TKP časť 31
ZVLÁŠTNE ZEMNÉ KONŠTRUKCIE

účinnosť od: 15.11.2014

OBSAH

1 Úvodná kapitola ... 3
1.1 Predmet technicko-kvalitatívnych podmienok (TKP) ... 3
1.2 Účel TKP ... 3
1.3 Použitie TKP ... 3
1.4 Vypracovanie TKP ... 3
1.5 Distribúcia TKP ... 3
1.6 Účinnosť TKP ... 3
1.7 Nahradenie predchádzajúcich predpisov ... 3
1.8 Súvisiace a citované právne predpisy ... 3
1.9 Súvisiace a citované normy ... 3
1.10 Súvisiace a citované technické predpisy a podmienky ... 6
1.11 Súvisiace zahraničné predpisy ... 6
1.12 Vzájomné uznávanie ... 6
1.13 Použité skratky ... 7
1.14 Terminológia ... 7
2 Všeobecne ... 9
2.1 Odborná spôsobilosť ... 9
3 Vystužené horninové konštrukcie ... 10
3.1 Vystužené násypy ... 10
3.2 Vystužené strmé svahy ... 17
3.3 Vystužené oporné múry a vystužené mostné opory a krídla ... 20
3.4 Preukazné skúšky a kontrola ... 24
4 Vystužené podkladové vrstvy a vystužené bázy násypových telies ... 28
4.1 Sypanina ... 28
4.2 Výstužné prvky – geosyntetická výstuž v podkladnej vrstve ... 28
4.3 Výstužné prvky – geosyntetická výstuž v báze násypov ... 28
5 Klincované svahy ... 30
5.1 Materiál pre klincované svahy ... 30
5.2 Konštrukčné zásady realizácie ... 32
5.3 Technologický postup realizácie ... 32
5.4 Dodávka, skladovanie, preukazné skúšky ... 36
5.5 Kontrolné skúšky, odoberanie vzoriek ... 37
5.6 Dovolené tolerancie ... 37
5.7 Klimatické obmedzenia ... 37
5.8 Kontrolné merania, merania posunov a deformácií ... 37
6 Gabionové (drôtokamenné) konštrukcie ... 39
6.1 Gabionové gravitačné konštrukcie ... 39
6.2 Gabionové obklady ... 49
7 Geobunky ... 51
7.1 Materiál pre geobunky ... 51
7.2 Použitie geobuniek ... 52
7.3 Konštrukčné zásady pri použití geobuniek ... 52
7.4 Preukazné skúšky a kontrola geobuniek ... 52
7.5 Skladovanie a manipulácia s geobunkami ... 53
7.6 Priestorová bunková štruktúra s výškou 1,0 m ... 53
7.7 Recyklácia geobuniek ... 53
7.8 Stanovenie zásad pre technicko-ekonomické vyhodnotenie použitia geobuniek ... 54

1 Úvodná kapitola

Tieto Technicko-kvalitatívne podmienky (TKP) nadväzujú na ustanovenia, pokyny a odporúčania uvedené v TKP časť 0.

1.1 Predmet technicko-kvalitatívnych podmienok (TKP)

Predmetom týchto TKP je stanovenie jednotných všeobecných TK pravidiel pre realizáciu Zvláštnych zemných konštrukcií.

1.2 Účel TKP

Účelom týchto TKP je definovať základné technické požiadavky, ktoré priamo súvisia s funkčnosťou geosyntetiky, kovových a iných materiálov počas celej životnosti konštrukcií vystužených násypov, vystužených oporných múrov, vystužených mostných opôr, vystužených mostných krídiel, vystužených strmých svahov, vystužených podkladových vrstiev, klincovaných svahov a gabionových konštrukcií a sú súčasťou stavieb PK, v zmysle súčasných poznatkov.

1.3 Použitie TKP

TKP sú určené projektantom, objednávateľom, stavebnému dozoru, zhotoviteľom, správcom, ktorí sa zúčastňujú na príprave, realizácii, kontrole a preberaní stavebného diela.

1.4 Vypracovanie TKP

Tieto TKP na základe objednávky Slovenskej správy ciest (SSC) vypracovala spoločnosť MACCAFERRI CENTRAL EUROPE s.r.o., Štverník 662, 906 13 Brezová pod Bradlom

Zodpovední riešitelia – Ing. Jozef Sňahničan, Ing. Jaroslav Adamec, RNDr. Branislav Prelovský, tel. č.: +421220240056, e-mail: office@maccaferri.sk.

1.5 Distribúcia TKP

Elektronická verzia TKP sa po schválení zverejní na webovej stránke SSC: www.ssc.sk (technické podmienky) a na webovej stránke MDVRR SR: www.mindop.sk (doprava, cestná doprava, cestná infraštruktúra, technické predpisy).

1.6 Účinnosť TKP

Tieto TKP nadobúdajú účinnosť dňom uvedeným na titulnej strane.

1.7 Nahradenie predchádzajúcich predpisov

Tieto TKP nahrádzajú TKP časť 31: Zvláštne zemné konštrukcie, MDPT SR z roku 2009 v celom rozsahu.

1.8 Súvisiace a citované právne predpisy

[Z1] Zákon č. 135/1961 Zb. Zákon o pozemných komunikáciách;
[Z2] zákon č. 50/1976 Zb. o územnom plánovaní a stavebnom poriadku (stavebný zákon) v znení neskorších predpisov;
[Z3] zákon č. 17/1992 Zb. o životnom prostredí, v znení neskorších predpisov;
[Z4] zákon č. 223/2001 Z.z. o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov, v znení neskorších predpisov;
[Z5] zákon č. 543/2002 Z.z. o ochrane prírody a krajiny, v znení neskorších predpisov;
[Z6] zákon č. 133/2013 Z.z. o stavebných výrobkoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov;
[Z7] vyhláška MDVRR SR č. 162/2013, ktorou sa ustanovuje zoznam skupín stavebných výrobkov a systémy posudzovania parametrov.

1.9 Súvisiace a citované normy

STN 72 1001	Klasifikácia zemín a skalných hornín
STN 72 1018	Laboratórne stanovenie relatívnej uľahlosti nesúdržných zemín

STN 73 1010	Názvoslovie a značky v geotechnike
STN 73 3040	Geosyntetika. Základné ustanovenia a technické požiadavky
STN 73 3041	Horninové konštrukcie vystužené geosyntetikou. Technické požiadavky
STN 73 3050	Zemné práce. Všeobecné ustanovenia
STN 73 6126	Stavba vozoviek. Nestmelené vrstvy
STN 73 6133	Stavba ciest. Teleso pozemných komunikácii
STN EN 197-1 (72 2101)	Cement. Časť 1: Zloženie, špecifikácie a kritériá na preukazovanie zhody cementov na všeobecné použitie
STN EN 206-1 (73 2403)	Betón. Časť 1: Špecifikácia, vlastnosti, výroba a zhoda
STN EN 445 (72 2455)	Injektážna malta na predpínaciu výstuž. Skúšobné metódy
STN EN 446 (72 2432)	Injektážna malta na predpínaciu výstuž. Injektovanie
STN EN 447 (72 2431)	Injektážna malta na predpínaciu výstuž. Základné požiadavky
STN EN 932-1 (72 1185)	Skúšky na stanovenie všeobecných vlastností kameniva. Časť 1: Spôsoby vzorkovania
STN EN 934-1 (72 2324)	Prísady do betónu, mált a zálievok. Časť 1: Spoločné požiadavky
STN EN 934-4 (72 2324)	Prísady do betónu, mált a zálievok. Časť 4: Prísady do injektážnej malty na predpínaciu výstuž. Definície, požiadavky, zhoda, označovanie a etiketovanie
STN EN 934-5 (72 2324)	Prísady do betónu, mált a zálievok. Časť 5: Prísady do striekaného betónu. Definície, požiadavky, zhoda, označovanie a etiketovanie
STN EN 934-6 (72 2324)	Prísady do betónu, mált a zálievok. Časť 6: Odber vzoriek, kontrola zhody a preukazovanie zhody
STN EN 1097-1 (72 1187)	Skúšky na stanovenie mechanických a fyzikálnych vlastností kameniva. Časť 1: Stanovenie odolnosti proti obrusovaniu (mikro-Deval)
STN EN 1926 (72 1163)	Skúšky prírodného kameňa. Stanovenie pevnosti v tlaku
STN EN 1990 (73 0031)	Eurokód. Zásady navrhovania konštrukcií
STN EN 1992-1 (73 1201)	Eurokód 2. Navrhovanie betónových konštrukcií
STN EN 1997-1 (73 0091)	Eurokód 7. Navrhovanie geotechnických konštrukcií. Časť 1: Všeobecné pravidlá
STN EN 10025-1 (42 0904)	Výrobky valcované za tepla z konštrukčných ocelí. Časť 1: Všeobecné technické dodacie podmienky
STN EN 10079 (42 0044)	Definície oceľových výrobkov
STN EN 10080 (42 1039)	Oceľ na vystuženie betónu. Zvariteľná oceľová výstuž. Všeobecne
STN EN 10210-1 (42 1051)	Duté konštrukčné profily z nelegovaných a jemnozrnných ocelí vyrobené za tepla. Časť 1: Technické dodacie podmienky
STN EN 10210-2 (42 1051)	Duté konštrukčné profily z nelegovaných a jemnozrnných ocelí vyrobené za tepla. Časť 2: Tolerancie, rozmery a vlastnosti profilu
STN EN 10219-1 (42 1052)	Zvárané duté konštrukčné profily z nelegovaných a jemnozrnných ocelí tvárnené za studena. Časť 1: Technické dodacie podmienky
STN EN 10223-3 (15 3160)	Oceľové drôty a drôtené výrobky na ploty a siete. Časť 3: Drôtené oceľové pletivo so šesťuholníkovými okami na priemyselné účely
STN EN 10223-8 (15 3160)	Oceľové drôty a drôtené výrobky na ploty a siete. Časť 8: Zvárané siete na gabionové produkty
STN EN 10244-2 (42 6470)	Oceľový drôt a drôtené výrobky. Neželezné kovové povlaky na oceľovom drôte. Časť 2: Povlaky zo zinku a zliatin zinku

STN EN 10318 (03 8532)	Stanovenie hrúbky a chemického zloženia kovových povlakov na báze zinku a hliníka. Rutinná metóda
STN EN 13242+A1 (72 1504)	Kamenivo do nestmelených a hydraulicky stmelených materiálov používaných v inžinierskom staviteľstve a pri výstavbe ciest (Konsolidovaný text)
STN EN 13249 (80 6104)	Geotextílie a geotextíliám podobné výrobky. Vlastnosti požadované pri stavbe pozemných komunikácií a iných dopravných plôch (okrem železníc a vystužovania asfaltových povrchov vozoviek)
STN EN 13251 (80 6106)	Geotextílie a geotextíliám podobné výrobky. Vlastnosti požadované v zemných stavbách, základoch a podperných konštrukciách
STN EN 13383-1 (72 1507)	Kameň na vodné stavby. Časť 1: Požiadavky
STN EN 13383-2 (72 1507)	Kameň na vodné stavby. Časť 2: Skúšobné metódy
STN EN 14475 (73 1009)	Vykonávanie špeciálnych geotechnických prác. Vystužené zemné konštrukcie
STN EN 14487-1 (73 2431)	Striekaný betón. Časť 1: Definície, špecifikácia a zhoda
STN EN 14487-2 (73 2431)	Striekaný betón. Časť 2: Zhotovovanie
STN EN 14488-1 (73 1305)	Skúšanie striekaného betónu. Časť 1: Odber vzoriek čerstvého a zatvrdnutého betónu
STN EN 14490 (73 1025)	Vykonávanie špeciálnych geotechnických prác. Klincovanie zemín
STN EN 50122-1 (34 1505)	Dráhové aplikácie. Pevné inštalácie. Elektrická bezpečnosť, uzemňovanie a spätné vedenie. Časť 1: Ochranné opatrenia proti zásahu elektrickým prúdom
STN EN 50122-2 (34 1505)	Dráhové aplikácie. Pevné inštalácie. Elektrická bezpečnosť, uzemňovanie a spätné vedenie. Časť 2: Opatrenia proti účinkom blúdivých prúdov vytváraných trakčnými sieťami jednosmerného prúdu
STN EN 50122-3 (34 1505)	Dráhové aplikácie. Pevné inštalácie. Elektrická bezpečnosť, uzemňovanie a spätné vedenie. Časť 3: Vzájomné pôsobenie trakčných sietí striedavého a jednosmerného prúdu
STN EN ISO 1461 (03 8558)	Zinkové povlaky na železných a oceľových výrobkoch vytvorené ponorným žiarovým zinkovaním. Požiadavky a skúšobné metódy (ISO 1461: 2009)
STN EN ISO 9223 (03 8202)	Korózia kovov a zliatin. Korózna agresivita atmosfér. Klasifikácia, stanovenie odhad (ISO 9223: 2012)
STN EN ISO 9227 (03 8132)	Skúšky korózie v umelých atmosférach. Skúšky soľnou hmlou (ISO 9227: 2012)
STN EN ISO 9862 (80 6121)	Geosyntetika. Odber a príprava skúšobných vzoriek (ISO 9862: 2005)
STN EN ISO 10318 (80 6100)	Geosyntetika. Termíny a definície (ISO 10318:2005)
STN EN ISO 10319 (80 6124)	Geosyntetika. Ťahová skúška pevnosti širokej vzorky (ISO 10319:2008)
STN EN ISO 10321 (80 6125)	Geosyntetika. Ťahová skúška pevnosti spojov/švov metódou Strip na širokých vzorkách (ISO 10321: 2008)
STN EN ISO 10722 (80 6146)	Geosyntetika. Postup indexových skúšok na vyhodnotenie mechanického poškodenia pri opakovanom zaťažení. Poškodenie spôsobené zrnitým materiálom (ISO 10722: 2007)
STN EN ISO 12236 (80 6126)	Geotextílie a geotextíliám podobné výrobky. Skúška pretláčaním valcovým razníkom (skúška CBR) (ISO 12236:2006)
STN EN ISO 13426-1 (80 6181)	Geotextílie a geotextíliám podobné výrobky. Pevnosť vnútorných štrukturálnych spojov. Časť 1: Geobunky (ISO 13426-1: 2003)
STN EN ISO 13431 (80 6128)	Geotextílie a geotextíliám podobné výrobky. Stanovenie ťahového plastického tečenia a porušenia pri ťahovom plastickom tečení (ISO 13431: 1999)
STN EN ISO 13438 (80 6140)	Geotextílie a geotextíliám podobné výrobky. Skúšobná metóda na zisťovanie odolnosti proti oxidácii (ISO 13438: 2004)
STN EN ISO 14713-1	Zinkové povlaky. Návody a odporúčania na protikoróznu ochranu oceľových

(03 8261)	konštrukcií. Časť 1: Všeobecné princípy navrhovania a odolnosti proti korózii (ISO 14713-1: 2009)

Poznámka: Súvisiace a citované normy vrátane aktuálnych zmien, dodatkov a národných príloh

1.10 Súvisiace a citované technické predpisy a podmienky

[T1]	TP 03/2006	Dokumentácia stavieb ciest, MDPT SR: 2007;
[T2]	TP 05/2013	Protikorózna ochrana oceľových konštrukcií mostov, MDVRR SR: 2013;
[T3]	TP 03/2014	Základné ochranné opatrenia pre obmedzenie vplyvu bludných prúdov na mostné objekty pozemných komunikácií, MDVRR SR: 2014;
[T4]	TKP časť 0	Všeobecne, MDVRR SR: 2012;
[T5]	TKP časť 2	Zemné práce, MDVRR SR: 2011;
[T6]	TKP časť 5	Podkladové vrstvy, MDVRR SR: 2014;
[T7]	TKP časť 15	Betónové konštrukcie všeobecne, MDVRR SR: 2013;
[T8]	TKP časť 18	Betón na konštrukcie, MDVRR SR: 2013;
[T9]	TKP časť 25	Vegetačné úpravy, MDVRR SR: 2012;
[T10]	TKP časť 35	Geotechnický monitoring pre objekty líniových častí pozemných komunikácií, MDVRR SR: 2010;
[T11]	KLK 1/2012	Katalógové listy kameniva, MDVRR SR: 2012.

1.11 Súvisiace zahraničné predpisy

Kapitola 30 TKP	Speciální zemní konstrukce (Špeciálne zemné konštrukcie)
NF P-325-1	Ouvrages en gabions (Gabionové konštrukcie)
NF P-325-2	Ouvrages en gabions milieu aquatique (Gabionové konštrukcie vo vodných tokoch)
NF P94-281	Mur poids (Gravitačné oporné konštrukcie)
NF P94-325-1	Ouvrages en gabions (Gabionové konštrukcie)
ASTM A 975 11	Double Twisted Hexagonal Mesh (Dvojzákrutová šesťuholníková sieť)
ASTM D 6711	Rock to fill gabions (Výplňový kameň pre gabiony)
ASTM D 7014	Installation of Double-Twisted Wire Mesh Gabions and Revet Mattresses (Inštalácia gabionov a matracov z dvojzákrutovej siete)
BS 8006-1: 2010	Code of practice for strengthened/reinforced soils and other fills (Zásady navrhovania zosilnených/vystužených hornín a iných násypových materiálov)

1.12 Vzájomné uznávanie

V prípadoch, kedy táto špecifikácia stanovuje požiadavku na zhodu s ktoroukoľvek časťou slovenskej normy (“Slovenská technická norma”) alebo inej technickej špecifikácie, možno túto požiadavku splniť zaistením súladu s:

(a) normou alebo kódexom osvedčených postupov vydaných vnútroštátnym normalizačným orgánom alebo rovnocenným orgánom niektorého zo štátov EHP;
(b) ktoroukoľvek medzinárodnou normou, ktorú niektorý zo štátov EHP uznáva ako normu alebo kódex osvedčených postupov;
(c) technickou špecifikáciou, ktorú verejný orgán niektorého zo štátov EHP uznáva ako normu; alebo
(d) európskym technickým posúdením vydaným v súlade s postupom stanoveným v nariadení (EÚ) č. 305/2011.

Predchádzajúce body však platia len za predpokladu, že príslušná norma stanovuje rovnocennú úroveň technických a bezpečnostných parametrov ako stanovená norma alebo technická špecifikácia.

„Štát EHP“ znamená štát, ktorý je zmluvnou stranou dohody o Európskom hospodárskom priestore podpísanej v meste Porto dňa 2. mája 1992, v aktuálne platnom znení.

“Slovenská norma” (“Slovenská technická norma ”) predstavuje akúkoľvek normu vydanú Úradom pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky vrátane prevzatých európskych alebo iných medzinárodných noriem.

1.13 Použité skratky

CMD	priečny smer
ETA	polyamid
GCE	geobunka
GCO	geokompozit
GGR	geomreža
GTX-N	geotextília netkaná
GTX-W	geotextília tkaná
HDPE	vysokohustotný polyetylén
MD	pozdĺžny smer
MDVRR SR	Ministerstvo dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja SR
PD	projektová dokumentácia
PET	polyetylénteraftalát (polyester)
PP	polypropylén
PK	pozemné komunikácie
PVC	polyvinyl chlorid
ŠD	štrkodrvina
ŠP	štrkopiesok
TDZ	trieda dopravného zaťaženia
TKP	technicko-kvalitatívne podmienky
TP	technické podmienky
ZTKP	zvláštne technicko-kvalitatívne podmienky

1.14 Terminológia

Pre potrebu týchto TKP platia vybrané najpoužívanejšie termíny a definície uvedené v STN EN 14475, STN 73 1010, STN 73 3040, STN 73 3041, STN EN 14490.

