorozijska zaščita jeklenih konstrukcij z zaščitnimi premaznimi sistemi - 5. del: Zaščitni premazni sistemi
- **SIST EN 1318** Tekstilne talne obloge - Ugotavljanje vidne debeline hrbtišča
- **SIST DIN 4074** Razvrščanje lesa po trdnosti
- **SIST EN ISO 12543-2** Staklo v gradbeništvu - Lepljeno staklo in lepljeno varnostno staklo - 2. del: Lepljeno varnostno staklo
- **SIST EN 12365-1** Stavbno okovje – Tesnila in tesnilni trakovi za vrata, okna, polkna in obešene fasade – 1. del: Zahteve za obnašanje in razvrščanje
- **ZTV-ING, del 4** – Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten, Teil 4: Stahlbau, Stahlverbundbau
- **SIST EN 10027** Sistemi označevanja jekel - 1. del: Oznake jekel
- **SIST EN 13501-1** Požarna klasifikacija gradbenih proizvodov in elementov stavb - 1. del: Klasifikacija po podatkih iz preskusov odziva na ogenj
- **SIST EN 1396** Aluminij in aluminijeve zlitine - Preplečena ali premazana pločevina in trakovi za splošno uporabo – Specifikacije
- **SIST EN 458** Varovala sluha - Priporočila za izbiro, uporabo, nego in vzdrževanje - Navodilo
- **SIST EN 1090-2** Izvedba jeklenih in aluminijastih konstrukcij – 2. del: Tehnične zahteve za izvedbo jeklenih konstrukcij
- **DIN 68364**
- **DIN 68800-1**
- **DIN 68800-2**
- **DIN 53571**
- **DIN 53504**

11 Kontrolni seznam projektiranja protihrupnih konstrukcij

11.1 Seznam bistvenih zahtev

Za namen lažje kontrole upoštevanja teh TSPI je pripravljen seznam ključnih vprašanj:

- Ali projektna dokumentacija za PHK zajema vse s TSPI zahtevane vsebine?
- Ali so v projektni dokumentaciji za predvidene PHK upoštevana vsa obvezna izhodišča (standardi) navedeni v teh TSPI?
- Ali so PHK v projektni dokumentaciji umeščene v prostor skladno s temi TSPI?
- Ali projektna dokumentacija predvideva uporabo v teh TSPI predvidenih tipov konstrukcij PHK?
- Ali so v projektni dokumentaciji predvideni sestavni elementi konstrukcije PHK skladni z zahtevami za te elemente iz teh TSPI?
- Ali so v projektni dokumentaciji upoštewane vse zahteve glede zvočnih lastnosti PHK iz teh TSPI?
- Ali so v projektni dokumentaciji upoštewane vse zahteve glede mehanske odpornosti in stabilnosti PHK?
- Ali so v projektni dokumentaciji upoštewane vse zahteve glede oblikovanja PHK?
- Ali so v projektni dokumentaciji upoštewane vse zahteve glede zasaditve PHK?

12 Literatura

12.1 Avstralija:

- Guidelines for the assessment of noise from rail infrastructure (Environment Protection Authority, april 2013)
- Noise Mitigation Manual (Government of South Australia, maj 2016)
- Noise Wall Design Guideline (New South Wales Government, 2021)

12.2 Avstrija:

- RVE 04.01.01 Lärmschutzwände – berechnung und konstruktion (Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr, december 2017)
- RVS 13.03.71 Lärmschutzbauwerke (Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr, april 2016)
- RVS 15.04.81 Ausbildung und Dimensionierung (Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr, avgust 2017)
- Statisch-konstruktive Regelplanung Lärmschutz Straße und Brücke (Amt der Tiroler Landesregierung, januar 2015)
- VÖB-Richtlinie Lärmschutzwandelemente aus Beton (Verband Österreichischer Beton- und Fertigteilwerke, januar 2019)

12.3 Danska:

- Noise Barrier Design, Danish and some European Examples (Danish Road Institute, Report 174, 2009)

12.4 EU:

- Technical Report 2017-02 State of the art in managing road traffic noise: noise barriers (Conference of European Directors of roads, februar 2017)
- Assessing the acoustic durability of noise barriers on NRA road networks (Conference of European Directors of roads, marec 2014)

12.5 Francija:

- ÉCRANS ET PROTECTIONS: Guide du maître d'ouvrage et du maître d'oeuvre (Cerema, september 2022)
- Protections acoustiques : enjeux et modalités d'insertion dans le paysage (Setra, september 2009)