1.14.1 sypanina (angl. fill): prírodný alebo umelý materiál tvorený pevnými časticami vrátane hornín, používaný pre stavbu horninovej konštrukcie [STN EN 14475](*);

1.14.2 výstuž/vystuženie (angl. reinforcement): všeobecný názov pre výstužne prvky umiestnené vo vystuženej horninovej konštrukcii [STN EN 14475](*);

1.14.3 horninová konštrukcia (angl. engineered fill): konštrukcia, pri ktorej sú podmienky navážania a zhutňovania sypaniny kontrolované [STN EN 14475](*);

1.14.4 lícové opevnenie (angl. facing): kryt exponovaného líca vystuženej horninovej konštrukcie, ktorý zadržuje sypaninu medzi vrstvami výstuže a chráni ju pred eróziou [STN EN 14475](*);

1.14.5 základ (angl. foundation): základ vystuženej horninovej konštrukcie je celková plocha, na ktorú sa ukladá prvá vrstva výstuží [STN EN 14475](*);

1.14.6 systém lícového opevnenia (angl. facing system): zostava lícových prvkov použitých na vytvorenie konečného tvaru vystuženej horninovej konštrukcie [STN 73 3041](*);

1.14.7 zelené lícové opevnenie (angl. green facing): vegetačne pokrytie alebo výplň používané bez lícových prvkov alebo ako doplnok k vystuženej horninovej konštrukcii s povrchom z lícových prvkov [STN EN 14475](*);

1.14.8 návrhová životnosť (angl. design life): projektom požadovaná životnosť konštrukcie v rokoch [STN EN 14475];

1.14.9 vystužená hornina (angl. reinforced soil): časť horninovej konštrukcie spevnenej počas sypania a zhutňovania násypového materiálu vkladaním ťahovej výstuže, ktorej úlohou je podieľať sa na prenose ťahových a/alebo šmykových síl, a tým zvyšovať stabilitu alebo únosnosť konštrukcie [STN 73 1010] (*);

1.14.10 gabion: konštrukčný prvok zhotovený uložením prevažne hrubozrnnej zeminy do drôteného alebo geosyntetického koša; skladaním košov na seba sa vytvorí konštrukcia stenového typu rôzneho uplatnenia [STN 73 1010];

1.14.11 roznášacia platňa (angl. bearing plate): platňa pripevnená k hlave zemného klinca na prenášanie zložiek zaťaženia z líca alebo priamo z povrchu zeminy do zemného klinca [STN EN 14490];

1.14.12 drenážny systém (angl. drainage system): séria drénov, odvodnenie vrstiev alebo iné prostriedky na kontrolu a dovádzanie povrchovej alebo podzemnej vody [STN EN 14490];

1.14.13 povrchová úprava (angl. facing): prekrytie obnaženého povrchu vystuženej zeminy, ktorá môže mať stabilizačnú funkciu na podopretie zeminy medzi zemnými klincami, protieróznu a estetickú funkciu [STN EN 14490];

1.14.14 skúšobný klinec (sacrificial nail): zemný klinec zhotovený rovnakým spôsobom ako systémové klince, zhotovený iba na vyťahovaciu skúšku, nevytvárajúci časť klincovanej konštrukcie [STN EN 14490];

1.14.15 kotevná hornina (angl. anchored earth): forma vystuženej horniny, ktorá používa kotvy uložené v zemine na zabezpečenie stability horninovej konštrukcie, pričom odolnosť na vytiahnutie je daná pasívnym odporom kotvy a trením na povrchu kotvy [BS 8006-1:2010];

1.14.16 zemný klinec (angl. soil nail): výstužný prvok zabudovaný do zeminy, obyčajne v subhorizontálnom sklone, ktorý mobilizuje odolnosť zeminy pozdĺž celej dĺžky [STN EN 14490];

1.14.17 klincovaná konštrukcia (angl. soil nail construction): každá konštrukcia, ktorá obsahuje zemné klince a môže mať povrchovú úpravu a/alebo drenážny systém [STN EN 14490];

1.14.18 skúšobný klinec (angl. test nail): klinec zhotovený rovnakým spôsobom ako systémové klince s úmyslom verifikovať únosnosť v ťahu a trvanlivosť, pričom môže byť súčasťou konštrukcie [STN EN 14490];

1.14.19 skúšobné zaťaženie (angl. proof load): zaťaženie aplikované počas skúšania [STN EN 14490].

Poznámka: (*) modifikovaný výraz z predmetnej STN.

2 Všeobecne

Základné konštrukčné požiadavky na vystužené násypy, vystužené oporné múry, vystužené mostné opory, vystužené mostné krídla, vystužené strmé svahy, vystužené podkladové vrstvy, mechanicky stabilizované podkladové vrstvy, klincované svahy a gabionové konštrukcie určuje PD. Ak PD stavby predpíše alebo zhotoviteľ navrhne iné pracovné postupy, konštrukčné systémy, materiály a netradičné technológie, ako sú uvedené v týchto TKP, projektant musí vypracovať kvalifikované zdôvodnenie zvláštnych technicko-kvalitatívnych podmienok (ďalej ZTKP).

Podrobné TK požiadavky, ktoré priamo súvisia s funkčnosťou a účinnosťou geosyntetiky a jednotlivých geosyntetických materiálov alebo kovových materiálov počas celej životnosti vystužených násypov, vystužených oporných múrov, vystužených mostných opôr, vystužených mostných krídiel, vystužených strmých svahov, vystužených podkladových vrstiev, mechanicky stabilizovaných podkladových vrstiev, klincovaných svahov a gabionových konštrukcií musia byť uvedené v PD a musia byť v súlade s týmito TKP pokiaľ PD neobsahuje ZTKP.

V PD sa tiež musia uviesť technické požiadavky, ktoré charakterizujú jednotlivé komponenty výstužných konštrukčných systémov, napr. dlhodobá ťahová pevnosť a životnosť výstužného prvku a spojom medzi výstužným prvkom a lícovým opevnením a vlastnosti lícového opevnenia.

V PD sa uvádzajú požiadavky na realizáciu geosyntetiky drenážne a filtračné účely, oddeľovanie, vystužovanie a ochranu zemín proti erózii a požiadavky na realizáciu lícnych prvkov a obkladových konštrukcií vo vystužených násypoch, vystužených oporných múroch, vystužených mostných oporách, vystužených mostných krídlach, vystužených strmých svahoch, klincovaných svahoch a gabionových konštrukcií.

O vhodnosti jednotlivých typov vystužených oporných konštrukcií v telese pozemných komunikácií z hľadiska trvanlivosti a tvarovej stálosti rozhodujú charakteristiky a ich tolerancie uvedené v článku 3.4.4 týchto TKP.

2.1 Odborná spôsobilosť

Zhotoviteľ špeciálnych zemných konštrukcií podľa týchto TKP musí preukázať spôsobilosť na zaistenie kvality a dlhodobej funkčnosti počas celej životnosti:

- vystužených násypov,
- vystužených oporných múrov,
- vystužených mostných opôr,
- vystužených mostných krídel,
- vystužených strmých svahov,
- vystužených konštrukčných vrstiev a podložia násypov,
- klincovaných svahov,
- gabionových konštrukcií.

Musí sa preukázať spôsobilosť realizačných pracovníkov, strojných zariadení, skladovania, dopravy, skúšobní, kontrolného systému a ďalších činností, ktoré môžu ovplyvniť dlhodobú kvalitu a funkčnosť vystužených násypov, vystužených oporných múrov, vystužených mostných opôr, vystužených mostných krídiel, vystužených strmých svahov, vystužených podkladových vrstiev, mechanicky stabilizovaných podkladových vrstiev, klincovaných svahov a gabionových konštrukcií. Spôsobilosť realizačných montážnych pracovníkov je povinné preukázať písomne (certifikátom, potvrdením), zaškolením u výrobcu základného materiálu (výstužný systém, gabion, geobunka a iné) pre daný typ konštrukcie. Zaškolenie výrobcom môže byť nahradené autorizovaným zástupcom výrobcu, ktorý má oprávnenie poskytovať i spolu súčinnosť kontroly na stavbe.

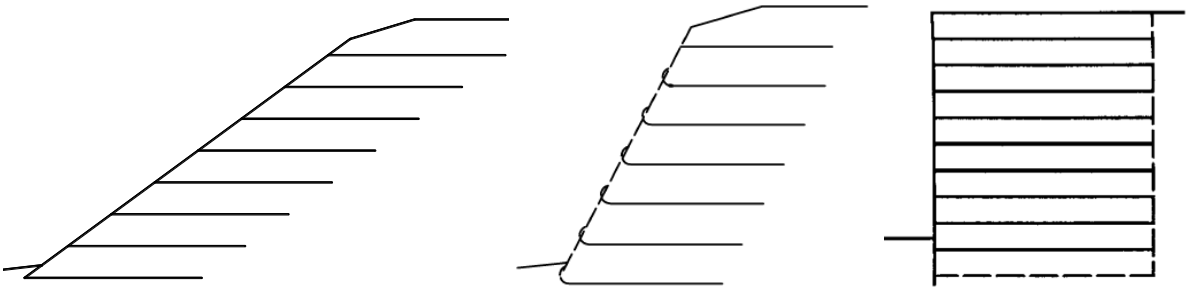
3 Vystužené horninové konštrukcie

Vystužené horninové konštrukcie sa skladajú z týchto hlavných prvkov:

- sypaniny,
- výstužných prvkov,
- systému lícového opevnenia (ak je potrebné),
- spojovacieho prvku, ktorý spája výstužný prvok a lícové opevnenie (ak je potrebné).

Podľa sklonu lícovej časti sa vystužené horninové konštrukcie delia na:

- vystužené násypy – sklon do 45°,
- vystužené strmé svahy – sklon 45° - 70°,
- vystužené oporné múry a vystužené mostné opory a krídla – sklon 70° - 90°.



a) b) c)

Obrázok 1 Príklady aplikácií vystužených horninových konštrukcií
a) vystužený násyp, b) vystužený strmý svah, c) vystužený oporný múr

Všetky komponenty vystuženej horninovej konštrukcie musia mať životnosť, ktorú má samotné teleso násypu a priľahlé konštrukcie. Návrhová životnosť konštrukcií je definovaná v zmysle článku 2.3 normy STN EN 1990, prípadne definovaná objednávateľom.

Všetky konštrukcie vzdialené horizontálne do 6 m od komunikácie, na ktorej sa vykonáva zimná údržba prostredníctvom rozmrazovacích prostriedkov sa musia posudzovať ako konštrukcie vystavené silným účinkom rozmrazovacích solí (chloridom).

Všetky špeciálne zemné konštrukcie sklonu 1:1 (45°) a strmšie sa neodporúčajú realizovať s celkovou výškou konštrukcie viac ako 6 m. Pri potrebe vyššej konštrukcie sa odporúča použiť odstupňovaná konštrukcia lavičkami po 6 m. Lavička musí byť šírky minimálne 1,5 m.

3.1 Vystužené násypy

Ak projektová dokumentácia nestanovuje inak, vystužené násypy do sklonu 45° (1:1) sa budujú obyčajne bez lícového opevnenia. Výstužné prvky sa umiestňujú vodorovne, líce svahu sa nimi môže obaliť, prípadne sa ukončia pri čele svahu. Povrch svahu, vzhľadom na riziko zosunutia vrstvy humusu po svahu násypu, sa zabezpečuje protieróznou ochranou. Ako protierózne opatrenie sa najčastejšie používajú polymérové georohože, geokompozity, geobunky, prípadne biodegradovateľné rohože na báze slamy, juty, kokosových vlákien alebo iných prírodných materiálov.

V prípade potreby ochrany pred prívalovými vodami a povodňami sa môže päta násypu ochrániť gabionovými matracmi s výplňou kameňom (alebo zmesi kameňa a zeminy).

Vystužené násypy sa skladajú z týchto hlavných prvkov:

- sypaniny,
- výstužných prvkov,
- systému lícového opevnenia (ak je potrebné).

Vzhľadom na význam a trvanlivosť, každá vystužená horninová konštrukcia musí byť uceleným konštrukčným systémom navrhnutým a posúdeným autorizovaným projektantom. Návrh konštrukcie a statický posudok musí byť súčasťou PD. Dodávateľ musí deklarovať parametre jednotlivých komponentov v zmysle požiadaviek PD.

3.1.1 Sypanina

Násypové teleso sa buduje v súlade s projektovou dokumentáciou a vzorovými priečnymi rezmi. Typ použitej zeminy, spôsob ťažby, doprava, prípadné skladovanie na depónii a spracovanie zemín do zemného telesa sa riadia zásadami stanovenými v [T5], STN 72 1001, STN 73 6133 a STN EN 14475. Na zabudovanie zemín do nevystuženej aj vystuženej časti násypu spracúva zhotoviteľ technologický postup, ktorý autorizuje projektant a schvaľuje objednávateľ.

Tabuľka 1 Zatriedenie sypaniny do tried podľa geomechanických charakteristík v zmysle STN EN 14475

	Trieda sypaniny					
Geomechanické charakteristiky	**1**	**2**		**3**		**4**
	Hrubozrnná priepustná	**Piesčitá (štrkovitá) s jemnozrnnou prímesou**		**Jemnozrnná s prímesou piesčitej (štrkovitej) frakcie**		**Ílovitá**
	(S, G)	**2a**	**2b**	**3a**	**3b**	
% prepadu cez sito 80 µm	< 5 %	< 12 %	12 % až 35 %	12 % až 35 %	35 % až 100 %	35 % až 100 %
% prepadu cez sito 20 µm	-	-	< 10 %	> 10 %	< 40 %	> 40 %
Index plasticity	-	-	-	< 25	< 25	> 25

Prvú a druhú triedu sypaniny je možné použiť do všetkých typov vystužených zemných konštrukcií. Pre triedu sypaniny 3 je potrené deklarovať jej vlastnosti skúškami (skúšky spolupôsobenia sypanina-výstuž, deformačné skúšky, meranie pórových tlakov a iné). Trieda 4 sa používa do nízko namáhaných konštrukcií (napr. protihlukové valy a iné).

Do vystužených zemných konštrukcií sa nesmú používať tieto zeminy:

- zeminy s obsahom organických látok väčším ako 5 %, ako sú napr. humus, ornica, rašelina, bahno, uholné odpady a pod.;
- odpady, ktoré je treba posudzovať podľa [Z4] a príslušných vyhlášok;
- zeminy s obsahom rozpustných a oxidujúcich látok negatívne pôsobiacich na výstužné prvky (napr. alkalické prostredie nepriaznivo pôsobí na polyesterové materiály).

Vhodnosť materiálu závisí od viacerých faktorov, ktoré sa musia vziať do úvahy pri výbere materiálu:

- spracovateľnosť sypaniny,
- funkcia a prostredie konštrukcie a jej dlhodobé správanie,
- hrúbka vrstvy sypaniny a maximálna veľkosť zŕn,
- technológia lícového opevnenia,
- vegetácia,
- drenážne vlastnosti,
- agresivita sypaniny,
- interakcia sypaniny – výstuž,
- geotechnické parametre sypaniny,

- náchylnosť na namŕzanie.

Druhotné materiály, napr. popolček, popolčekový stabilizát, škvara, troska, stavebná suť, výsypky, hlušiny, recyklované materiály z vozoviek a pod., sa môžu použiť do vystužených násypov pokiaľ mechanické vlastnosti výstužných prvkov nebudú ich pôsobením nepriaznivo znížené. Podmienky použitia druhotných materiálov musí obsahovať dokumentácia stavby. Ak nie sú v dokumentácii stavby, musia byť vypracované ZTKP.

Pre sypaninu je nutné stanoviť:

- presný popis materiálu, jeho pôvod, podiel jednotlivých frakcií a pod.,
- projektové fyzikálno-mechanické vlastnosti,
- vplyv na geosyntetickú a kovovú výstuž,
- nezávadnosť pre životné prostredie,
- vyluhovateľnosť a jej zmeny v čase (podľa [Z4]),
- technológie spracovania,
- spôsob kontroly.

Kovová výstuž je náchylná na koróziu, a preto sú dôležité elektrochemické vlastnosti sypaniny použitej do bloku zeminy vystuženej kovovou výstužou. Ak sa použije kovová výstuž, musí sa overiť elektrochemická, chemická a biologická agresivita sypaniny a sypanina do bloku vystuženej zeminy musí spĺňať požiadavky uvedené v tabuľke 2.

Tabuľka 2 Odporúčané elektrochemické vlastnosti sypaniny pri použití kovovej výstuže

Charakteristika	**Kritérium**
Elektrický odpor	> 5000 Ωcm
Hodnota pH	5 < pH < 10
Chloridy	< 100 ppm
Sírany	< 200 ppm
Organický obsah	max. 1 %

3.1.2 Výstužné prvky

Výstužné prvky v telese násypu pôsobia väčšinou ako ťahová výstuž a zvyšujú aj zabezpečujú stabilitu násypu. Na kontakte zemina - výstuž vznikajú šmykové napätia, ktoré zmenšujú aktívne sily spôsobujúce porušenie zemného telesa a zvyšujú pasívne sily, ktoré bránia porušeniu. Prenos síl na kontakte zemina - výstuž sa pri pohybe horniny po výstuži uskutočňuje v dôsledku trenia. Pri pohybe zeminy po povrchu výstuže vznikajú vo výstuži ťahové sily, čím začne výstuha uplatňovať svoju výstužnú funkciu. Výstuž spolu so sypaninou tvorí blok vystuženej zeminy, ktorý musí mať dostatočnú šírku a tvar, aby bol stabilný a preniesol všetky vonkajšie zaťaženia.

Vodorovné výstužné prvky sa umiestňujú:

- v základovej škáre násypu,
- v spodnej časti násypu,
- na svahoch násypu,
- kombinujú sa predchádzajúce možnosti,
- v celom telese násypu.

Na vystužovanie násypov sa zvyčajne používajú jednoosové výstužné prvky na báze polyméru ako sú geomreže, geopásy, geotextílie a iné geokompozity, alebo prvky na báze ocele ako sú oceľové pásy, siete. Všetky výstužné materiály musia mať primárnu výstužnú funkciu, a tomu zodpovedať ich pevnostné a deformačné vlastnosti.

V PD musia byť uvedené návrhové dlhodobé ťahové pevnosti výstužných prvkov. Výrobca musí pri dodávke deklarovať overené hodnoty návrhovej ťahovej pevnosti náležiacej danej životnosti, prevádzkovej teplote a typu sypaniny vystuženej zemnej konštrukcie.

3.1.2.1.1 Geosyntetická polymérová výstuž

Polymérové výstuže sa najčastejšie vyskytujú vo forme lineárnych, plošných alebo priestorových prvkov. Najbežnejšími lineárnymi a plošnými sú geomreže, geopásy, geotextílie a geokompozity. Priestorovou výstužou sú geobunky. Hlavnou požiadavkou na polymérové výstužné prvky je, aby vykazovali vysokú pevnosť v ťahu pri nízkom pomernom pretvorení.

Na vlastnosti geosyntetických výrobkov majú vplyv hlavne materiály použité na ich výrobu, spôsob výroby a ich štruktúra. Štandardne sa na vystužovanie používajú geomreže na báze polyesteru - PES, polyetylénтereftalátu – PET, polyetylénu - HDPE, LLDPE, polyamidu – PA, polypropylénu – PP. Geosyntetické výrobky používané vo vystužených horninových konštrukciách musia byť vyrobené iba z primárnych surovín, čo musí byť jednoznačne preukázateľné z priložených dokumentov. Pri geoysyntetickej výstuži musia byť zohľadnené aj výsledky creepovej (dlhotrvajúcej) ťahovej skúšky.

3.1.2.1.2 Oceľové výstuže

Oceľová výstuž môže byť v tvare pásov, tyčí, prútov a sietí. Oceľová výstuž musí byť opatrená povrchovou úpravou a/alebo ochranným povlakom na obmedzenie pôsobenia elektrochemickej korózie. Požiadavkám na povrchové ochrany vzhľadom na požadovanú životnosť oceľovej výstuže sa podrobne venuje článok 6.1.1 týchto TKP. Životnosť oceľovej výstuže a iných oceľových častí nosnej vystuženej konštrukcie, napr. oceľové siete, pásy a pod. musí byť minimálne taká, aby vyhovovala pre plné zaťaženie na konci projektovanej životnosti konštrukcie, v ktorej je uložená. Životnosť oceľovej výstuže sa dokladá protokolom zo skúšky v soľnej hmle podľa normy STN EN ISO 9227 vykonanými laboratóriami s príslušnou spôsobilosťou.

3.1.3 Systém lícového opevnenia

Ako je opísané v článku 3.1, ak PD nestanovuje inak, vystužené násypy do sklonu 45° (1:1) sa budujú obyčajne bez lícového opevnenia. Prípadne sa môže použiť mäkký lícový prvok tvorený oceľovou alebo polymérovou výstuhou, ktorá čelo svahu obalí alebo geobunku. Výstužné prvky sa umiestňujú vodorovne. Povrch svahu sa vzhľadom na riziko zosunutia vrstvy humusu po svahu násypu zabezpečuje protieróznou ochranou.

Pre dosiahnutie nízkych pretvorení konštrukcie, dodržanie predpísaných tolerancií a dobrého estetického vzhľadu sa pri systémoch s obaľovaným lícom pri výstavbe používa dočasné debnenie.

V prípade, ak mäkký lícový prvok je vytvorený geobunkou, použitie debnenia odpadá.

3.1.4 Vykonávanie prác

Zhotoviteľ na základe vlastných skúšok, znalostí, skúseností a podkladov od dodávateľa výstužných prvkov vypracuje technologický postup, ktorý autorizuje projektant a schvaľuje objednávateľ. Faktory ovplyvňujúce výstavbu a splnenie TKP vystužených horninových konštrukcií, zhotoviteľ zohľadní v technologickom postupe. Ide najmä o:

- preberanie a kontrolu materiálov a výrobkov,
- skladovanie a manipuláciu s materiálmi a výrobkami,
- prípravu a odvodnenie staveniska,
- úpravu podložia násypu,
- výber, dopravu, navážanie a zhutňovanie násypového materiálu,
- ukladanie a zabudovanie výstuže,
- odvodnenie násypu,
- úpravu povrchu svahov násypu,
- miestne podmienky výstavby,
- rýchlosť výstavby,
- klimatické podmienky.

3.1.5 Preberanie a kontrola kvality materiálov

Na vystužovanie násypov sa štandardne používa geosyntetika a to geomreže, ojedinele geotextílie a geokompozity. Na vystužovanie násypov sa môže použiť aj kovová výstuž. Všetky

výstužné materiály musia mať primárnu výstužnú funkciu a tomu zodpovedajú ich pevnostné deformačné vlastnosti.

Vzhľadom na význam, dôležitosť a vplyv výstužného prvku na dlhodobú spoľahlivú funkčnosť vystužených násypov, každá rolka geosyntetiky dodaná na stavbu musí mať na štítku tieto informácie:

- dátum výroby,
- číslo rolky,
- číslo série (dávky),

aby sa v prípade potreby mohli dodatočne zistiť výsledky kontrolných skúšok materiálu vykonaných v rámci systému kontroly kvality výrobcu geosyntetiky. Uvedená požiadavka platí aj pre kovovú výstuž.

Dodávateľ prikladá ku každej dodávke výstužných materiálov do zvláštnych zemných konštrukcií sprievodné dokumenty - SK vyhlásenie o parametroch s údajmi podľa príslušných európskych noriem alebo technických špecifikácií (ETA) a certifikát o zhode systému riadenia výroby u výrobcu. Dodací list ku každej dodávke musí obsahovať minimálne nasledovné údaje:

- číslo a dátum vystavenia,
- názov a adresa výrobcu/dovozcu alebo distribútora,
- názov a sídlo odberateľa,
- miesto určenia dodávky,
- predmet dodávky,
- hmotnosť dodávky, počet roliek, paliet.

Dodávateľ výstužných prvkov musí mať k dispozícii výsledky interných skúšok výrobkov dodaných na stavbu a predkladá ich na požiadanie zhotoviteľa alebo investora.

3.1.6 Skladovanie a manipulácia

Všetky sklady a depónie materiálu pre vystuženú zemnú konštrukciu musia mať dostatočné rozmery pre umožnenie vykládky, nakládky a premiestňovanie materiálu bez jeho poškodenia a znečistenia.

Podrobnosti manipulácie a skladovania výstužných prvkov sa líšia podľa výrobku a stanoví ich výrobca a musia byť uvedené v sprievodnej dokumentácii alebo technologickom postupe s cieľom minimalizovať možné poškodenie prvkov. Výstužné prvky sa musia skladovať tak, aby boli chránené pred priamym slnečným žiarením, dažďovými zrážkami a zemnou vlhkosťou v prípadoch, ak nepovoľujú inštrukcie výrobcu niečo iné.

3.1.7 Príprava staveniska

Povrch terénu musí byť pred výstavbou odhumusovaný, urovnaný a zhutnený v súlade s dokumentáciou stavby a požiadavkami podľa [T5]. Úprava podložia navrhnutá na základe výsledkov geotechnického prieskumu je uvedená a podrobne rozpracovaná v PD. Ak sa vyskytne nutnosť ďalších úprav podložia navrhne zhotoviteľ riešenie, ktoré po odsúhlasení projektantom predloží objednávateľovi na schválenie. Vrstva, na ktorú sa ukladajú výstužné prvky sa starostlivo urovná, zhutní a skontroluje. Pri použití priepustného materiálu sa povrch vrstvy upraví vodorovne. V prípade, že sa pri výstavbe použijú súdržné zeminy, sa povrch vrstvy upraví do mierneho sklonu (cca 3 %), aby sa umožnil odtok zrážkovej vody a zamedzilo jej znehodnocovanie. Na povrchu zhutnenej vrstvy, na ktorú sa položia výstužné prvky sa nesmú vyskytovať vystupujúce ostrohranné úlomky hornín, ktoré by mohli ukladaný materiál poškodiť.

Neúnosné vrstvy treba upraviť (napr. odvodnením, konsolidáciou, kamenitým materiálom, spojivami, dynamickou konsolidáciou, vystužením), prípadne vymeniť. Najbežnejšie úpravy neúnosnej základovej škáry zahŕňajú použitie sanačných vrstiev z lomového kameňa a kameniva v kombinácii s drenážnymi vrstvami a geosyntetickou výstužou. Podrobnejšie sa tejto problematike venuje kapitola 4 týchto TKP.

Na urýchlenie konsolidácie mäkkých vrstiev v podloží sa používa sieť zvislých drenážnych prvkov (geodrény, pieskové pilóty, štrkové piliere). Na zabezpečenie stability násypu na málo

únosnom podloží bez možnosti konsolidácie (časový faktor) možno použiť vystuženú roznosnú vrstvu položenú na betónové pilóty. Vibrované štrkové piliere v podloží násypu sa použijú len v prípade, keď sa touto technológiou nezvýšia pórové tlaky v zeminách podložia, ktoré môžu ohroziť stabilitu násypu.

Každá vystužená horninová konštrukcia musí mať vybudované bezpečné odvedenie povrchových, zrážkových a podzemných vôd mimo konštrukciu. Spôsob odvodnenia rieši dokumentácia. V prípade výskytu neočakávaných vyvieraní vody navrhne zhotoviteľ riešenie, ktoré sa po odsúhlasení projektantom predloží objednávateľovi na schválenie. V priebehu výstavby musí zhotoviteľ zaistiť provizórne odvodnenie staveniska, aby sa nenamáhala nedokončená vystužená konštrukcia (lícové opevnenie) tlakom vody.

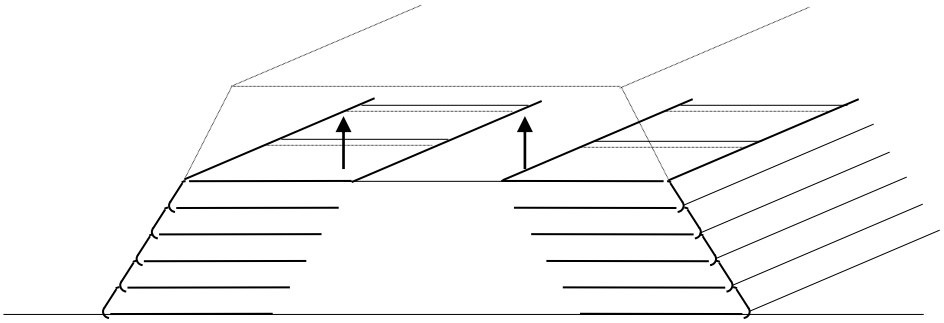
3.1.8 Ukladanie výstužných prvkov

Výstužný prvok sa uloží podľa PD, najčastejšie v smere pôsobenia hlavných napätí, t.j. pri dodaní v rolkách sa rozvinie kolmo na pozdĺžnu os násypu. Výstuž sa v prípade potreby mechanicky dočasne pripevní k podkladu, aby sa eliminovali záhyby a vlny pri realizácii spätného zásypu. Fixáciu je možné realizovať buď pomocou oceľových kolíkov (len v prípade, ak sa neočakáva pohyb výstuže po podklade), priťažením sypaninou alebo väčšími kusmi kameniva.

Na rezanie geosyntetických materiálov sa použije nôž alebo nožnice. Materiály, ktoré sa strapkajú a je nebezpečenstvo ich rozpletenia, sa musia na reze ošetriť tepelne, lepidlom alebo adhéznou páskou.

Polymérové výstuže môžu degradovať pôsobením slnečného žiarenia, a preto by mali byť v čase stanovenom výrobcom od položenia zakryté sypaninou. Ak nie je tento čas stanovený, mala by byť výstuž zakrytá do 24 h od položenia.

Spôsob ukladania výstužných prvkov v okrajových častiach telesa násypu je na obrázku 2.



Obrázok 2 Schéma vystužovania okrajových častí telesa násypu

Nadstavovanie výstužných prvkov v smere, kde nepôsobia hlavné ťahové napätia (obvykle v smere staničenia osi komunikácie), sa vykonáva spravidla presahom. Bočné presahy jednotlivých pásov musia byť minimálne 300 mm pre geotextílie a minimálne 150 mm pre geomreže, resp. v súlade s aplikačným manuálom výrobcu. Pri vystužovaní kontaktu násypu a podložia v stlačiteľných zeminách, musí byť bočný presah výstužných prvkov minimálne 500 mm. V prípade, že sú susedné pásy konštrukčne spojené alebo zošité, môže sa požadovaný presah znížiť na technologické minimum. Spôsob bočného napojenia musí byť v súlade s aplikačným manuálom výrobcu, schvaľuje ho projektant, odsúhlasuje objednávateľ a musí sa popísať v technologickom postupe prác.

Nadstavovanie výstužných prvkov v smere pôsobenia hlavných ťahových síl sa realizuje výnimočne a to zošitím, použitím spojovacieho prvku alebo presahom. Minimálna dĺžka presahu sa musí doložiť výpočtom a musí byť dostatočná na to, aby sa zabezpečil prenos ťahových síl. Ak zvolený druh výstužného materiálu nie je dodávaný v rolkách dostatočnej dĺžky musí zhotoviteľ v spolupráci s projektantom vykonať nový výpočet vystuženia so zavedením pevnosti zvoleného typu spoja. Pevnosť spoja sa musí preukázať skúškou v ťahu, alebo musí byť doložená certifikátom pevnosti spoja. Celý postup musí schváliť projektant a odsúhlasiť objednávateľ.

Opravy, lokálne spevňovanie a nastavovanie poškodenej výstuže sú neprípustné. Rozsah potrebnej výmeny poškodeného materiálu odsúhlasuje projektant a schvaľuje objednávateľ.

Výstuž sa ukončuje na svahu (spája alebo nespája s lícovým opevnením), alebo sa vytvorí obaľované líce s obalením zeminy na povrchu svahu so zakončením výstuže v nasledujúcej vrstve vo vzdialenosti stanovenej projektovou dokumentáciou. Ak sa obalené líce použije bez lícového opevnenia, pri jeho výstavbe sa použije dočasné posuvné debnenie. Ak sa výstuž spája s lícovým opevnením, musí to byť spôsobom odporúčaným dodávateľom oporného systému a uvedeným v PD.

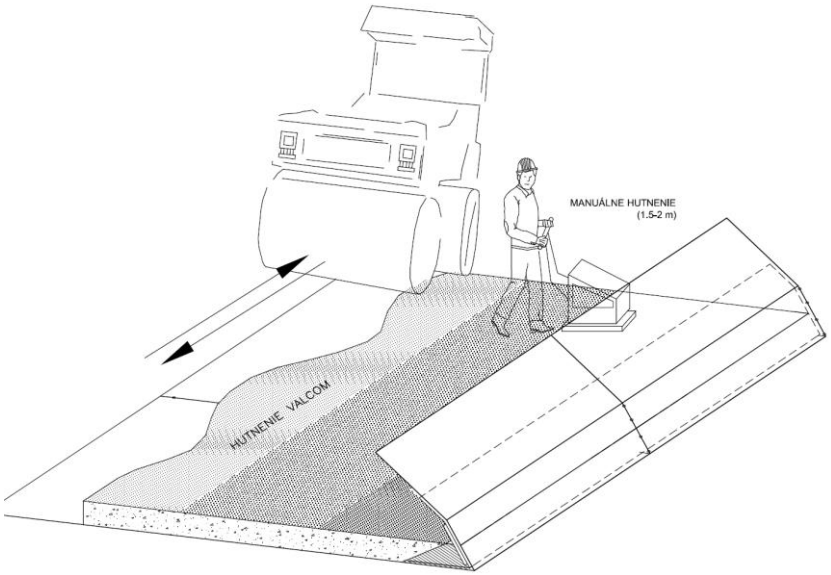
Ak sa objavia prekážky ako sú potrubné vedenia, stĺpy, šachty a pod., je potrebné položiť výstuž šikmo alebo ju posunúť z navrhnutého umiestnenia. Pri plošných vystuženiach sa môže vyskytnúť potreba vyrezať otvor do výstuží. Výstužný prvok sa musí v priestore pilóty vynechať, aby nemohlo dôjsť k jeho poškodeniu pri samotnom vŕtaní, narážaní a pod., resp. v prípade geomreží, ktoré je možné nainštalovať a následne prevŕtať je nutné definovať výrobcom povolený typ vŕtania. Ak nie sú tieto úpravy v dokumentácii povolené, musia byť potvrdené projektantom.

3.1.9 Navážanie a zhutňovanie sypaniny

Zemina sa nasypáva a opatrne sa rozhrňuje na položenú výstuž. Na jazdenie po vrstve musí byť zaistená minimálna hrúbka zeminy nad výstužou – 100 mm, odporúča sa až 150 mm. Pri sypaní a rozhŕňaní sypaniny na veľkej ploche sa volí taký postup, aby nevznikla na výstuži vlna, aby sa výstuž neposunula alebo neporušila.

Navážanie, rozhrňovanie a zhutňovanie sypaniny sa vykonáva opatrne a presne podľa požiadaviek projektu a odporúčaní dodávateľa výstuže. Nesmú sa poškodiť lícové prvky, ani rozprestretá výstuž. Navážanie, rozhrňovanie, urovnávanie a hutnenie sypaniny sa musí vykonávať rovnobežne s lícom konštrukcie, nikdy nie v smere kolmo na líce konštrukcie. Spätný zásyp sa musí rozhŕňať kolmo na presahy jednotlivých výstužných prvkov, aby sa eliminovalo ich posunutie a poškodenie.

Spôsob zhutnenia sypaniny sa stanoví zhutňovacím pokusom realizovaným podľa [T5]. Sypanina dodávaná na stavbu sa musí priebežne kontrolovať. Osobitná starostlivosť sa venuje zhutneniu sypaniny vo vzdialenosti 1,0 m od lícovej časti vystuženej horninovej konštrukcie. Na tejto šírke sa môže pohybovať len ľahký zhutňovací prostriedok, vozidlá a stavebné stroje vážiace menej ako 1,5 t ako je znázornené na obrázku 3. Na každom mieste zásypu sa musí dosiahnuť požadovaný stupeň zhutnenia. Materiál vo vystuženom bloku a sypanina za vystuženým blokom sa navážajú a zhutňujú súčasne.



Obrázok 3 Schéma spôsobu zhutnenia sypaniny vystuženej horninovej konštrukcie

3.1.10 Úprava povrchu svahu násypu

Vrstva humusu sa na svahu násypu zhotovuje vždy, ak sa požaduje „zelený“ povrch svahu v súlade s dokumentáciou stavby a požiadavkami v [T9]. V prípade, ak sa požaduje súvislý zelený vegetačný kryt svahu, na povrch sa v prípade potreby inštalujú časti zavlažovacieho systému podľa

pokynov dodávateľa systému a PD. Požiadavka na „zelený“ povrch svahu bez nainštalovaného zavlažovacieho systému je spojená automaticky s predpísaným dodatočným zavlažovaním svahu tesne po ukončení výstavby až po nárast minimálnej výšky súvislej vegetácie.

Povrch svahu, vzhľadom na riziko zosunutia vrstvy humusu po svahu násypu sa zabezpečuje protieróznou ochranou. Ako protierózne opatrenie sa najčastejšie používajú polymérne georohože, geobunky, prípadne biodegradovateľné rohože na báze slamy, juty, kokosových vlákien alebo iných prírodných materiálov.

Pri návrhu vegetačného krytu sa musia brať do úvahy klimatické a miestne podmienky (ako sú umiestnenie stavby, svetové strany, orientácia, nadmorská výška, množstvo a frekvencia zrážok) spoločne so sklonom svahu, pretože tieto údaje môžu ovplyvniť voľbu:

- vhodnej zeminy na líci svahu,
- vhodného osiva alebo druhu rastlín,
- vhodnej metódy výsadby zelene alebo nutnosť umelého zavlažovania.

3.2 Vystužené strmé svahy

Vystužené strmé svahy sú vystužené horninové konštrukcie v sklone 45° až 70°. Na zabezpečenie líca konštrukcie sa vodorovné výstuhy kombinujú väčšinou s poddajným lícovým prvkom.

Vystužené strmé svahy sa skladajú z týchto hlavných prvkov:

- sypaniny,
- výstužných prvkov,
- systému lícového opevnenia,
- spojovacieho prvku, ktorý spája výstužný prvok a lícové opevnenie (ak je potrebný).

Vzhľadom na význam a trvanlivosť, každá vystužená horninová konštrukcia musí byť uceleným konštrukčným systémom navrhnutým a posúdeným autorizovaným projektantom. Návrh konštrukcie a statický posudok musí byť súčasťou PD. Dodávateľ musí deklarovať parametre jednotlivých komponentov v zmysle požiadaviek projektovej dokumentácie.

3.2.1 Sypanina

Sypanina je podrobne opísaná v článku 3.1.1 týchto TKP.

3.2.2 Výstužné prvky

Výstužné prvky sú podrobne opísané v článku 3.1.2 týchto TKP.

3.2.3 Systém lícového opevnenia

Lícové opevnenie vystuženého strmého svahu slúži na zadržanie zeminy medzi vodorovnými výstužnými prvkami, má nosnú, estetickú hodnotu a slúži na protieróznu ochranu povrchu konštrukcie. Všetky komponenty vystuženej horninovej konštrukcie so statickou funkciou musia mať životnosť, ktorú má samotné teleso násypu a priľahlé konštrukcie. Návrhová životnosť konštrukcií je definovaná v zmysle článku 2.3 normy STN EN 1990, prípadne definovaná objednávateľom.

Prvky lícového opevnenia pre vystužené strmé svahy sú najčastejšie tvorené poddajnými prvkami ako sú gabionové koše, obaľované čelo v kombinácii s oceľovou zváranou sieťou v zmysle STN EN 14475. Mäkké lícové prvky (obaľované čelo bez zváranej siete v čele) vykazujú vysokú stlačiteľnosť (>10 %), preto je ich povolené použiť len pre dočasné vystužené strmé svahy a vystužené násypy v sklone do 45°.

Mäkký lícový prvok tvorený geobunkou umožňuje jeho použitie v trvalých vystužených svahoch a násypoch so sklonom do 70°.

Spojovací prvok vo vystuženom strmom svahu s poddajným šikmým lícom slúži na spojenie výstuže a lícového opevnenia v prípade, ak sú to dve samostatné časti, ktoré sa majú spojiť.

Lícový prvok a vodorovná výstuž môžu byť bez alebo so spojovacím prvkom.

- Bez spojovacieho prvku:
  - líce je „obalené“ a výstuž sa spája presahom v nasledujúcej vrstve násypu,
  - vodorovná výstuž sa s lícovým prvkom spája pomocou presahu,
  - vodorovná výstuž a lícový prvok tvoria jeden prefabrikovaný kus.

- So spojovacím prvkom:
  - vodorovná výstuž sa spája s lícovým opevnením.