12.6 Hong Kong:

- Guidelines on Design of Noise Barriers (Environmental Protection Department, Highways Department, Government of the Hong Kong SAR, Third Issue, December 2022)
- Guidelines on Greening of Noise Barriers (Government of the Hong Kong SAR, april 2012)

12.7 Nemčija:

- Leitfaden für die Planung, Durchführung und Auswertung von Versuchen für Wandelemente von Lärmschutzwänden im Anwendungsbereich der Eisenbahnen des Bundes im Rahmen des Zulassungsverfahrens beim Eisenbahn-Bundesamt (Eisenbahn-Bundesamt, januar 2023)
- Lärmschutzanlagen an Eisenbahnstrecken (DB, november 2017)
- Anweisung StraßeninformationsBank Konstruktionen an der Straße (Bundesministerium für verkehr und digitale infrastruktur, september 2018)
- Lärmschutzwände an Hochgeschwindigkeitsstrecken der Bahn – eine Herausforderung für den Leichtbau (Benno Hoffmeister, Lehrstuhl für Stahlbau und Leichtmetallbau, RWTH Aachen)
- Grüner Schmuck im Straßenraum Bewährte Pflanzen für Lärmschutzsysteme (Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, 2012)
- Lärmschutzwände (Entwicklungsgemeinschaft Holzbau in der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung, december 2000)

12.8 Nova Zelandija:

- Guide to the management of effect on noise sensitive land use near to the state highway network (New Zealand Transport Agency, New Zealand Government, september 2015)
- NZTA State Highway Noise Barrier Design Guide (New Zealand Transport Agency, avgust 2010)

12.9 Švica:

- Siedlungsverträgliche Lärmschutzwände, Arbeitshilfe zum baulichen Lärmschutz an Strassen (Baudirektion Kanton Zürich, Tiefbauamt, Fachstelle Lärmschutz, januar 2009)
- Rail noise abatement in Switzerland (a progress report, Jakob Oertli, Infrastructure, Noise Abatement, Swiss Federal Railways)

12.10 ZDA:

- FHWA Highway Noise Barrier Design Handbook (U. S. Department of Transportation, februar 2000)
- Design guide for highways noise barriers (Texas Department of Transportation, november 2003)
- Design policy manual (State of Georgia, Department of Transportation, september 2016)
- Foundation Design for Signals, Luminares, Sound Walls and Buildings (Oregon Department of Transportation, november 2015)
- Sound Barriers (Design Training EXPO, 2013)
- Masonry Sound Barrier Walls and Fences (Rocky Mountain Masonry Institute)

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

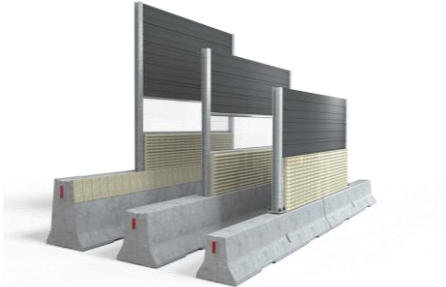
- Traffic Noise Management Policy and Noise Wall Design Guidelines (New Jersey Department of Transportation, julij 2011)
- Application of AASHTO LRFD Specifications to Design of Sound Barriers (The National Cooperative Highway Research Program (NCHRP), junij 2010)

12.11 Združeno Kraljestvo:

- Environmental Barriers: Technical Requirements (The Highways Agency, The Scottish Executive Development Department, The National Assembly for Wales Cynulliad Cenedlaethol Cymru, The Department for Regional Development, februar 2001)

13 PRILOGA 1: Prikaz posameznih tehničnih rešitev z obrazložitvami

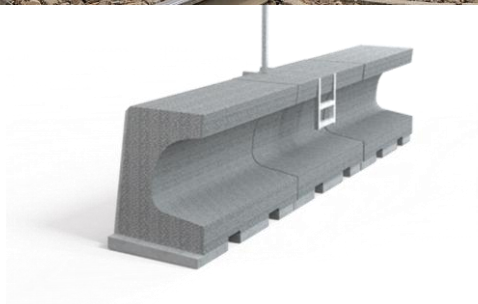
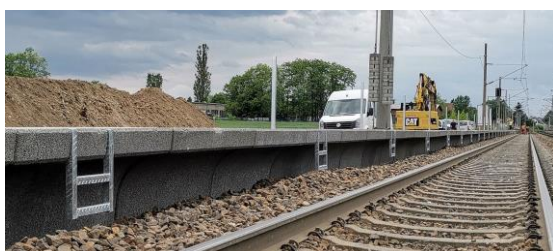
Vsebina priloge, npr. standardni detajli, slike, grafi, preglednice ali obrazci, ki so sestavni del besedila TSPI in zavzemajo eno ali več strani.