Spoj medzi vodorovnými výstuhami a lícovým prvkom musí byť dostatočne únosný v zmysle požiadaviek PD. Dodávateľ musí dokladovať pevnosť a životnosť spoja realizovanými skúškami.

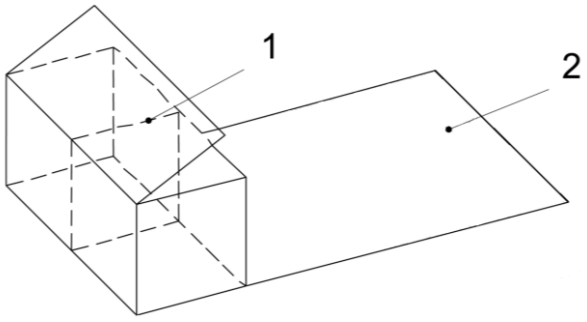
3.2.3.1 Vertikálny lícový prvok

Vertikálny lícový prvok je tvorený z dvojzákrutovej oceľovej siete alebo zo zváraných sietí, ktoré sa naplnia kamenivom. Tým sa vytvoria gabionové (drôtokamenné) koše. Výška týchto košov je obyčajne (0,5 až 1,0) m, dĺžka (1,0 až 3,0) m a šírka (0,5 až 1,0) m. Minimálny priemer drôtu vertikálnych prvkov z dvojzákrutovej siete je 2,7 mm, pri zváraných paneloch je minimálny priemer drôtu 3,5 mm. Minimálny priemer drôtu a vhodnú povrchovú úpravu určí projektant na základe okrajových podmienok.

Súčasťou vertikálneho lícového prvku môže byť výstužný prvok z oceľovej siete, ktorá spolu s lícovým prvkom tvorí jeden prefabrikovaný kus alebo je spojená s vertikálnym lícovým prvkom certifikovaným spojom, ako je znázornené na obrázku 4. Spoj s dodatočnými výstužnými prvkami sa následne vytvára pomocou presahu alebo certifikovaného spoja. Dodávateľ výstužného systému musí deklarovať pevnosť a životnosť spoja realizovanými skúškami.

Lícové prvky z oceľovej siete sa kombinujú s geosyntetickou alebo oceľovou výstužou.

Tieto lícové prvky sa používajú pre zvislé, šikmé (alebo odskakovaním jednotlivých košov) svahy a oporné múry. Vzhľadom na poddajnosť lícového prvku a primeranú toleranciu k rozdielnemu sadaniu sú vhodné aj pre objekty väčších dĺžok.



Obrázok 4 Schéma prvku s vertikálnym lícovým prvkom (1) výstuž (2)

Požiadavkám na materiálové charakteristiky sietí a typu výplňového kameňa sa bližšie venuje kapitola 6 týchto TKP.

3.2.3.2 Naklonený prvok s vegetačným lícom

Lícové opevnenie je vytvorené:

- „obalením“ sypaniny prostredníctvom geosyntetickej výstuže alebo dvojzákrutovou sieťou, ktorá obalí líce každej vrstvy násypu a spojí sa presahom v nasledujúcej vrstve násypu. Pre dosiahnutie nízkych pretvorení konštrukcie a dodržaniu predpísaných tolerancií sa v lícovej časti umiestňuje oceľová zváraná sieť vopred vytvarovaná do požadovaného sklonu, prípadne zostavená na stavbe. Oceľová zváraná sieť plní len funkciu debnenia počas výstavby, najčastejšie je priemeru 8 mm z čiernej ocele bez povrchovej úpravy. Za lícové prvky sa umiestňuje protierózna rohož, aby sa

zabránilo vypadávaniu materiálu násypu. Jednotlivé komponenty môžu byť na stavbu dodávané jednotlivo, prípadne ako prefabrikovaný systém.

- oceľovou zváranou gabionovou sieťou zostavenou na stavbe do požadovaného sklonu, prípadne vopred vytvarovanou. Požiadavky na priemer, materiálové charakteristiky a povrchovú ochranu oceľového drôtu vzhľadom na návrhovú životnosť sú definované v článku 6.1.1 týchto TKP. Vodorovné výstuže sú spojené s lícovým prvkom certifikovaným spojom. Za lícové prvky sa umiestňuje protierózna rohož, aby sa zabránilo vypadávaniu materiálu násypu.

3.2.4 Vykonávanie prác

Vykonávanie prác je podrobne opísané v článku 3.1.4 týchto TKP.

3.2.5 Preberanie a kontrola kvality materiálov

Preberanie a kontrola kvality materiálov je podrobne opísaná v článku 3.1.5 týchto TKP. Vertikálny lícový prvok alebo naklonený prvok s vegetačným lícom musí mať povrchovú ochranu v takom rozsahu, aby spĺňal požiadavky projektu na životnosť a trvanlivosť konštrukcie.

3.2.6 Skladovanie a manipulácia

Skladovanie a manipulácia je podrobne opísaná v článku 3.1.6 týchto TKP.

3.2.7 Príprava staveniska

Príprava staveniska je podrobne opísaná v článku 3.1.7 týchto TKP.

3.2.8 Ukladanie výstužných prvkov

Ukladanie vodorovných výstužných prvkov je podrobne opísané v článku 3.1.8 týchto TKP.

Stabilita lícových prvkov v každej fáze výstavby musí byť zaistená pri navážaní a hutnení ďalších vrstiev sypaniny za lícom. V prípade potreby na zaistenie lícového opevnenia sa musia zabezpečiť dočasné podporné konštrukcie.

V každej fáze výstavby je potrebné zaistiť, aby bol konečný tvar konštrukcie v predpísaných medziach v súlade s projektovou dokumentáciou.

Montáž a plnenie lícových gabionových košov je opísané v kapitole 6 týchto TKP.

Montáž ostatných typov lícového opevnenia musí byť vykonaná v súlade s PD a technologickým postupom výrobcu.

3.2.9 Navážanie a zhutňovanie sypaniny

Navážanie a zhutňovanie zeminy je podrobne opísané v článku 3.1.9 týchto TKP.

3.2.10 Úprava povrchu svahu násypu

Konštrukčný systém strmých svahov musí poskytovať vhodné podmienky na založenie, rast a dlhodobé udržiavanie „zelenej“ vegetácie“ v súlade s dokumentáciou stavby a požiadavkami v [T9]. V miestach kde je nedostatok slnečného žiarenia (oblasti pod mostami a pod.) sa môže líce vyplniť kameňom.

Pri návrhu vegetačného krytu sa musia brať do úvahy klimatické a miestne podmienky (ako sú umiestnenie stavby, svetové strany, orientácia, nadmorská výška, množstvo a frekvencia zrážok) spoločne so sklonom svahu, pretože tieto údaje môžu ovplyvniť voľbu:

- vhodnej zeminy na líci svahu,
- vhodného osiva alebo druhu rastlín,
- vhodnej metódy výsadby zelene alebo nutnosť umelého zavlažovania.

V prípade vystužených strmých svahov s gabionovým lícovým prvkom je čelo bezúdržbové, nakoľko je vyplnené kameňom.

3.3 Vystužené oporné múry a vystužené mostné opory a krídla

Vystužené múry sú vystužené horninové konštrukcie tvorené tuhým, polotuhým alebo poddajným lícom v sklone 70° až 90°. Vystužené mostné opory a krídla sú tvorené ako oporné múry s obvykle tuhým alebo polotuhým lícom v sklone 70° až 90° od horizontály a tvoria nosnú konštrukciu mostných prahov krajných mostných opôr alebo ich krídla.

Výstuž vo vystuženej mostnej opore pôsobí primárne ako kotva. Je ukotvená v bloku vystuženej zeminy za potenciálnou šmykovou plochou. Výstuž spolu so sypaninou tvorí blok vystuženej zeminy, ktorý musí mať dostatočnú šírku a tvar, aby bol stabilný a preniesol všetky vonkajšie zaťaženia, najmä od mostného prahu.

Vystužené múry, mostné opory a krídla patria medzi náročné vystužené horninové konštrukcie.

Skladajú sa zo 4 hlavných prvkov:

- sypaniny,
- výstužných prvkov,
- pohľadových prvkov na povrchu konštrukcie – lícového opevnenia,
- spojovacieho prvku, ktorý spája výstužný prvok a lícové opevnenie.

Vzhľadom na význam a trvanlivosť, každá vystužená horninová konštrukcia musí byť uceleným konštrukčným systémom navrhnutým a posúdeným autorizovaným projektantom. Návrh konštrukcie a statický posudok musí byť súčasťou PD. Dodávateľ musí deklarovať parametre jednotlivých komponentov v zmysle požiadaviek PD.

3.3.1 Sypanina

Sypanina je podrobne opísaná v článku 3.1.1 týchto TKP.

Vzhľadom na náročnosť a vysoké namáhanie tohto typu konštrukcií v kombinácii s tuhým alebo polotuhým lícom sa do vystuženej oblasti môžu použiť len sypaniny typu 1 a 2 uvedené v tabuľke 1.

3.3.2 Výstužné prvky

Výstužné prvky sú podrobne opísané v článku 3.1.2 týchto TKP.

3.3.3 Systém lícového opevnenia

Lícové opevnenie slúži na zadržanie zeminy medzi vodorovnými výstužnými prvkami, má nosnú, estetickú hodnotu a slúži na protieróznu ochranu povrchu konštrukcie. Všetky komponenty vystuženej horninovej konštrukcie so statickou funkciou musia mať životnosť, ktorú má samotné teleso násypu a priľahlé konštrukcie. Návrhová životnosť konštrukcií je definovaná v zmysle článku 2.3 normy STN EN 1990, prípadne definovaná objednávateľom.

Prvky lícového opevnenia môžu tvoriť tuhé prvky (betónové panely na plnú výšku, betónové tvarovky), polotuhé (betónové panely na čiastočnú výšku), prípadne poddajné prvky (gabionové koše). Prvky lícového opevnenia musia byť v súlade s STN EN 14475 a požiadavkami PD.

V závislosti od poddajnosti lícových prvkov sa delia lícové opevnenia na:

- tuhé: betónové panely na plnú výšku, betónové tvarovky
- polotuhé: betónové panely na čiastočnú výšku
- poddajné: gabionový kôš

Pri betónových prvkoch je pri spracovaní projektovej dokumentácie stavby nutné dodržať požiadavky vyplývajúce z hodnotenia stupňa agresivity prostredia vo vzťahu k podmienkam prostredia podľa [T7], [T8] a STN EN 206-1 klasifikujúcej chemické agresívne prostredia. Vzhľadom na toto hodnotenie sa určí spôsob primárnej ochrany betónových konštrukcií proti korózii, spočívajúcej v zabezpečení trvanlivosti betónu podľa STN EN 206-1 a vhodnými konštrukčnými úpravami alebo v prípade chemického agresívneho prostredia aj o následnej sekundárnej ochrane, spočívajúcej vo

vytvorení ochrannej povrchovej úpravy betónu (ochrannou impregnáciou, ochrannými nástrekmi, nátermi, povlakmi, obkladmi a pod.).

Pri vertikálnych lícových prvkoch z dvojzákrutovej alebo zváranej siete (gabionov) je pri spracovaní projektovej PD stavby nutné dodržať požiadavky vyplývajúce z hodnotenia stupňa agresivity prostredia a požiadavky na životnosť vo vzťahu k podmienkam prostredia podrobne opísanými v článku 6.1.1 týchto TKP.

3.3.3.1 Tuhé lícové prvky

Tuhé lícové prvky sú obyčajne vyrobené z nevystužených alebo vystužených betónových prefabrikátov. Medzi tuhé prvky patria:

- panely na plnú výšku, ktoré ako názov napovedá sú vyrobené na požadovanú plnú výšku, šírka je obyčajne v rozsahu 1 m až 3 m, hrúbka je v rozsahu 100 mm až 200 mm. Na vystuženie sa používajú geomreže, prípadne geopásy. Väčšinou sa používajú pre zvislé steny, priame alebo zakrivené mostné opory.

Vysoký pomer výšky a šírky dáva panelu malú toleranciu k rozdielnemu sadaniu v priečnom a pozdĺžnom smere, preto tieto konštrukcie nie sú vhodné pre múry väčších dĺžok a v lokalitách s nehomogénnym podložím. Veľké rozmery panelov umožňujú dosiahnuť vysokú rýchlosť výstavby.

- betónové tvarovky, taktiež nazývané segmentové bloky. Tvarovky môžu byť plné alebo s dutým jadrom, výšky od 150 mm do 250 mm, lícová strana má obyčajne dĺžku od 200 mm do 500 mm. Bloky sú kladené vo vodorovných vrstvách v usporiadaní tehlového muriva bez stlačiteľnej výplne na vodorovných stykoch. Výstuž je umiestnená medzi jednotlivými blokmi a uchytená pomocou spojovacieho prvku tvoreného polymérovým konektorom, ktorý sa vkladá do drážky alebo otvoru v tvarovke.

Tieto prvky sa väčšinou používajú pre priame alebo zakrivené zvislé alebo mierne uklonené steny s možnosťou členenia a mostné opory. Vzhľadom na malú veľkosť tvaroviek sú vhodné aj pre múry so zložitým geometrickým tvarom. Odolnosť systému betónových tvaroviek proti rozdielom sadania v pozdĺžnom smere je obmedzená, čo spôsobuje malá veľkosť tvaroviek a absencia stlačiteľných podložiek medzi nimi.

3.3.3.2 Polotuhé lícové prvky

Polotuhé lícové prvky sú podobne ako tuhé prvky vyrobené z betónových prefabrikátov. Medzi polotuhé panely patria hlavne panely na čiastočnú výšku.

Panely na čiastočnú výšku majú rôznu výšku v rozmedzí od 1 m do 2 m a hrúbku od 100 mm do 200 mm. Panely môžu mať rôzne tvary, na vystuženie sa najčastejšie používajú polymérové alebo oceľové geopásy, geomreže, ktoré sú spojené s panelom pomocou úchytu ukotveného v zadnej strane panelu alebo sú zabetónované priamo v panely. Okraje sú obyčajne opatrené perom a drážkou, jednotlivé panely sú vo vodorovnom smere navzájom oddelené gumovými podložkami.

Tieto panely sa väčšinou používajú pre priame alebo zakrivené zvislé steny s možnosťou členenia a mostné opory. Pomer výšky a šírky panelu v kombinácii s gumovými podložkami dáva systému dobré kĺbové usporiadanie. Z toho vyplýva významná tolerancia k rozdielnemu sadaniu v pozdĺžnom smere zvlášť, ak pomer výšky a šírky panelu je blízky jednej.

3.3.3.3 Poddajné lícové prvky

Medzi poddajné lícové prvky oporných vystužených múrov patria vertikálne lícové prvky z dvojzákrutovej alebo zváranej siete (gabionov). Vlastnosti a typy materiálov sú podrobne opísané v článku 3.2.3.1 týchto TKP.

3.3.3.4 Spojovacie prvky

Spojovací prvok trvalej vystuženej opornej konštrukcie s tuhým alebo polotuhým zvislým lícom slúži na spojenie výstuže a lícového opevnenia. Spojovací prvok sa používa vtedy, keď sú lícové opevnenie a výstuž oddelené a je nutné ich spojiť.

Môže byť umiestnený napr.:

- v drážke alebo otvore tvarovky (polymérový pozdĺžny konektor, kolík),
- v zadnej strane prefabrikátu (polymérový alebo oceľový úchyt),
- kombinácie uvedených typov.

Spoj medzi vodorovnými výstuhami a lícovým prvkom musí byť dostatočne únosný v zmysle požiadaviek PD. Dodávateľ alebo výrobca výstužného systému musí deklarovať pevnosť a životnosť spoja realizovanými skúškami.

3.3.4 Vykonávanie prác

Zhotoviteľ na základe vlastných skúšok, znalostí, skúseností a podkladov od dodávateľa výstužného systému vypracuje technologický postup, ktorý autorizuje projektant a schvaľuje objednávateľ. Faktory ovplyvňujúce výstavbu a splnenie TKP vystužených horninových konštrukcií, zhotoviteľ zohľadní v technologickom postupe. Ide najmä o:

- preberanie a kontrolu materiálov a výrobkov,
- skladovanie a manipuláciu s materiálmi a výrobkami,
- prípravu a odvodnenie staveniska,
- úpravu podložia násypu,
- realizáciu základu pod lícovým opevnením,
- spôsob inštalácie lícového opevnenia,
- kontrolu tvaru líca konštrukcie,
- výber, dopravu, navážanie a zhutňovanie násypového materiálu,
- ukladanie a zabudovanie výstuže,
- odvodnenie násypu,
- miestne podmienky výstavby,
- rýchlosť výstavby,
- klimatické podmienky.

3.3.5 Preberanie a kontrola kvality materiálov

Preberanie a kontrola kvality geosyntetických a kovových materiálov je podrobne opísaná v článku 3.1.5 týchto TKP. Vystužené oporné múry a mostné opory s tuhými a polotuhými lícovými prvkami musia byť certifikované ako systém, ktorý zahŕňa lícové prvky, výstuž a spoj výstuže a príslušného lícového prvku.

3.3.6 Skladovanie a manipulácia

Skladovanie a manipulácia je podrobne opísaná v článku 3.1.6 týchto TKP.

3.3.7 Príprava staveniska

Príprava staveniska je podrobne opísaná v článku 3.1.7 týchto TKP.

Pri vystuženej horninovej konštrukcii s tuhým alebo polotuhým lícovým prvkom sa vyhĺbi rovná alebo stupňovitá ryha na úrovni základov na vytvorenie vyrovnávacieho podkladu pod lícové opevnenie. Tento vyrovnávací podklad nemá statickú funkciu, ale ide iba o vyrovnávací podklad na zjednodušenie uloženia a montáže lícových prvkov. Zvyčajne sa používa tenká vrstva nevystuženého betónu umiestneného v nezámrznej hĺbke. Vzhľadom na nerovnomerné sadanie lícového opevnenia a násypovej časti vystuženej konštrukcie sa lícové opevnenie nesmie zakladať priamo na tuhom základovom prvku (napr. pilóty, kotvený múr).

3.3.8 Ukladanie výstužných prvkov a lícového opevnenia

Ukladanie vodorovných plošných výstužných prvkov je podrobne opísané v článku 3.1.8 týchto TKP.

Lineárne výstužné prvky – geopásy sa obvykle navzájom spájajú s cieľom vytvoriť nekonečný pás. Ten sa následne prevlieka cez úchyty umiestnené v rubovej časti lícového opevnenia. Na druhej strane vystuženej oblasti sa geopás prevlieka cez konštrukčný úchyt, ktorý slúži na zabezpečenie

polohy geopásu a jeho napnutie. Geopásy sa prípadne kotvia samostatne bez použitia konštrukčného úchytu.

Pre tuhé a polotuhé lícové opevnenia sa musia zabezpečiť dočasné podporné konštrukcie, ako sú opory, kliny, svorky, debnenie a pod. V každej fáze výstavby musí byť zaistená stabilita novej vrstvy lícových prvkov pri navážaní a hutnení ďalších vrstiev sypaniny za lícom.

Prefabrikáty na plnú výšku sa podopierajú dočasnou podpornou konštrukciou. Montáž, umiestnenie a demontáž jednotlivých prvkov podpornej konštrukcie sa vykonáva presne podľa inštrukcií dodávateľa oporného systému.

Panely na čiastočnú výšku a malé tvarovky sa ukladajú väčšinou bez vonkajšej podpernej konštrukcie. Ukladajú sa po etážach na výšku stanovenú dodávateľom oporného systému. Pri ukladaní menších tvaroviek sa prísne dodržiava poloha výstuže a zvislá vzdialenosť medzi výstužami.

V každej fáze výstavby je potrebné zaistiť, aby bol konečný tvar konštrukcie v predpísaných medziach v súlade s PD. Pri stavbe sa preto upravujú prvky lícového opevnenia do požadovaného vodorovného a zvislého usporiadania vrátane mierneho sklonu smerom do konštrukcie, ktorý ma kompenzovať očakávanú postupnú deformáciu samotnej vystuženej horninovej konštrukcie pri aktivácii ťahových síl vo výstuži.

Rímsové a iné pomocné betónové konštrukcie v korune vystužených múrov a opôr je možné realizovať až po prebehnutí konsolidácie násypového telesa.

Zábradelné zvodidlá, protihlukové steny a iné zabezpečovacie prvky cestného telesa musia byť založené na samostatnom základe, ktorý je posudzovaný ako nezávislá konštrukcia.

Montáž a plnenie lícových gabionových košov je opísané v kapitole 6 týchto TKP.

Montáž jednotlivých typov lícového opevnenia musí byť vykonaná v súlade s PD a technologickým postupom výrobcu.

3.3.9 Navážanie a zhutňovanie sypaniny

Navážanie a zhutňovanie sypaniny je podrobne opísané v článku 3.1.9 týchto TKP.

Na vystužené mostné opory sú kladené prísnejšie požiadavky ako na vystužené oporné múry, a preto sa musí rešpektovať niekoľko odlišností. Na zásyp bloku vystuženej zeminy sa použije vysokokvalitné drvené kamenivo, ktorého kvalita sa musí prísne kontrolovať a dodržať. Zvýšená úroveň kontroly, dozoru, monitoringu a skúšania musí byť v súlade s týmto typom opornej konštrukcie a požiadaviek dokumentácie.

Za rubom tuhých a polotuhých lícových prvkov vystužených oporných konštrukcií je potrené zrealizovať súvislú vertikálnu drenážnu vrstvu zo štrku frakcie (8-16) mm alebo (16-32) mm s minimálnou hrúbkou 0,3 m, optimálne 0,5 m. Drenážna vrstva sa zriaďuje aj za blokom vystuženej konštrukcie a pôvodným terénom. Drenážne vrstvy slúžia na rýchle odvedenie vody z telesa násypu a zabezpečujú optimálne zhutnenie sypaniny za rubom lícových prvkov.

Ak sa požaduje úprava škáry medzi lícovými prvkami, musí byť jeho špecifikácia v dokumentácii alebo ZTKP. Obvykle sa používajú pásy geotextílie upevnené na zadnú stranu škáry, pásky z polyuretánovej peny a pod.

3.3.10 Úprava povrchu vystuženého múru a mostných opôr

Systémy tuhých a polotuhých betónových lícových prvkov je možné vyhotoviť v rôznych povrchových prevedeniach. Do foriem pri výrobe panelov je možné vložiť matrice, ktoré dajú jednotlivým panelom špecifický vzhľad, prípadne sa môžu panely nechať hladké. Do foriem môžu byť taktiež vložené štiepané obkladové kamene.

Betónové tvarovky sa najčastejšie robia so štiepanou povrchovou úpravou v rôznych farebných prevedeniach.

Jednotlivé povrchové úpravy musia byť vyrobené v súlade s PD a odsúhlasené objednávateľom.

3.4 Preukazné skúšky a kontrola

Preukazné skúšky sa delia na skúšky jednotlivých materiálov, t.j. skúšky sypanín a geosyntetických, prípadne oceľových výstuží a skúšky spojenia výstuž/lícové opevnenie.

3.4.1 Sypanina

Pred začatím zemných prác musia byť zistené kvalitatívne charakteristiky sypaniny s cieľom preukázania vhodnosti ich použitia v stavebnej konštrukcii. Preukazné skúšky musí vykonávať laboratórium s príslušnou spôsobilosťou, podľa zákona [Z6]. V súlade s [T5] sa preukazné skúšky zemín a hornín vykonávajú pri geotechnickom prieskume pre dokumentáciu stavby. Zhotoviteľ je povinný overiť si vlastnosti zemín a hornín a ich využiteľné množstvo pre stavbu pri spracovaní DRS.

Podmienky odberu vzoriek a kontrolné skúšky zemín, kamenitej sypaniny a druhotných materiálov sú definované v [T5]. Na spresnenie požiadaviek na skúšanie druhotných materiálov (popolček, troska, výsypky, a pod.) sa musia vypracovať ZTKP. Pokiaľ PD alebo ZTKP nestanovujú inak, v zmysle STN 73 6133 a [T5] sa vykoná na každej zhutnenej výstužnej vrstve zeminy kontrolná zaťažovacia skúška na určenie miery zhutnenia vrstvy. Pre kontrolu miery zhutnenia sa použijú priame alebo nepriame metódy (dynamická alebo statická zaťažovacia skúška, rádiometrické metódy a iné). Početnosť skúšok je uvedená v tabuľke 3 a požadované kritériá v tabuľkách 5 a 6 [T4].

Pri vystužených strmých svahoch a oporných múroch sa spolupôsobenie zeminy a výstužného prvku zisťuje krabicovými šmykovými skúškami. Pre každý druh sypaniny sa musí vykonať minimálne 1 skúška, ktorou sa overia geomechanické charakteristiky sypaniny (uhol vnútorného trenia, kohézia, objemová hmotnosť, deformačné charakteristiky a iné). Charakteristiky výstuže v kontakte s rôznymi horninami sa extrapolujú s údajov, ktoré poskytuje dodávateľ výstuže.

Požiadavka na vykonanie monitoringu vystuženej horninovej konštrukcie musí byť zakotvená v PD stavby, vrátane návrhu alebo odporúčania metódy sledovania deformácií v súlade s [T10]. Pri vystužených horninových konštrukciách sa meria hlavne sadanie podložia, pohyb vystuženého telesa vo vodorovnom a zvislom smere. Výsledky meraní slúžia najmä na prijatie príslušných opatrení v priebehu sypania násypu, na zabezpečenie stability alebo použiteľnosti násypu. Slúžia tiež na posúdenie presnosti výpočtu, správnosti použitej metódy a vstupných parametrov.

3.4.2 Výstužné prvky

Skúšky typu sa delia na skúšky jednotlivých materiálov, t.j. skúšky zemín a geosyntetických, prípadne oceľových výstuží, skúšky spojenia výstuž/lícové opevnenie. Preukazné skúšky musí vykonávať laboratórium s príslušnou spôsobilosťou, podľa zákona [Z6].

Geosyntetické výstužné prvky musia byť z materiálov, ktoré nepodliehajú degradácii v zemnom prostredí. Použitie výrobkov z nechráneného polyesteru v zemine alebo v dosahu pôsobenia vody s pH vyšším ako 9 je treba vylúčiť. Polyesterové výrobky sa neodporúča používať na miestach, kde prichádzajú do styku s vápnom alebo hydraulickými spojivami, ktoré sa používajú na zlepšovanie zemín (stabilizáciu). Polyesterové materiály sa tiež nemajú používať pri kontakte s betónom a nesmú sa zabetónovať do betónových prvkov. Pri spájaní výrobkov z polyetylénu a polypropylénu treba uvážiť negatívny účinok oceľových spôn, lebo v miestach spojov dochádza k oxidácii.

Pred zahájením prác predloží zhotoviteľ objednávateľovi údaje o druhu výrobku spolu s výsledkami preukazných skúšok výstužných materiálov. Skúšky typu geosyntetických výrobkov do vystužených horninových oporných konštrukcií sú v tabuľke 3. Všetky skúšky musia byť vykonané na vzorke z jedného kusu (rolky). Protokol o skúške nesmie byť starší ako 1 rok.

Tabuľka 3 Skúšky typu geosyntetických výstuží do vystužených horninových oporných konštrukcií

Charakteristika	Skúšobná norma
Ťahová pevnosť	STN EN ISO 10319
Pomerné predĺženie	STN EN ISO 10319
Pevnosť v ťahu spojov	STN EN ISO 10321
Ťahové plastické tečenie	STN EN ISO 13431
Odolnosť proti statickému pretláčaniu (hodnota CBR) - geotextílie	STN EN ISO 12236
Poškodenie pri ukladaní	STN EN ISO 10722-1
Trvanlivosť	STN EN ISO 13438

Pre oceľové výstužné prvky platia ustanovenia v článku 6.1.6.1 týchto TKP.

Prvky lícového opevnenia musia kvalitou materiálu zodpovedať príslušným normám, technickým špecifikáciám a predpisom. Na betónové prvky platia príslušné ustanovenia [T8] a STN EN 206-1, na gabionové lícové opevnenia a zvárané panely v čele vystužených strmých svahov platia ustanovenia v článku 6.1.6.1 týchto TKP.

V prípade použitia iných prvkov sa musia požiadavky na materiál uviesť v dokumentácii alebo ZTKP.

3.4.3 Odber vzoriek a kontrolné skúšky

Odbery vzoriek geosyntetickej výstuže na kontrolné skúšky sa riadia zásadami v STN EN ISO 9862 a týchto TKP. Každý súbor kontrolných skúšok podľa tabuľky 4 sa musí vykonať na vzorke odobratej z jednej rolky. Výber rolky pre odber vzorky materiálu môže spresniť stavebný dozor. Kontrolné skúšky sa vykonávajú podľa noriem a predpisov uvedených v tabuľke 3. Počet skúšok uvádza tabuľka 4. Požadované minimálne hodnoty sú stanovené v dokumentácii.

Tabuľka 4 Kontrolné skúšky výstužných materiálov do vystužených oporných konštrukcií a geosyntetiky do vystužených podkladových vrstiev

Skúška	Počet meraní
Pevnosť v ťahu a pomerné predĺženie	5x pozdĺžne na 10 000 m^2 5x priečne na 10 000 m^2

Poznámka: Uvedené počty skúšok platia pri ploche zabudovaných výstuží väčšej ako 20 000 m^2. Ak je celková plocha zabudovaných výstuží menšia ako 20 000 m^2, je množstvo kontrolných skúšok minimálne dvojnásobné pre plochy uvedené v tabuľke 4.

Ak dokumentácia alebo ZTKP nestanoví inak, vykoná sa na každých 5 000 m^2 zhutnenej vrstvy vystuženej zeminy 1 kontrolná skúška statickou zaťažovacou doskou podľa STN 73 6133.

Pri jednoosových geomrežiach je postačujúce dokladovať skúšky v hlavnom smere namáhania.

3.4.4 Prípustné odchýlky

Tolerancie vybraných charakteristík jednotlivých vystužených oporných horninových konštrukcií sú tabuľke 5 v zmysle STN EN 14475.

Tabuľka 5 Tolerancie vybraných charakteristík aplikované na vystužené oporné systémy

Vystužená zemná konštrukcia	Opis lícového opevnenia	Rovnosť povrchu konštrukcie	Nerovnomerné sadanie v pozdĺžnom smere	Zvislá stlačiteľnosť
		(mm)	%	%
Vystužený oporný múr, vystužená mostná opora	Panely na plnú výšku	± 25	≤ 0,5	0
	Panely na čiastočnú výšku	± 25	~ 1	~ 1
	Tvarovky	± 50	~ 0,5	0
	Gabionové koše	± 100	~ 2	~ 5
Vystužený strmý svah	Obaľované čelo s oceľovou zváranou sieťou	± 100	~ 2	~ 5
Vystužený strmý svah Vystužený násyp	Obaľované čelo bez debnenia	± 100	~ 5	> 10

Poznámka: Rovinatosť pri meraní 4 m dlhou latkou prikladanou na vonkajšiu stranu líca steny. Nerovnomerné sadanie vypočítané vzťahom: ΔS/ΔL. Zvislá stlačiteľnosť vypočítaná vzťahom: ΔH/H.

3.4.5 Odsúhlasenie a prevzatie prác

Po dokončení jednotlivých úsekov vystužených horninových konštrukcií vykoná zhotoviteľ ich konečné geodetické zameranie v nadväznosti na odovzdané vytýčenie. Odsúhlasenie a prevzatie dokončených úsekov vystužených horninových konštrukcií presne podľa vopred odsúhlasenej PD sa vykonáva podľa [T5]. Okrem toho musí zhotoviteľ zhromaždiť doklady o dodaných výstužných prvkoch, výmere a výškových úrovniach zabudovaných výstužových prvkov, spôsobe spájania jednotlivých pásov, smeru ukladania, presahu a pod., vrátane všetkých dokladov kvality a protokolov o prevedených skúškach. So žiadosťou o zahájenie preberacieho konania zhotoviteľ vypracuje, na základe všetkých horeuvedených dokumentov, správu o hodnotení kvality diela a dokumentáciu skutočného zhotovenia. Jednu sadu pripraví na odovzdanie.

Pri konečnom prevzatí sa zhodnotí skutočné vyhotovenie a porovná sa s požiadavkami dokumentácie, TKP, ZTKP a inštrukciami stavebného dozoru. O konečnom prevzatí sa spíše protokol o odovzdaní a prevzatí prác s prípadným návrhom na zrážky z ceny, predĺžení záruky alebo iné opatrenia.

3.4.6 Meranie výmer

- Jednotkou na meranie množstva výkopu v trase a v zemníku je m^3; zmenu kubatúry oproti PD odsúhlasuje objednávateľ na základe zamerania existujúceho stavu terénu rozdielneho oproti predpokladom,
- objem požadovanej vystuženej horninovej konštrukcie v m^3,
- ako prostý betón sa uvažuje taktiež betón, v ktorom je zabudovaná len pomocná výstuž (nie konštrukčne alebo staticky nutná),
- hmotnosť konštrukčnej a staticky potrebnej betonárskej výstuže v tonách,
- počet kusov roliek výstuže a plocha výstuže v m^2,
- počet kusov lícových prefabrikátov, dielcov, prvkov alebo tvaroviek a plocha v m^2
- počet kusov spojovacích konektorov,

- objem požadovanej gabionovej konštrukcie v m^3,
- počet kusov odsúhlasených iných prvkov podľa dokumentácie.

4 Vystužené podkladové vrstvy a vystužené bázy násypových telies

Skladajú sa z 2 komponentov:

- sypaniny,
- geosyntetiky.

Vystužené podkladové vrstvy sú vodorovné, relatívne tenké vrstvy v rôznych typoch stavieb vystužené alebo stabilizované geosyntetikou. V cestných komunikáciách (diaľnice, cesty, miestne a mestské komunikácie) a spevnených plochách vystužené podkladové vrstvy tvoria väčšinou zlepšené málo únosné podložie. Geosyntetická výstuž musí nielen zabezpečiť požadovanú vyššiu deformačnú odolnosť na povrchu vystuženej alebo stabilizovanej podkladovej vrstvy, ale aj zabrániť jej nerovnomernému sadaniu. Geosyntetická výstuž má zabrániť vodorovnému a zvislému pohybu častíc sypaniny v podkladovej vrstve vplyvom zaťaženia od cestných vozidiel, a preto by mala pôsobiť ako spriahnutá výstuž, kde funkčnosť zabezpečuje zaklinenie sypaniny do otvorov plošnej geosyntetiky (geomreže) a v bunkách priestorovej geosyntetiky (geobunky). Primárnym cieľom je zvýšenie únosnosti vrstvy na požadovanú hodnotu a zníženie hrúbky podkladnej vrstvy.

Vystužené bázy násypových telies, prevažne vyšších násypov, zakladaných na málo únosných podložiach sú konštrukcie, kde geosyntetická výstuž zabezpečuje kontrolu nerovnomerného sadania a stabilitu konštrukcie. Násyp môže byť zakladaný iba s výstužnou geosyntetikou v báze, alebo v kombinácii výstužnej geosyntetiky a zvislých nosných prvkov (pilóty, štrkové pilóty a iné).

4.1 Sypanina

Do vystuženej podkladovej vrstvy sa používa sypký materiál bez hlinitých, ílovitých alebo organických častíc. Materiál má mať plynulú krivku zrnitosti a musí vyhovovať požiadavkám uvedeným v [T6].

4.2 Výstužné prvky – geosyntetická výstuž v podkladnej vrstve

Do tenkých vystužených podkladových vrstiev sa používa geosyntetika, a to najčastejšie dvojosové a viacosové geomreže, zriedkavejšie geotextílie a geokompozity. Rozsah pevností je štandardne pre tento typ použitia od (20-20) kN/m do (100-100) kN/m. Pevnosť a počet vrstiev určuje statický výpočet a požadovaná únosnosť na podkladnej vrstve. Rôzna geosyntetika vnáša do podkladovej vrstvy rôzny výstužný alebo stabilizačný účinok. Geosyntetika v tenkej podkladovej vrstve má odlišnú účinnosť a táto účinnosť a stanovené požiadavky na životnosť, funkčnosť, trvanlivosť a deformačnú odolnosť vystuženej podkladovej vrstvy sa berú do úvahy pri výbere geosyntetiky. Odporúča sa použitie tuhých geomreží.

Na vystužovanie podkladnej vrstvy násypového telesa ale aj na vystužovanie podložia vozovky, ochrannej a podkladnej vrstvy vozovky je možné použiť geobunky, ktorých štandardný rozsah pevností je 10 – 25 kN/m. Pevnosť a počet vrstiev sa určuje na základe statického výpočtu a požadovaných parametrov vrstvy. Materiálovým charakteristikám a požiadavkám na inštaláciu, skladovanie a kontrolu sa bližšie venuje článok 7.

Na geosyntetickú výstuž do vystužených podkladových vrstiev platia ustanovenia článku 3.1.5 týchto TKP o označovaní geosyntetiky dodávanej na stavbu a o povinnosti dodávateľa geosyntetiky poskytovať uvedenú dokumentáciu ku každej dodávke geosyntetiky vrátane výsledkov kontrolných skúšok. Norma STN 73 3040 definuje základné požiadavky geosyntetiky použitej na vystužovanie podkladových vrstiev. Definuje tiež kontrolu kvality.

4.3 Výstužné prvky – geosyntetická výstuž v báze násypov

Do vystužených vrstiev položených na betónové pilóty alebo štrkové a kamenné piliere sa ukladá jedna, dve, maximálne tri vrstvy geomreže, ktoré prenášajú zaťaženie od násypu a na násype do vertikálnych prvkov. V závislosti od parametrov podložia, výšky násypu a rastra zvislých prvkov je navrhovaná pevnosť geomreží. Zvyčajne sa pohybujeme vo

vyššej pevnostnej triede od 200 kN/m až viac ako 1 000 kN/m. Keďže ide o vysokopevnostnú geosyntetiku, niekedy sa používajú dve na seba kolmé vrstvy jednoosových geomreží.

V prípade, že výška násypu a mocnosť neúnosného podložia to dovoľuje, je možný návrh vysokopevnostnej geosyntetiky aj bez zvislých nosných prvkov. Do základovej škáry násypu sa zvyčajne používajú vysokopevné PET geotextílie, tkané alebo spájané geomreže alebo výstužné geokompozity. Táto geosyntetická výstuž sa ukladá v jednej alebo v niekoľkých vrstvách. Počet vrstiev, zvislú vzdialenosť medzi vrstvami a pevnosť geosyntetiky stanovuje stabilitný výpočet, ktorý je súčasťou PD.

5 Klincované svahy

Klincovanie je technický spôsob zaistenia stability zárezového svahu v zeminách alebo poloskalných horninách. Klincovaný svah sa zvyčajne zhotovuje postupne s odkopávaním (tvarovaním) líca svahu. Konštrukcia klincovaného svahu pozostáva z krátkych spravidla oceľových, ťahových prvkov – výstuže, nazývané klince, prípadne cementovej zálievky týchto klincov a zaistenia líca svahu proti vypadávaniu zeminy, zvyčajne striekaným betónom a výstužnou oceľovou sieťou. Povrch svahu je možné upravovať napr. obkladom z betónových prefabrikátov, gabionov a pod.

Klincovaním sa taktiež zaisťuje stabilita výrubu tunela, prípadne čelba tunela. Klinec je vystužený prvok osadzovaný do zemného masívu zvyčajne subhorizontálne, prípadne kolmo ku sklonu svahu, ktorý mobilizuje odpor zeminy po celej svojej dĺžke. Klince sa osádzajú buď do predvŕtaného vrtu a nainjektujú cementovou zmesou, alebo sa klince osadzujú zarážaním, zavibrovaním a pod. Ich skon je väčšinou kolmý k povrchu svahu. V prípade zvislého výkopu sa vrty pre klince uskutočňujú v sklone 5 až 10 stupňov od vodorovnej roviny smerom dole, aby bolo možné vyplniť vrt zálievkou.

Klincované zemné / horninové teleso sa skladá z:

- klincov,
- lícového opevnenia,
- odvodnenia.

Vytvorené výstužné zemné teleso vzdoruje zemnému tlaku, vonkajšiemu zaťaženiu aj povrchovej erózii. V statickom návrhu klincovaného svahu musia byť posúdené medzné stavy konštrukcie.