	Slika P1-1: Vertikalna protihrupna ograja
	Slika P1-2: Nagnjena protihrupna ograja
	Slika P1-3: Lomljena protihrupna ograja
	Slika P1-4: Protihrupna ograja z integrirano betonsko varnostno ograjo
	Vezano na točko TSPI: 4.3.1

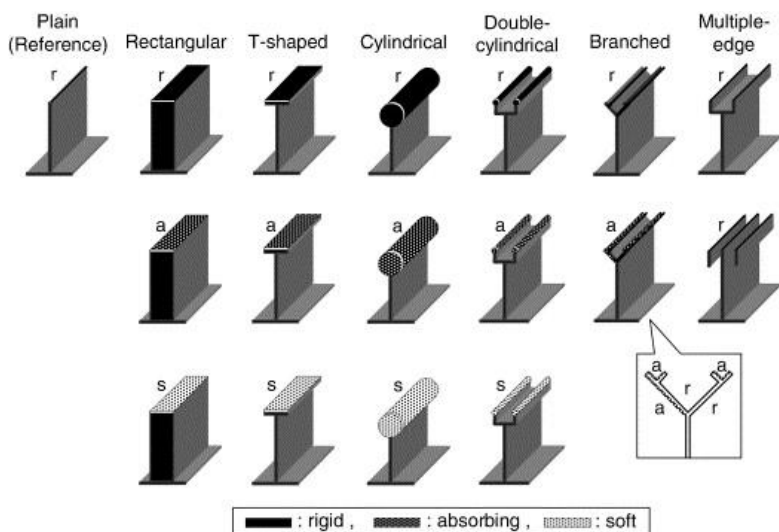
PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH



Slika P1-5: Protihrupna ograja z integrirano jekleno varnostno ograjo

Vezano na točko TSPI:
4.3.1

Slika P1-6: Nizka protihrupna ograja

Vezano na točko TSPI:
4.3.2

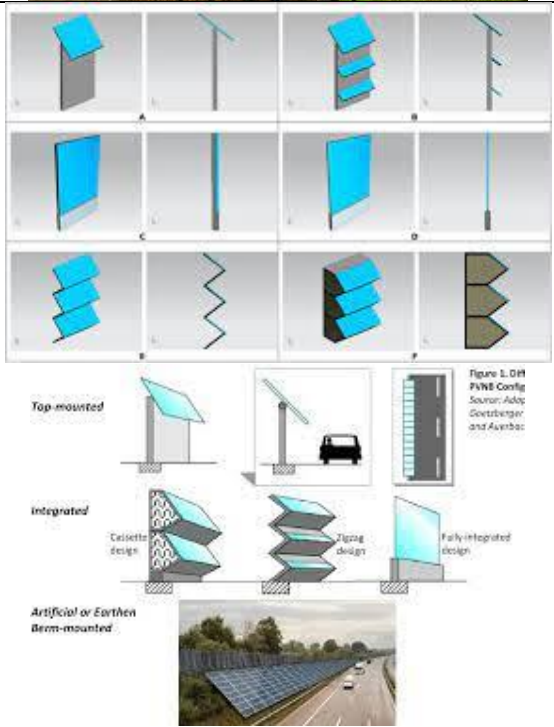
Slika P1-7 Krovni protihrupni elementi

Vezano na točko TSPI:
4.3.3

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

	Slika P1-8: Protihrupna obloga predora
	Vezano na točko TSPI: 4.4 Slika P1-9: Protihrupni gabioni
	Vezano na točko TSPI: 4.5 Slika P1-7: Protihrupni nasip z armiranimi brežinami
	Vezano na točko TSPI: 4.6.2 Slika P1-10: Protihrupni nasip v kombinaciji s protihrupno ograjo Vezano na točko TSPI: 4.6.3

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

	Slika P1-11: Zelene stene
	Vezano na točko TSPI: 4.6.4
 Figure 5. DPH PVNE Config Source: Adap Geotbenger and Auerbac	Slika P1-12: Fotonapetostni moduli na protihrupnih konstrukcijah
	Vezano na točko TSPI: 5.10
	Slika P1-13: Izvedba izhoda v sili z uporabo transparenta
	Vezano na točko TSPI: 5.5