5.1 Materiál pre klincované svahy

5.1.1 Zemina

Klincovaný svah je možné zhotoviť v horninovom prostredí s vhodnými vlastnosťami. Pre klincovanie nie sú vhodné štrkovité a balvanité sedimenty, ílovité zeminy s vysokou plasticitou, mäkkej až tuhej konzistencie, kypré a rovnozrnné piesky a spraše. Za nevhodné geologické prostredie sa považuje i veľmi priepustná zemina s vysokou hladinou podzemnej vody a iné nestabilné zeminy s prúdovým tlakom spodnej vody. Spevnenie klincami je možné realizovať i v poloskalných a zvetraných horninách (ílovce, slieňovce, bridlice). Kvalita zemného masívu je posudzovaná podľa výsledkov geologického prieskumu. Ten musí stanoviť podmienky pre vŕtanie (zarážanie) klincov, hydraulické pomery pre návrh hustoty a dĺžky odvodňovacích vrtov.

5.1.2 Klince - výstužné prvky

Klince sú relatívne krátke výstužné zvyčajne oceľové prvky. Majú tvar plných tyčí, rúrok, alebo prútov. Antikorózna ochrana musí zaručiť spoľahlivú funkciu celého systému po celú dobu životnosti stanovenej PD. Použitie iných materiálov ako ocele (napr. laminátov, polymérov, uhlíkových vlákien, atď.) musí byť uvedené v PD stavby, alebo ZTKP. Všetky použité materiály musia byť s ohľadom na predpokladanú trvanlivosť chránené vhodným spôsobom proti korózii. Vyžadované vlastnosti klincov z iných materiálov sa musia vopred definovať v PD. Pevnostné charakteristiky, trvanlivosť spojovacích prvkov a ich ochrana musia byť kompatibilné s výstužovými prvkami. Ochrana proti korózii kovových prvkov musí zohľadňovať agresivitu prostredia, typ klinca, spôsob zaťažovania, druh ocele a vyžadovanú návrhovú životnosť. Kvalita klincov musí byť doložená dokladmi, ktoré predkladá zhotoviteľ stavby objednávateľovi/správcovi stavby pri schvaľovaní dodávateľa klincov. Požiadavky na kvalitu sú určené dokumentáciou stavby a musia spĺňať podmienky týchto TKP a súvisiacich STN.

Bežne sa používa betonárska oceľ, kotevné tyče a pod. V prípade, ak sú oceľové výstužné prvky v priamom kontakte so zeminou (zarážané klince), musia byť odolné voči korózii. Spôsob antikoróznej ochrany, ktorá musí zaručiť spoľahlivú funkciu výstuže po celú dobu životnosti konštrukcie určuje PD stavby. Plné oceľové tyčové výstužné prvky majú zodpovedať požiadavkám uvedeným v STN EN 10080. Oceľová výstuž tvaru rúrky má zodpovedať požiadavkám uvedeným v súbore STN EN 10210 a v STN EN 10219-1. Za tepla tvarovaná oceľová výstuž má zodpovedať požiadavkám STN EN 10025-1. Výstužný prvok galvanizovaný za tepla, musí spĺňať požiadavky STN EN ISO 1461.

5.1.3 Injekčné zmesi

Injekčné zmesi môžu byť na báze cementu alebo iných materiálov. Výber cementu a zloženie injekčnej zmesi majú zohľadňovať agresivitu prostredia, priepustnosť prostredia a návrhovú životnosť klinca. Agresivita prostredia sa má stanoviť podľa STN EN 206-1. Cementové injekčné zmesi majú byť v súlade s STN EN 445, STN EN 446, STN EN 447, STN EN 934-1, STN EN 934-4 STN EN 934-5 a STN EN 934-6. Vodný súčiniteľ sa má zvoliť taký, aby vyhovoval podmienkam horninového prostredia, metóde zhotovovania, trvanlivosti a požiadavke pevnosti. Voľba vodného súčiniteľu závisí na geotechnických podmienkach, metóde klincovania, požiadavkách na trvanlivosť a pevnosť. V prípade použitia prísad nesmie doisť k negatívnemu vplyvu na vystužený prvok alebo vlastnosti injekčnej zmesi. Prísady nesmú obsahovať viac ako 0,1 % chloridov, síranov alebo dusičnanov. Bežná injekčná zmes musí mať pevnosť tlaku minimálne 5 MPa pred zaťažením klinca. Pevnosť injekčnej zmesi po 28 dňoch musí byť minimálne 15 MPa, ak PD nepredpíše inak. Pevnosť injekčnej zmesi je závislá od vodného súčiniteľa určeného v PD.

5.1.4 Lícové opevnenie povrchu klincovaných zemín

Lícové opevnenie svahu je tvorené materiálmi a/alebo prvkami predpísaným v dokumentácii. Spojenie medzi lícovým opevnením a klincami musí spoľahlivo zaistiť prenášanie napätia z líca na klince a tolerovať rozdiely v sadaní medzi lícovým opevnením a zeminou. Najbežnejšie typy lícových opevnení sú panely a bloky, striekaný betón s kamenným obkladom, na mieste vybetónovaná stena, siete (oceľové alebo geosyntetické). Kvalita lícového opevnenia musí byť doložená dokladmi, ktoré predkladá zhotoviteľ stavby objednávateľovi/správcovi stavby pri schvaľovaní dodávateľa lícového opevnenia. Požiadavky na kvalitu sú určené dokumentáciou stavby a musia spĺňať podmienky súvisiacich STN.

Podľa tuhosti sa rozlišuje lícové opevnenie:

- mäkké, ktoré je tvorené napr. oceľovou sieťou alebo geosyntetickou geomrežou, prípadne iba vegetačným pokrytom (má iba protieróznu funkciu),
- poddajné, pre ktoré sa najčastejšie používa oceľová mreža o dostatočnej tuhosti (prenáša osové a šmykové sily),
- tvrdé, ktoré sa robí buď ako:
  - striekaný betón bez oceľovej siete,
  - striekaný betón vystužený oceľovou sieťou,
  - na mieste vytvorená betónová stena alebo stena z betónových prefabrikátov.

Ak sa na úpravu povrchu klincovaného svahu použijú iné materiály (napr. prírodné materiály), majú zodpovedať príslušným predpisom, ak takéto predpisy existujú.

5.1.4.1 Striekaný betón

Zloženie zmesi pre striekaný betón musí byť v zmysle STN EN 14487–1 a súvisiacich článkov [T8]. Minimálna hrúbka vrstvy striekaného betónu pre dočasné konštrukcie je 100 mm. V prípade trvalých konštrukcií sa striekaný betón vystužuje oceľovou sieťou a jeho minimálna hrúbka je 150 mm. Striekaný betón sa nanáša v jednej alebo viacerých vrstvách. Realizácia striekaného betónu musí byť v zmysle STN EN 14487–2.

5.1.4.1.1 Lícové panely a bloky

Betónové panely majú vyhovovať STN EN 206-1 a [T8]. Prefabrikované panely majú byť zhotovené z cementu triedy najmenej C 30/37. Oceľ pre vystužené betónové panely musí spĺňať požiadavky STN EN 10080. Líce panelu v kontakte so zeminou upraviť v zmysle STN EN 1992-1 pre vlhké prostredie.

5.1.4.1.2 Oceľové siete

Oceľové siete použité ako výstuž do striekaného betónu musia spĺňať požiadavky dokumentácie, STN EN 10079, STN EN 10080 a [T8].

Oceľové siete ako trvalá povrchová úprava vystuženého svahu musia spĺňať požiadavky PD. Protikorózna úprava oceľových sietí musí byť v súlade s STN EN ISO 1461 a STN EN 10244-2.

5.1.4.2 Geosyntetické siete a protierózne georohože

Geosyntetické materiály a prvky použité ako trvalá protierózna ochrana klincovaného svahu musia spĺňať požiadavky PD a STN EN 13251.

5.1.5 Drenážny systém

Používajú sa obvykle perforované oceľové alebo plastové rúrky, drenážne kompozity a iné materiály. Rozmery a dĺžku rieši dokumentácia na základe výsledkov geotechnického prieskumu.

5.2 Konštrukčné zásady realizácie

Pred zahájením prác musí zhotoviteľ vypracovať technologický postup, ktorý predloží objednávateľovi/správcovi stavby k odsúhlaseniu.

Klincovaná zemná konštrukcia s tvrdým lícovým opevnením (striekaný betón) sa zvyčajne vytvára opakovaním nasledujúcich pracovných krokov pri hĺbení zárezového svahu zhora nadol:

- A - odkopanie vrstvy zeminy na výšku 1 m až 2 m podľa dokumentácie stavby, stability alebo ZTKP,
- B - vyhĺbenie vrtov v rozostupe a do hĺbky predpísanej v dokumentácií,
- C - vyplnenie vrtov cementovou zálievkou,
- D - osadenie výstuží (klincov) do vrtov,
- E - vytvorenie povrchovej vrstvy zo striekaného betónu, hrúbka a vystuženie podľa dokumentácie.

Osadenie klincov môže nasledovať po vyhĺbení vrtov, ako bod C. Zaplnenie vrtov zálievkou potom nasleduje ako bod D.

Vo vrtoch sú klince chránené zálievkou z cementovej malty s vodným súčiniteľom 0,4 – 0,5 (= 1 930 kg/m^3 – 1 800 kg/m^3).

V prípade zarážania vystužených prvkov do zemného masívu bez predvŕtania, odpadá hĺbenie a zaplňovanie vrtov, body B a C.

Bod E môže v prípadoch hrubozrnných nesúdržných zemín nasledovať za bodom A.

Klincované zemné konštrukcie s pružným (oceľové mreže) alebo mäkkým lícovým opevnením (oceľové siete, geosyntetická protierózna rohož a pod.) sa úprava povrchu zvyčajne uskutočňuje až po osadení klincov na celú výšku svahu. Lícové opevnenie z betónových panelov sa realizuje až po zabezpečení predmetného svahu klincami, v prípade potreby i striekaným betónom.

5.3 Technologický postup realizácie

5.3.1 Výkop zeminy

Prípravné práce si môžu vyžadovať ochranu líca svahu a existujúcej vegetácie, vytýčenie zárezu, inštalovanie drenáže na kontrolu odtoku povrchovej a podzemnej vody, v prípade potreby zhotovenie a testovanie skúšobných klincov, zhotovenie geotechnického monitorovacieho systému.

Celý pracovný cyklus uvedený v článku 5.2 body A až E musí byť u klincovaného svahu s tvrdým lícovým opevnením ukončený v jednej zmene. Typický postup je znázornený na obrázku 5. Nie je dovolené ponechať odkopanú stenu bez vystuženia a povrchové vrstvy zo striekaného betónu do nasledujúceho dňa, výnimku povoľuje v opodstatnených prípadoch po konzultácií s geotechnikom objednávateľ/správca stavby. Časový interval medzi odťažením zeminy (vytvorením svahu/steny) a inštalácie klincov musí byť čo najkratší, aby sa obmedzilo riziko vypadávania zeminy zo svahu, prípadne jeho zosunutie. Povrch odkopanej steny musí byť prevedený v sklone podľa dokumentácie v toleranciách podľa článku 5.6 týchto TKP. Pri výkopových prácach musí zhotoviteľ postupovať takým spôsobom a voliť také prostriedky, aby nedochádzalo k preťaženiu a nadvýlomom. Rozvoľnenú zeminu je potrebné odstrániť a jej objem nahradiť striekaným betónom. V spodnej časti pracovnej etáže sa ponecháva cca 0,5 m výstužnej siete nezastriekanej betónom pre umožnenie napojenia presahom v ďalšej etáži. Počas výkopových prác sa porovnáva kvalita obnaženého svahu s predpokladmi geologického prieskumu. V prípade nepriaznivejších vlastností hornín je potrebné zvážiť nevyhnutnosť uskutočnenia doplnkových prác. Najmä ak je ohrozená stabilita obnaženej steny, je poradie pracovných úkonov zmenené: po odkopaní svahu na výšku pracovnej etáže sa urýchlene

zabezpečí obnažená stena striekaným betónom spolu s vystužením sieťovinou. Až potom nasleduje hĺbenie vrtov pre klince, osadzovanie klincov do vrtu vyplneného cementovou zálievkou, resp. osadenie klincov s následným injektovaním vrtu.

Pre svahy s celistvým povrchom, kde lícové opevnenie má hlavne protieróznu funkciu, môže byť konečná úprava realizovaná až po dokončení osadenia klincov v pracovnej sekcii. Presné podmienky stanoví dokumentácia, prípadne ZTKP.

5.3.2 Hĺbenie vrtov pre klince

Vrt sa zhotovuje kolmo k povrchu steny alebo maximálne 10° uklonený od kolmice smerom dole (u zvislých stien pre uľahčenie vyplnenia zálievkou). Vŕtanie sa realizuje rotačným, prípadne rotačne príklepovým spôsobom so vzduchovým výplachom. V prípade jemnozrnných zemín je možné použiť špirálové vŕtanie. Použitie vodného výplachu sa neodporúča, lebo v jemnozrnných zeminách mení ich konzistenciu a tým aj únosnosť klincov. V prípade, ak nie je vrt dostatočne stabilný do doby inštalácie klincov, je nutné uskutočniť úpravu technológie (napr. použiť pažnice, dutý špirálový vrták prípadne výplach). Minimálny priemer vrtu v mm musí byť súčtom priemeru klinca a 2-násobku hrúbky potrebného krytia výstuže cementovou zálievkou. Dĺžka vrtu je stanovená v PD. Ak to dokumentácia nestanovuje, je v hornej časti svahu dĺžka vrtov minimálne 0,6xH (H je celková výška svahu). Pri päte svahu môže byť dĺžka vrtov kratšia. V prípade dokázanej existencie plochy oslabenia v horninovom masíve (zlomy, pukliny, šmykové zóny) musí byť dĺžka klincov navrhnutá tak, aby bola zaistená dostatočná stabilita svahu pozdĺž tejto plochy.

Na umiestnenie klincov do horninového prostredia počas rotačného vŕtania sa používajú samozávrtné duté tyče. Ide o výstužné prvky prichytené k vŕtacej korunke. Inštalácia je možná rotačným vŕtaním s použitím výplachu s injektovaním alebo súčasným vŕtaním a injektovaním.

5.3.2.1 Zarážanie klincov

Niektoré typy klincov môžu byť inštalované do zeminy príklepom, vibráciou, alebo nastrelením (balisticky). Výstužový prvok je v priamom kontakte so zeminou. Niektoré typy týchto klincov umožňujú následnú injektáž. Pre vylúčenie prípadnej deformácie pri inštalácií musia mať zarážané klince dostatočnú tuhosť a pri osadzovaní môžu byť vedené. Pri inštalácií sa zaznamená čas nutný k zarazeniu a dosiahnutá hĺbka.

5.3.3 Vyplnenie vrtov a osadenie klincov

Vyplnenie vrtu cementovou zmesou je možné previesť v priebehu vŕtania cez vystužový prvok, po skončení vŕtania alebo po inštalácií výstuže pomocou injekčnej rúrky. Zvyčajne sa po dokončení a vyčistení vrt vyplní vzostupne (odo dna vrtu smerom hore) cementovou zálievkou. Ihneď po vyplnení vrtu zálievkou sa osadí klincová výstuž. Dĺžka klinca je minimálne o 50 mm väčšia ako je dĺžka vrtu, aby bolo umožnené napojenie výstužového prvku na lícové opevnenie. Dĺžka vonkajšieho presahu musí byť dostačujúca pre bezpečné spojenie klincov s lícovým opevnením a musí byť stanovená v dokumentácii.

Pre zaistenie dostatočného a rovnomerného krytia výstuže zálievkou je nutné na vystužené prvky pri inštalácii upevniť distančné prvky. Zálievka musí byť realizovaná až k lícu svahu. Príklad prvkov klincovaného systému s vŕtaním a injektovaním je znázornený na obrázku 6.

5.3.4 Lícové opevnenie

Pri aplikácii striekaného betónu je nutné dočasne prekryť vyústenie drenážnych vrtov, aby nedošlo k ich upchaniu. Jednovrstvový striekaný betón má zvyčajne iba protieróznu funkciu. Konštrukčnú funkciu má striekaný betón vo viac vrstvách. Pokiaľ dochádza počas prác k lokálnym prejavom nestability, je vhodné uskutočňovať práce po menších sekciách, prípadne nainštalovať klince pred odťažením zeminy. Príklady definitívnej úpravy klincovaného svahu sú znázornené na obrázku 8.

Pre poddajné líce je nutné použiť oceľové siete s rovnakou trvanlivosťou ako sú vlastné klince.

Mäkké lícové opevnenie tvoria zvyčajne oceľové pletené siete spolu s protieróznymi georohožami kombinované s rôznou vegetačnou úpravou alebo biodegradabilnými geosynstetikami. Vzhľadom k tomu, že klincové svahy sú strmé, je nutné pri návrhu vegetácie vziať do úvahy orientáciu svahu k svetovým stranám (oslnenie) a hydrologické pomery.

Spôsob spojenia musí byť uvedený v dokumentácii stavby. Po osadení klincov sa uskutoční úprava povrchu podľa dokumentácie.

Pre trvalé konštrukcie sa povrch zo striekaného betónu zvyčajne obloží pohľadovými panelmi podľa dokumentácie stavby.

5.3.5 Odvodnenie klincovanej zemnej konštrukcie

Odvodnenie klincovanej konštrukcie sa realizuje v súlade s PD stavby. Ak sa v priebehu výstavby objavia neočakávané vývery alebo prietoky vody, navrhne zhotoviteľ spôsob odvodnenia a predloží ho objednávateľovi/správcovi stavby k schváleniu.

5.3.5.1 Povrchové odvodnenie

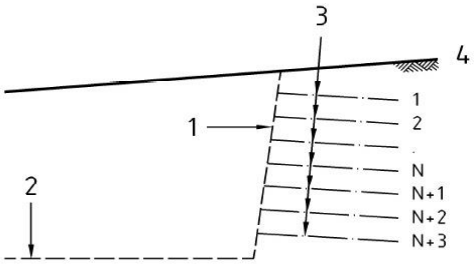
Zachytáva a odvádza povrchovo tečúcu vodu, zvyčajne formou nadzárezovej priekopy so spevneným povrchom, mimo zárezový svah. Rovnako v päte svahu sa realizuje odvodnenie vo forme priekopy alebo drenáže ako je znázornené na obrázku 7.

5.3.5.2 Hĺbkové odvodnenie horninového masívu

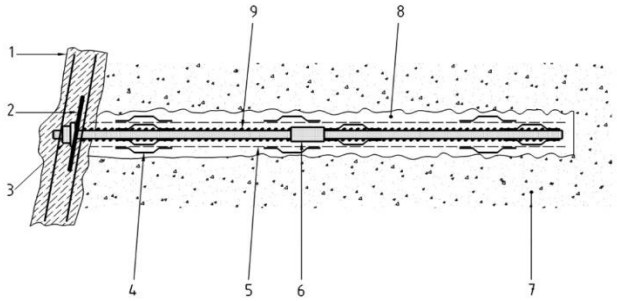
Znižuje tlak podzemnej vody na klincovanú zemnú konštrukciu a odvádza túto vodu k povrchu svahu. Zvyčajne sa realizuje subhorizontálnymi drenážnymi vrtmi uklonenými minimálne 5° nahor od vodorovnej roviny. Vnútorný priemer vrtov musí byť minimálne 40 mm, najčastejšie je to cca 100 mm. Vrty pre odvodnenie masívu za klincovanou zemnou konštrukciou musia byť dlhšie ako je dĺžka klincov. Zvláštnu pozornosť odvodneniu treba venovať v prostredí tvorenom potrhanými ílmi. Realizuje sa 1 odvodňovací vrt na 25 m^2 líca svahu, ak dokumentácia neurčuje iný počet a spôsob odvodnenia horninového masívu.

5.3.5.3 Drenáž za obkladovým lícom

Drenáž za obkladovým lícom (pozri obrázok 9) odvádza vodu z hĺbkového odvodnenia, prípadne vodu presiaknutú z vnútra horninového masívu k povrchu svahu do drenážnych prvkov za lícom a ďalej do zvodného drénu v päte svahu (steny). Realizuje sa buď z drenážnych pásov (geodrénov) alebo ako plošný geosyntetický drén pomocou drenážneho geokompozitu. Plošná drenáž musí byť spoľahlivo upevnená na povrch svahu. Plošné drenážne geokomposity sa umiestňujú medzi vrstvu striekaného betónu a lícové opevnenie.

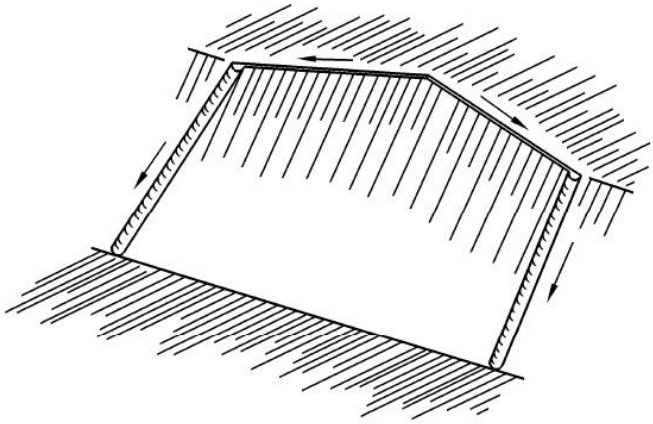


Obrázok 5 Typický postup zhotovenia klincovaného svahu

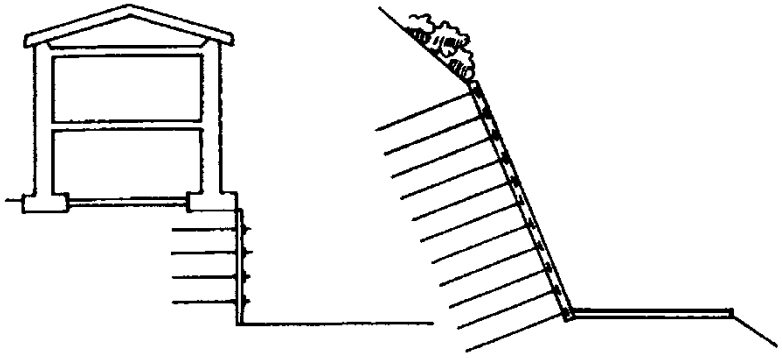


Obrázok 6 Príklad prvkov klincovaného systému s vŕtaním a injektovaním

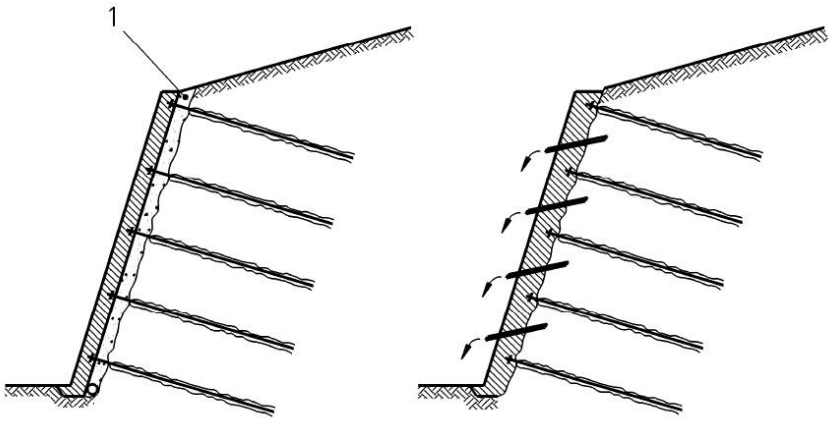
Vysvetlivky:
1 – líce povrchovej úpravy,
2 – podložka pod hlavou klinca,
3 – matica,
4 – dištančná vložka (centrátor),
5 – ochranná rúrka,
6 – spojka,
7 – okolitá hornina,
8 – injekčná výplň vrtu,
9 – klinec



Obrázok 7 Príklad usporiadania povrchovej drenáže



Obrázok 8 Príklady definitívnej úpravy klincovaného svahu



Obrázok 9 Variantná úprava tuhého povrchu a drenáže

Vysvetlivky: 1 – pórovitý betón vo funkcii drenáže

5.4 Dodávka, skladovanie, preukazné skúšky

5.4.1 Dodávka a skladovanie materiálu

Zhotoviteľ je povinný zaistiť riadne prevzatie všetkých dodávaných materiálov (klincov, oceľových sietí, drenážnych filtrov, geosyntetík, a pod.) tak, aby na stavenisku boli k dispozícií len materiály, ktoré zodpovedajú požiadavkám zmluvy o dielo.

Súčasťou dodávky musí byť dodací list, v ktorom musí byť hlavne:

- certifikát výrobku,
- vyhlásenie o parametroch,
- číslo a dátum vystavenia,
- názov a adresa výrobcu/dovozcu alebo distribútora,
- názov a sídlo odberateľa,
- miesto určenia dodávky,
- predmet dodávky a trieda kvality,
- hmotnosť dodávky, počet roliek, paliet a pod.,
- poprípade ďalšie požadované údaje.

Pri preberaní materiálu sa zisťuje či dodávka nie je poškodená alebo neúplná a či dodané množstvo, druh a kvalita súhlasí s údajmi uvedenými v dodacom liste. Ak pre klince, siete, panely, výstužné prvky a ďalšie materiály neboli vopred dodané požadované doklady, musia byť dodané najneskôr s dodacími listami prvej dodávky. Za preukazné skúšky v zmysle tejto kapitoly TKP sa považujú taktiež skúšky typu: skúška klincov, zálievky a betónu. Skúšky drenážnych geosyntetických materiálov, prvkov mäkkého a poddajného lícového opevnenia sa uskutočňujú v zmysle platných STN.

Skúšky striekaného betónu a betónových obkladov sa realizujú podľa [T8].

Skúšky typu pre výrobky a preukazné skúšky materiálov musia byť uskutočnené laboratóriom s príslušnou spôsobilosťou.

Manipuláciou s klincami, lícovým opevnením a ďalšími materiálmi počas dodávky, skladovanie a zabudovanie do zemného telesa je nutné realizovať v súlade s odporučením výrobcu a technologickým predpisom tak, aby bola možnosť poškodenia obmedzená na minimum.

Materiál pre klincové výstuže sa prepravuje a skladuje spôsobom ako určí výrobca.

5.4.1.1 Klince

Oceľové klince musia byť pri manipulácií a skladovaní chránené pred poškodením, znečistením a proti korózii. V sklade musí byť každý druh výstuže zreteľne označený, prípadne oddelený podľa dodávky. Klince z iných materiálov musia byť skladované podľa pokynov výrobcu.

5.4.1.2 Cement

Pre voľne uskladnený cement platí ustanovenie STN EN 197-1. Dĺžku skladovania je nutné obmedziť na 15 dní až 1 mesiac. Silá musia byť umiestnené tak, aby pri prevládajúcom vetre nebola prevádzka na stavbe alebo v obývanej oblasti obťažovaná zvýšenou prašnosťou. Vrecový cement sa skladuje v suchých skladoch, najvyššie v ôsmich vrstvách oddelene podľa dodávky a druhu.

5.4.2 Preukazné skúšky

Preukazné skúšky zabezpečuje zhotoviteľ. Preukazné skúšky môže uskutočniť iba laboratórium s príslušnou spôsobilosťou. V zásade je nutné odlíšiť preukazné skúšky (prvkov klincov, injekčnej zmesi, striekaného betónu, oceľových a geosyntetických materiálov, odvodňovacích rúr a pod.) od preukazných skúšok systému klincového svahu, kvalita klincov, oceľových sietí, drenážnych geokompozitov a odvodňovacích rúr.

Preukazné skúšky injekčnej zmesi pre zálievky klincov zmesou. Zloženie injekčnej zmesi je v dokumentácii. Preukazné skúšky striekaného betónu sa uskutočňujú podľa STN EN 14488-1 a podľa [T8].

Preukázanie únosnosti klincov v horninovom masíve sa pred zahájením prác zisťuje ťahovou skúškou uskutočnenou v skutočných podmienkach s navrhnutým typom a dĺžkou klinca podľa dokumentácie. Po zabudovaní klincov a vytvrdnutí zálievky (netýka sa samokotviacich klincov) je klinec zaťažovaný ťahovou silou postupne v krátkych intervaloch až na medzu porušenia. Postup skúšky je v STN EN 14490, Príloha C. Klincovaná zemná konštrukcia patrí v zmysle STN EN 1997-1

do druhej alebo tretej geotechnickej kategórie. Pre konštrukciu v 2. geotechnickej kategórii zhotoviteľ zrealizuje 1 ťahovú skúšku klinca pre každý typ zeminy avšak minimálne 3 skúšky celkom. Pre konštrukciu v 3. geotechnickej kategórii, v ktorej budú inštalované klince sa uskutočnia 2 skúšky, minimálne 5 skúšok. Výsledky skúšok predloží zhotoviteľ objednávateľovi/správcovi stavby. Skúšky sa realizujú do porušenia alebo do hodnoty navrhnutej sily. Pokiaľ výsledky skúšok budú nižšie ako projektované hodnoty únosnosti, zabezpečí objednávateľ/správca stavby posúdenie výsledkov odbornou firmou, ktorá rozhodne o opakovaní skúšok, prípadne o prepracovanie statického návrhu.

5.5 Kontrolné skúšky, odoberanie vzoriek

Počas realizácie prác vedie zhotoviteľ záznamy o priebehu vŕtania a kontroluje dosiahnutú dĺžku vrtu. Na požiadanie objednávateľa stavby zrealizuje premeranie priemeru, hĺbky a sklonu vrtu.

Kontrolné skúšky klincov realizuje zhotoviteľ len v rámci vybudovaného systému. Systémové klince sa kontrolujú skúškami podľa STN EN 14490. Pre klincované zemné konštrukcie v 2. geotechnickej kategórii v rozsahu 2 % z celkového počtu klincov, minimálne 3 skúšky. Pre konštrukcie v 3. geotechnickej kategórii v množstve 3 %, minimálne 5 skúšok.

Výsledky skúšok sú považované za vyhovujúce, ak nedôjde pri žiadnej skúške k porušeniu (vytrhnutiu) klinca.

Kontrolné skúšky betónu, striekaného betónu, obkladových betónových panelov a iných betónových a oceľových prvkov zhotoviteľ vykoná v zmysle STN EN 14488-1 a [T8]. Laboratórium pre kontrolné skúšky musí byť spôsobilé a odsúhlasené objednávateľom.

K overeniu kvality všetkých materiálov je objednávateľ oprávnený vykonať skúšky podľa vlastného systému kontroly kvality. Tieto skúšky vykoná vo vlastnom laboratóriu alebo v nezávislom laboratóriu.

5.6 Dovolené tolerancie

- Smerová a výšková odchýlka osi klinca v mieste zavŕtania ±100 mm.
- Hĺbka vrtu ±100 mm.
- Orientácia/sklon vrtu ±5°.
- Dĺžka klinca ±50 mm.

V blízkostí podzemných sietí môže dokumentácia požadovať prísnejšie tolerancie.

5.7 Klimatické obmedzenia

Odťažovanie zeminy, vŕtanie a osadzovanie klincov je možné realizovať i pri teplotách pod 0 °C. Pri používaní cementovej zálievky na vyplnenie vrtov je nutné pri práci udržovať jej teplotu nad 5 °C.

Ak sa povrch svahu zabezpečuje striekaným betónom, môžu sa tieto práce vykonávať bez doplnkových opatrení do teploty +5 °C. Pri nižších teplotách je nevyhnutné vykonať príslušné opatrenia na zaistenie podmienok hydratácie betónu (zateplenie pracoviska, ohrievaná zmes) alebo práce prerušiť.

Lícové opevnenie z betónových prefabrikátov, oceľových sietí, geosyntetických materiálov je možné pokladať i pri teplotách pod bodom mrazu.

5.8 Kontrolné merania, merania posunov a deformácií

V priebehu odťažovania sleduje zhotoviteľ geodeticky vertikálne a horizontálne posuny hornej hrany svahu. Na značne exponovaných stavbách a na svahoch výšky nad 6 m so strmým alebo zvislým sklonom sa predpisuje sledovať zmenu zemného telesa v záreze presnou inklinometriou vo vrtoch. Počet vrtov a ich rozmiestnenie sa musí uviesť v dokumentácii. Interval meraní závisí od rýchlosti postupu odťažovania. Horizontálne deformácie zemného/horninového masívu v súvislosti s aktiváciou trenia na povrchu klincov je možné sledovať pomocou viacstupňových extenzometrov.

Ak sa nad hranou svahu v dosahu prípadnej deformačnej zóny vyskytujú stavebné objekty, musí zhotoviteľ pred zahájením odťažovania previesť pasportizáciu týchto objektov.

V prípade funkcie klincovaného svahu ako trvalej konštrukcie (ak sa jedná o konštrukciu druhej alebo tretej geotechnickej kategórie), je potrebné dlhodobo monitorovať:

- úroveň koruny (minimálny interval 20 m);
- úroveň päty (minimálny interval 20 m);
- líniu koruny (minimálny interval 20 m);

- líniu a úroveň čiastkového výkopu (odporúčame pre oporné konštrukcie vyššie ako 5 m);
- zabudovať inklinometre vo vzájomných vzdialenostiach, ktoré preukážu spoľahlivý vývoj deformácií obnažovaného svahu;
- hladinu podzemnej vody;
- prietok vody cez odvodňovacie rúrky;
- kontrolovať koróziu drôtov na prekrytí povrchu.

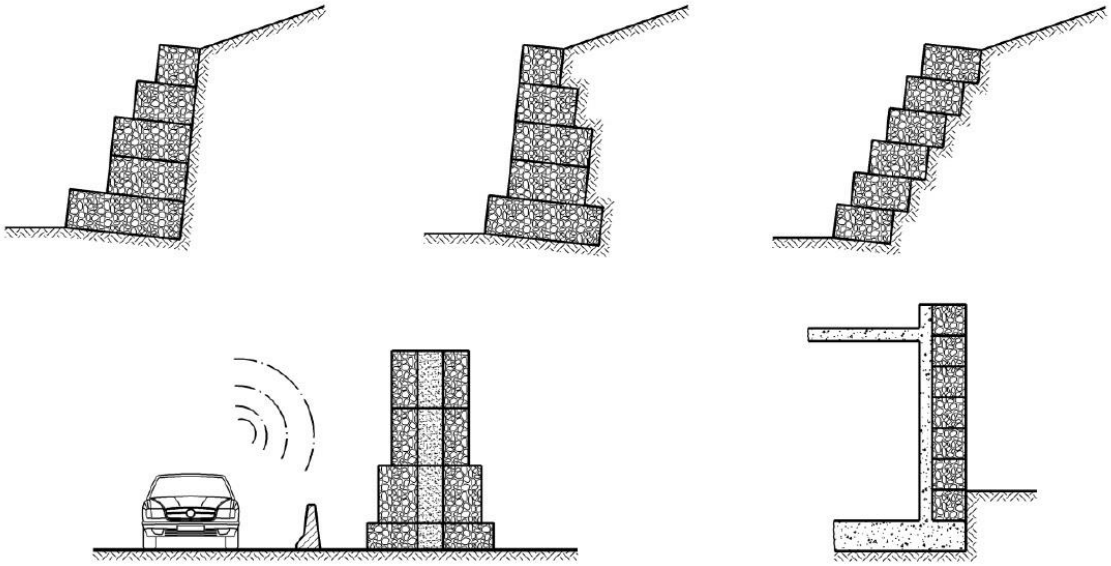
Norma STN EN 14490 ustanovuje všeobecné zásady na zhotovovanie, skúšanie a monitoring klincovanej zeminy.

6 Gabionové (drôtokamenné) konštrukcie

Gabion je drôtokamenný prvok v tvare kocky alebo kvádra vyrobený zo šesťhranného dvojzákrutového oceľového pletiva alebo zostavený z dielcov zo zváranej oceľovej siete vyplnený prírodným alebo lomovým kameňom, poprípade vhodným recyklátom. Gabion je zostavený z dna, bočných stien, veka a deliacich priečok spojených vo výrobe alebo zostavených na stavbe v jeden prvok. Gabiony sa používajú na stavbu oporných a zárubných múrov, protieróznych konštrukcií, protihlukových stien, obkladov múrov a pod. (pozri obrázok 10). Gabiony sú priepustné konštrukcie, preto často plnia drenážnu funkciu v päte svahu. V prípade, že môže v rube konštrukcie dochádzať k vyplavovaniu jemnozrnnej frakcie zo zeminy do gabionu, vkladá sa medzi gabion a zeminu filter (napr. filtračná geotextília). Gabiony so statickou funkciou (oporný alebo zárubný múr) sa navrhujú podľa zásad STN EN 1997-1. Gabiony s estetickou funkciou (obklad) sa posudzujú spolu s nosnou konštrukciou (pozri článok 6.2). Gabiony môžu byť súčasťou vystužených horninových konštrukcií ako poddajné lícové prvky (pozri článok 3.2.3.1).

Podľa rozmeru sa gabiony delia na:

- koše,
- matrace (veľkoplošné kvádre s výškou menšou ako 500 mm),
- vrecia.



Obrázok 10 Príklad použitia gabionov

a) oporný múr s odskakovaným lícom, b) oporný múr s neodskakovaným lícom c) opevnenie svahu d) protihluková stena, e) gabionový obklad betónovej konštrukcie

6.1 Gabionové gravitačné konštrukcie

Návrh gabionových oporných múrov musí spĺňať všetky kritériá gravitačných oporných múrov. Gravitačné konštrukcie z gabionov sa budujú jednoduchým stavebnicovým spôsobom, plnia sa priamo na stavbe vhodným výplňovým kameňom alebo sú dodané na stavbu prefabrikované gabiony z robustného drôtu naplnené vhodným kameňom. Súčasťou prefabrikovaných gabionov je úchyt slúžiaci na manipuláciu s košmi vhodnou mechanizáciou.

Gabiony sa skladajú z troch zložiek:

- drôtené koše,
- výplňový kameň,
- spojovací materiál.

6.1.1 Drôtené koše

Gabion je zostavený z dna, bočných stien, veka a deliacich priečok v prípade dvojzákrutovej siete spojených vo výrobe v jeden prvok, alebo v prípade zváranej siete priamo na stavbe. Drôtené koše môžu byť vyrobené z dvojzákrutovej oceľovej siete alebo zo zváraných sietí.

6.1.1.1 Drôtené koše z dvojzákrutovej šesťhrannej oceľovej siete

Sieť je vyrobená v zmysle STN EN 10223-3 z drôtu s pevnosťou v ťahu minimálne 380 MPa. Menovitá pevnosť siete v ťahu je priamo závislá od typu oka siete a priemeru drôtu. Typy ôk pletených sietí sú uvedené v tabuľke 7. Schéma gabionu z pletenej siete je zobrazená obrázku 11.

Tabuľka 6 Príklady menovitej pevnosti dvojzákrutovej oceľovej siete v ťahu

Typ oka siete	Priemer drôtu [mm]	Menovitá pevnosť siete v ťahu a jej tolerancie [kN/m]
6x8	2,70	60 (±5)
8x10	2,70	55 (±5)
	3,00	65 (±5)
	3,40	85 (±5)
	3,90	105 (±6)

Menovitá pevnosť v ťahu šesťhrannej dvojzákrutovej oceľovej siete skúšaná podľa postupu článku 9.3 normy STN EN 10223-3 musí byť deklarovaná výrobcom. Minimálne hodnoty menovitej pevnosti siete v ťahu sú uvedené v tabuľke 6.