14 PRILOGA 2: Kazalo slik

Slika 1: PHO ob cesti	14
Slika 2: PHO na cestnem objektu	14
Slika 3: PHO na cestnem nasipu.....	14
Slika 4: PHO ob železnici	15
Slika 5: PHO na opornem zidu ob železnici.....	15
Slika 6: Vertikalna PHO	16
Slika 7: Nagnjena PHO	16
Slika 8: Lomljena PHO.....	16
Slika 9: Usločena PHO.....	17
Slika 10: PHO z ozelenitvijo	17
Slika 11: PHO z integrirano betonsko varnostno ograjo	18
Slika 12: Primer nizke PHO	19
Slika 13: Primer PHO s krovnim protihrupnim elementom ali absorberjem	19
Slika 14: Protihrupna obloga na opornem zidu	20
Slika 15: Protihrupna obloga v predoru.....	21
Slika 16: Protihrupni gabion s temeljno in nosilno konstrukcijo	22
Slika 17: Protihrupni nasip.....	22
Slika 18: Protihrupni nasip z armiranimi brežinami	23
Slika 19: Protihrupni nasip z armiranimi brežinami	24
Slika 20: Zelena stena.....	25
Slika 21: Elementi PHO	26
Slika 22: Tipi plitvih temeljev	27
Slika 23: Temelj s čašo	27
Slika 24: Uvrtani in vtisnjen pilot.....	28
Slika 25: Odvodnjavanje preko drenažnega sloja (zgoraj) in s kontrolirano odvodnjo (spodaj).....	31
Slika 26: Tipska parapetna greda	32
Slika 27: Tipski obojestransko absorpcijski betonski paneli	32
Slika 28: Tipski enostransko absorpcijski betonski paneli	33
Slika 29: Tipski obojestransko absorpcijski ALU panel	33
Slika 30: Tipski enostransko absorpcijski ALU panel	34
Slika 31: Tipski leseni panel.....	35
Slika 32: Tipski leseni panel z lesocementno oblogo.....	35
Slika 33: Tipski transparentni panel vpet v ALU okvir	36
Slika 34: Tipski samonosni transparentni panel linijsko vpet	37
Slika 35: Stiki med betonskimi, ALU in transparentnimi paneli ter stebrom in temeljem.....	40
Slika 36: Stiki med betonskimi paneli ter stebrom in piloti	41
Slika 37: Potek PHO preko dilatacije premostitvenega objekta	43
Slika 38: Varovanje ALU panelov nad oziroma neposredno ob drugih prometnicah	44
Slika 39: Aluminijska vrata izhoda v sili.....	47

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

Slika 40: Zamiki v PHK	48
Slika 41: Odprtine v PHK	48
Slika 42: Shema ozemljitve.....	50
Slika 43: Ozemljitveni priključek na vrhu stebra.....	50
Slika 44: Protihrupna ograja s PV moduli	52
Slika 45: PHK ob varnostni ograji	56
Slika 46: PHK ob površinah za pešce in kolesarje.....	57
Slika 47: PHK enotirnih železniških progah	59
Slika 48: PHK ob dvotirnih železniških progah.....	59
Slika 49: PHK na območju kretnic.....	60
Slika 50: Sestavni deli protihrupnih konstrukcij: 1- zgornji rob, 2 - osrednji del, 3 - spodnji del s temeljem, 4 - zaključek, 5 - poudarjen element, 6 - zasajen zaključek.....	65
Slika 51: Pomen linijske poravnave zgornjega roba protihrupne konstrukcije. Višinski skoki med posameznimi višinami PHO naj bodo izvedeni čim bolj enakomerno, kjer se temu ni mogoče izogniti se mesto stika zakrije zasaditvijo (plezalke na cestni strani, vegetacija na zaledni strani). ali izvede v transparentni obliki	68
Slika 52: Ukrepi za optično nižanje visokih protihrupnih zaščit s spreminjanjem vertikalne linije, z dodatki transparenta ali z zasaditvijo.....	70
Slika 53: Žagasti potek protihrupne ograje (tloris in pogled)	70
Slika 54: Ukrepi za optično nižanje visokih protihrupnih zaščit z obdelavo fasadnega dela protihrupnega panela.....	71
Slika 55: Možne izvedbe zaključkov protihrupnih konstrukcij (stopničenje, gabioni z zasaditvijo, podaljšek v brežino, s transparentom, z zemeljskim nasipom, z zalomom, z zasaditvijo, z dodatnimi elementi)	71
Slika 56: Možni načini izvedbe stika med protihrupnimi konstrukcijami iz različnih materialov. Menjava različnih materialov (zamenjava težke konstrukcije za lažjo) se običajno izvede na območjih nad objekti (mostovi, prepusti, nadvozi) lahko se jo izvede tudi za prekinitev monotonije daljših potez PHK, z uvajanjem spremembe na približno 800 m (nov poudarjen element, s prekrivanjem, z nišo z zasaditvijo, na območju zasilnega izhoda).....	72
Slika 57: Omilitev tunelskega učinka visokih protihrupnih ograj z uvajanjem transparenta na višini voznikovega očišča	72
Slika 58: Ustvarjanje vzorca z uporabo teksture: 1 - enotna tekstura na vseh panelih, 2, 3, 4 - sprememba teksture na posameznem panelu in ponavljanje vzorca, 5 - izmenična menjava teksture med paneli, 6 - menjava teksture na vsakem panelu.....	75
Slika 59: Ustvarjanje ritma na podlagi kontrasta. 1 - ponavljanje enakih elementov - ni ritma. 2 - 5 - s ponavljanjem elementov različnih tekstur, barv ali oblik nastane ritem. Ritmični vzorec je lahko enostaven ali kompleksen. Večji kot je razlika med elementi, bolj poudarjen je ritem. Obsežnejše ureditve s kompleksnim in poudarjenim ritmom so v prostoru lahko vizualno moteče. 6 - Element, ki se od drugih izrazito razlikuje postane dominantna.....	77
Slika 60: Velikostna razmerja v avtocestnem koridorju. Na podlagi razmerij zlatega reza, ki izhajajo iz dejanskih dimenzij tipskega prečnega profila avtoceste, lahko s pomočjo notranje delitve navideznega pravokotnika določimo vizualno prijetna razmerja, ki se v tem primeru nanašajo na	

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

višine protihrupnih konstrukcij. Le-te naj bi se gibale med 250 in 400 cm, vsekakor pa naj nebi presegale višine 650 cm. Iz vizualnega vidika naj bi se torej višina PHK gibala med 24 in 38% širine vozišča in naj nebi presegla 62%.	77
Slika 61: Velikostna razmerja na dvopasovnih cestah. Na podlagi razmerij zlatega reza, ki izhajajo iz dejanskih dimenzij tipskega prečnega profila ceste, lahko s pomočjo notranje delitve navideznega pravokotnika, določimo vizualno prijetna razmerja, ki se v tem primeru nanašajo na višine protihrupnih konstrukcij. Le-te naj bi se gibale med 160 in 260 cm, vsekakor pa naj nebi presegale višine 420 cm. Iz vizualnega vidika naj bi se torej višina PHK gibala med 22 in 36% širine vozišča in naj nebi presegla 60%.	78
Slika 62: Delitev ploskve panela v vizualno ugodnih proporcih.	78
Slika 63: Razdelitev področij vzdolž PHK	89
Slika 64: Delitev področij pri stopničenju ograj	89
Slika 65: Povečanje koeficientov neto tlaka pri nagnjenih PHK.....	89
Slika 66: Obtežbe vetra na »T« zaključek vrha PHK	90
Slika 67: Primer delovanja aerodinamičnega vpliva vetra na PHK za običajne vertikalne postavitev	91
Slika 68: Primer delovanja aerodinamičnega vpliva vetra na zgoraj zalomljene PHK.....	92
Slika 69: Shema obtežbe pri pluženju snega	93
Slika 70: Intenziteta sile pluženja v odvisnosti od hitrosti vozila pri pluženju in oddajlenosti od roba plužene površine	93

PROJEKTIRANJE PROTIHRUPNIH KONSTRUKCIJ NA PROMETNICAH IN PREMOSTITVENIH TER DRUGIH OBJEKTIH

Osnutek / Predlog TSPI – X.YY.ZZZ (mesec LLLL)

NASLOV TSPI

je pripravil tehnični odbor za pripravo tehničnih specifikacij za cestno in železniško infrastrukturo za tematsko področje xyz, v sestavi:

akad. naz. Ime Priimek	predsednik odbora	.....
akad. naz. Ime Priimek	član odbora	.....
akad. naz. Ime Priimek	član odbora	.....
akad. naz. Ime Priimek	član odbora	.....
akad. naz. Ime Priimek	član odbora	.....
akad. naz. Ime Priimek	član odbora	.....
akad. naz. Ime Priimek	član odbora	.....
akad. naz. Ime Priimek	član odbora	.....
akad. naz. Ime Priimek	član odbora	.....
akad. naz. Ime Priimek	član odbora	.....
akad. naz. Ime Priimek	član odbora	.....
akad. naz. Ime Priimek	član odbora	.....
akad. naz. Ime Priimek	član odbora	.....
akad. naz. Ime Priimek	član odbora	.....

Ljubljana, mesec LLLL