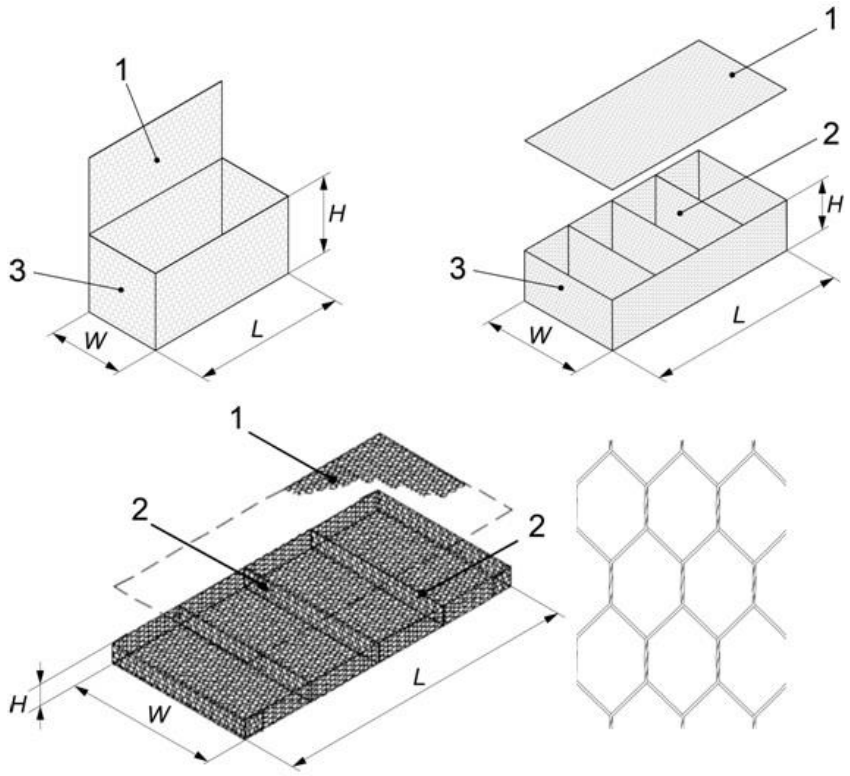
Sieť sa vyrába v s povrchovou úpravou v štyroch variantách:

- Hrubá galvanizácia zinkom.
- Hrubá galvanizácia zliatinou Zn-5%Al.
- Hrubá galvanizácia zliatinou Zn-5%Al s následným poplastovaním PVC.
- Hrubá galvanizácia zliatinou Zn-5%Al s následným poplastovaním PA6.

Projektant gabionovej konštrukcie navrhuje priemer drôtu a povrchovú úpravu drôtených košov z dvojzákrutovej šesťhrannej siete v zmysle STN EN 10223-3 pre prostredie, v ktorom bude konštrukcia situovaná a návrhovú životnosť.

Tabuľka 7 Typ oka siete a priemer drôtu dvojzákrutovej oceľovej siete

Typ oka siete	Priemer drôtu [mm]
6x8	2,20
	2,70
8x10	2,70
	3,00
	3,40
	3,90



Obrázok 11 Príklad gabionov a matracov zo šesťhrannej dvojzákrutovej oceľovej siete
Vysvetlivky: W-šírka, L-dĺžka, H-výška, 1-veko, 2-priečka 3-stena

Tabuľka 8 Príklad popisu prostredia C4, miesta inštalácie a požiadavky na povrchovú úpravu výrobkov z dvojzákrutovej šesťhrannej siete

Úroveň prostredia (v súlade s STN EN ISO 9223, Tabuľka 4)	**Organický povlak na oceľovom drôte**	**Neželezný kovové povlak na oceľovom drôte**	**Trieda (STN EN 10244-2)**	**Predpokladaná životnosť výrobku (v rokoch) ***
Vysoko agresívne: (C4) Mokré podmienky Mierne pásma, atmosférické prostredie s vysokým znečistením alebo podstatným účinkom chloridov napr. znečistené mestské oblasti, miestam vystaveným silným účinkom rozmrazovacích solí, atmosféra stredne znečistených priemyselných oblastí.	-	Zn95%/Al5% zliatiny	A	10
	-	Zn90%/Al10% zliatiny	A	25
	Polyvinyl chlorid (PVC)	Zn95%/Al5% zliatiny	A	120
	Polyamid (PA6)		E	
	Polyvinyl chlorid (PVC)	Zn90%/Al10% zliatiny	A	>120
	Polyamid (PA6)		E	

Poznámka:

** Tabuľka č.8-príklad z STN EN 10223-3 treba posudzovať s ohľadom na pôdne prostredie zabudovania gabionov a zachovanie technických predpokladov ako je priemer oceľového jadra drôtu, základnej protikorozívnej ochrany Zn+Al a celistvosti a nenarušenia prídavnej korozívnej ochrany (PVC, PA6).*

6.1.1.2 Drôtené koše zo zváranej siete

Sieť je vyrobená v zmysle STN EN 10223-8 z drôtu priemeru minimálne 3,0 mm s pevnosťou v ťahu minimálne 450 MPa.

Menovitá pevnosť siete v ťahu je priamo závislá od typu oka siete a priemeru drôtu. Typy oka zváraných sietí sú uvedené v tabuľke 9. Schéma gabionu zo zváranej siete je zobrazená na obrázku 12. Pevnosť zvaru musí byť minimálne 75 % medznej pevnosti drôtu. Plošná hmotnosť galvanizácie je v závislosti od priemeru oceľového drôtu od 255 g/m^2. Menovitá pevnosť siete v ťahu má byť minimálne 40 kN/m, pričom je závislá od typu oka siete a priemeru drôtu.

Sieť sa vyrába v s povrchovou úpravou v troch variantoch:

- Hrubá galvanizácia zliatinou Zn.
- Hrubá galvanizácia zliatinou Zn-5%Al.
- Hrubá galvanizácia zliatinou Zn-5%Al s následným poplastovaním PVC.

Tabuľka 9 Typy oka zváranej siete a priemery drôtov

Typ oka siete	Priemer drôtu [mm]
5x5	3,0 ; 3,5 ; 3,8 ; 4,0 ; 4,5 ; 5,0 ; 6,0
5x10	3,0 ; 3,5 ; 3,8 ; 4,0 ; 4,50 ; 5,0 ; 6,0
10x10	3,0 ; 3,5 ; 3,8 ; 4,0 ; 4,50 ; 5,0 ; 6,0

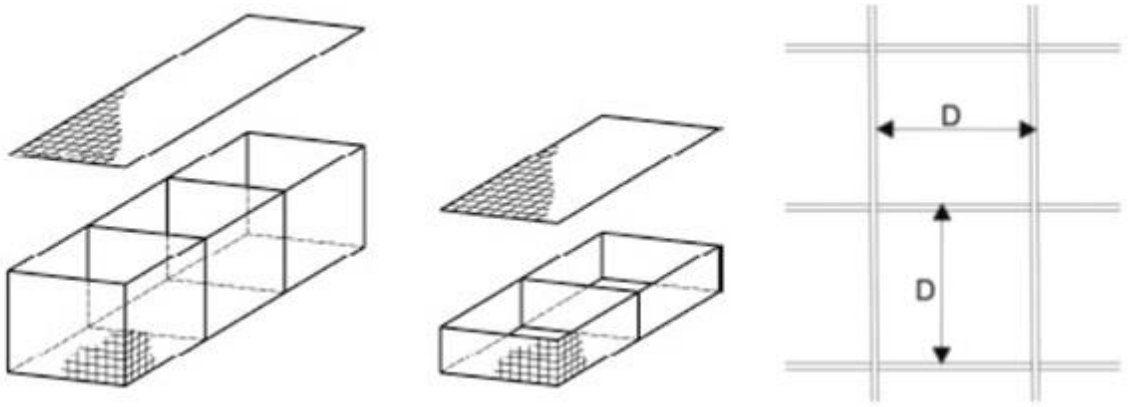
Projektant gabionovej konštrukcie navrhuje povrchovú úpravu drôtených košov zo zváraných panelov v zmysle STN EN 10 223-8 pre prostredie, v ktorom bude konštrukcia situovaná. Príklad popisu prostredia a požiadavky na povrchovú úpravu výrobkov zo zváranej siete je uvedený v tabuľke 10. Minimálne požadované množstvá galvanického povlaku pre rôzne priemery drôtov sú definované v STN EN 10 244–2. Korozívna odolnosť gabionových prvkov sa posudzuje na základe skúšky v soľnej hmle v špeciálnej komore v mimoriadne agresívnom prostredí podľa STN EN ISO 9227. Drôt chránený vrstvou povlaku zliatinou Zn-5%Al v množstve podľa STN EN 10244-2 musí dosahovať minimálne 1 000 hodín v súlade s STN EN ISO 9227.

Tabuľka 10 Príklad popisu prostredia C4, miesta inštalácie a požiadavky na povrchovú úpravu výrobkov zo zváranej siete.

Úroveň prostredia (v súlade s STN EN ISO 9223, Tabuľka 4)	Organický povlak na oceľovom drôte	Neželezný kovové povlak na oceľovom drôte	Trieda (STN EN 10244-2)	Predpokladaná životnosť výrobku (v rokoch) *
Vysoko agresívne: (C4) Mokré podmienky Mierne pásma, atmosférické prostredie s vysokým znečistením alebo podstatným účinkom chloridov napr. znečistené mestské oblasti, miestam vystaveným silným účinkom rozmrazovacích solí.	-	STN EN ISO 1461	-	Pozri STN EN ISO 14713-1
	-	zliatina Zn95%/Al5%	A	10
	Polyvinyl chlorid (PVC)	Zn95%/Al5% zliatiny	A	120

Poznámka:

** Tabuľka10-príklad z STN EN 10223-8 treba posudzovať s ohľadom na pôdne prostredie zabudovania gabionov a zachovanie technických predpokladov ako je priemer oceľového jadra drôtu, základnej protikorozívnej ochrany Zn+Al a celistvosti a nenarušenia prídavnej korozívnej ochrany (PVC, PA6).*



Obrázok 12 Príklad gabionov zo zváranej siete

6.1.2 Výplňový kameň

6.1.2.1 Kameň pre gabiony so statickou funkciou

Všeobecné konštrukčné a technologické zásady:

- Doporučená veľkosť jednotlivých kusov kameňa je 1,5 - 2,0 násobok priemeru oka siete, maximálne 2,5 násobok.
- Množstvo kusov kameňa menších a väčších ako sú hranice zvolenej triedy zrnitosti nemá prekročiť 20 % celkovej hmotnosti kameňov v koši.
- Celkové množstvo kusov väčších ako 250 mm nemá prekročiť 5 % objemu gabionu.
- Kusy a úlomky menšia ako priemer oka siete sa môžu použiť na výplň medzier a zaklinovanie väčších kameňov vo vnútri gabionu (mimo líca).
- Kameň na výplň gabionu nemá obsahovať žiadne cudzorodé látky, ktoré môžu spôsobiť porušenie diela alebo prostredia, v ktorom sú osadené.

Požiadavky na kvalitu kameňa sú uvedené v tabuľke 11. Celková životnosť a funkčnosť kameniva musí byť rovnaká po celú dobu návrhovej životnosti stavby a musí presahovať životnosť sietí gabionov.

Tabuľka 11 Požiadavky na kamennú výplň gabionov

Vlastnosť	Skúšobná metodika	Požiadavka
Trieda zrnitosti	STN EN 13383-2	$CP_{90/180}$ P1) ($CP_{90/125}$ pre matrace) P2)
Odolnosť proti lámaniu	STN EN 1926	Kategória: CS_{80}
Odolnosť proti obrusovaniu	STN EN 1097-1	$M_{DE} \leq 30$ P3)
Odolnosť proti zmrazovaniu a rozmrazovaniu	STN EN 13383-2	Kategória FT_A
Objemová hmotnosť	STN EN 13383-2	≥ 2,3 Mg/m^3
Tvar	STN EN 13383-2	LT_A
Nasiakavosť	STN EN 13383-2	≤ 0,5 % hmot. P4)
Poznámky: P1: Obsah zŕn medzi sitami 90 mm až 180 mm musí byť ≥ 80% hmotnosti. Ak projektant stanoví geometrické charakteristiky kameňa gabionovej konštrukcie pre väčší rozmer kameňa nad hornú hranicu triedy zrnitosti definovanú v tabuľke 11, musia byť dodržané		

všeobecné a konštrukčné zásady.

P2: Prepady sitami: 250 → 100 %
180 → 98 % - 100 %
125 → 90 % - 100 %
90 → 0 % - 15 %
45 → 0 % - 5 %

P3: Deklarovanie odolnosti proti obrusovaniu sa vyžaduje len pre konštrukcie na vodné stavby s občasným vlnením, alebo pre bežné pôsobenie naplavenín.

P4: Ak nasiakavosť nepresiahne 0,5 % nie je potrebná skúška odolnosti proti zmrazovaniu.

6.1.2.2 Kameň pre obkladové gabiony

Kameň použitý do gabionu, ktorý nemá statickú funkciu (protihlukové steny, bariéry, gabionové obklady) musí splniť požiadavky uvedené v článku 6.1.2.1 týchto TKP. Požadovaná trieda zrnitosti $CP_{90/125}$. Za lícovou vrstvou kameňa je možné použiť i iný materiál rovnakej zrnitosti, ktorý musí byť autorizovaný projektantom objektu a odsúhlasený objednávateľom (napr. úlomky betónu, recyklovaný štrk a pod.).

6.1.3 Spojovací materiál

Obvodové hrany gabionu sa musia bezpečne spevniť okrajovým drôtom alebo špirálou. Všetky spoje musia dosahovať minimálne takú pevnosť ako vlastná sieť. Siete sa spájajú spojovacími špirálami, spojovacími drôtmi alebo C-sponami do košov alebo matracov žiadaného tvaru a rozmerov. Počas montáže a plnenia sa gabionové koše musia vystužovať dištančnými tiahlami v súlade s projektovou dokumentáciou alebo technologickým postupom výrobcu.

6.1.3.1 Spájanie pomocou spojovacieho drôtu

Pri použití spojovacieho drôtu sa pripraví drôt dĺžky približne 1,5 násobku dĺžky hrany, ktorá bude spájaná. Maximálna dĺžka hrany, ktorá bude spájaná na jedenkrát nemá presahovať dĺžku 1 m. Dlhšie hrany sú spájané niekoľkými kusmi spojovacieho drôtu. Spojovací drôt zabezpečuje spoje pomocou navíjania a vytvárania slučiek okolo spájanej hrany. Proces navíjania je striedanie jednoduchej a dvojitej slučky. Dvojité slučky musia byť robené v maximálnej vzdialenosti 150 mm od seba. Počas procesu spájania musia byť všetky panely pevne pospájané. Na vytvorenie pevných spojov môžu byť použité kliešte. Koniec spojovacieho drôtu musí byť zabezpečený slučkou a navinutím drôtu okolo svojej osi. Pri používaní spojovacieho drôtu musí byť venovaná zvýšená pozornosť spôsobu spájania, aby sa zabránilo porušeniu ochrany drôtu.

6.1.3.2 Spájanie pomocou špirál

Špirály sa používajú prevažne na montáž sietí do gabionových košov a matracov zo zváranej siete. Na spájanie panelov slúžia špirály dĺžky 50 cm, 100 cm alebo 150 cm, ktoré sa natáčajú cez každé oko dvoch, troch alebo štyroch panelov sietí na hrane ich styku. Stúpanie špirál býva 5 cm alebo 10 cm. Vnútorný priemer špirál obvykle býva 17 mm a 24 mm pre možnosť spevnenia spoja. Priemer drôtu špirál a korozívna ochrana musí byť minimálne na úrovni drôtu z ktorého je vyrobená základná sieť gabionu.

6.1.3.3 Spájanie pomocou C-spony

Pri použití oceľových C-spôn je požadované použitie manuálnych alebo pneumatických spojovacích klieští. Spojovacie C-spony musia byť nainštalované pozdĺž všetkých spojov, hrán koša a deliacej priečky v maximálnej vzdialenosti 200 mm od seba. V prípade potreby menších vzdialeností spojovacích C-spôn tieto definuje PD. Spojovacie oceľové C-spony majú priemer 3,0 mm sú vyrobené z patentovaného drôtu s povrchovou úpravou zliatiny Zn+Al pevnosti minimálne 1 720 MPa s odporom proti roztvoreniu minimálne 3 kN. Nerezové spojovacie C-spony majú priemer 3,0 mm a sú vyrobené s drôtu pevnosti 1 550 MPa s odporom proti roztvoreniu min 2,0 kN.

V praxi sú využívané i nerezové CLIP spony vyrobené z ocele minimálne pevnosti 550 MPa. Tieto sa používajú ako pomocný spojovací materiál.

6.1.3.4 Dištančné tiahla

Dištančné tiahla musia byť inštalované tak, že spájajú čelnú a zadnú stranu alebo ktorúkoľvek podpornú alebo exponovanú stranu. Pri 1 m vysokom bloku sú inštalované vždy v 1/3 a 2/3 výšky koša. Pre koše výšky 0,50 m sú dištančné tiahla inštalované v 1/2 výšky. Detailné usporiadanie tiahel je súčasťou realizačného projektu a metodických technologických predpisov výrobcov drôtených košov. Povrchová ochrana tiahla musí mať rovnakú povrchovú ochranu ako materiál použitých košov. Odporúčané minimálne množstvá sú 4 ks tiahla na 1 m^2 pohľadovej plochy líca konštrukcie.

6.1.4 Základné konštrukčné zásady

- náklon oporných gravitačných múrov do svahu, odporúčaný je sklon 6 stupňov (cca 10:1),
- úprava a zhutnenie podložia,
- umiestnenie tiahel v požadovanom množstve a úrovniach,
- vybudovanie filtra v rube múrov, klasický, alebo použitím filtračnej geotextílie,
- používanie dočasného debnenia počas plnenia košov kamenivom.

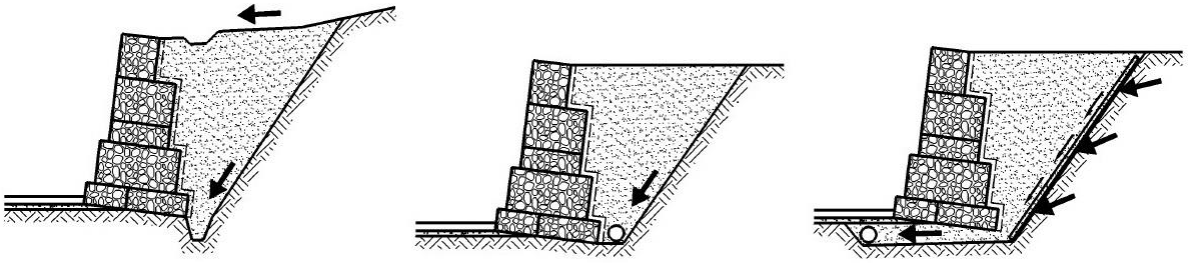
Pre použitie gabionov zo zváraných panelov je dôležité posúdenie stability drieku konštrukcie. Projektant pri posúdení musí podľa odporúčaní normy STN EN 10223-8 zvážiť použitie dvojitých stien (dná, veká a bočné panely), alebo použitie vyššieho priemeru drôtu, prípadne menší rozmer oka siete (pozri tabuľku 9).

6.1.5 Technologický postup

Gabiony sa zostavujú priamo na mieste stavby v rozmeroch určených PD. Technologický postup výstavby stavebného objektu musí pred zahájením prác autorizovať projektant objektu a odsúhlasiť objednávateľ.

6.1.5.1 Základová škára

Základová škára sa musí zarovnať a zhutniť (na min. D = 95 % PS) a odsúhlasiť dozorom/objednávateľom v zmysle [T5]. Nevhodné zeminy podľa STN 73 6133 sa musia zo základovej škáry odstrániť, upraviť alebo nahradiť vhodnejším materiálom podľa PD. V prípade zakladania gabionovej konštrukcie na skalnom podloží, zhotoviteľ riadne vyčistí základovú škáru a prípadné nerovnosti vyplní štrkovým podsypom alebo chudobným betónom. Škáru preberá a spôsob vyplnenia odsúhlasuje projektant. Hĺbka založenia gabionovej konštrukcie je určená PD na základe statického výpočtu. Nepožaduje sa zakladanie v nezamŕzajúcej hĺbke, ak to neurčuje PD. Základová škára musí byť upravená tak, aby umožnila prirodzený odtok vody z priestoru za gabionovou konštrukciou (pozri obrázok 13). Pri sklone základovej škáry do svahu je nutné bezodtokový priestor odvodniť pomocou drenáže. Základovú škáru preberá a odsúhlasuje objednávateľ/dozor stavby.



Obrázok 13 Príklad umiestnenia drenáže

Gabiony realizované zo zváraných sietí predstavujú polotuhé konštrukcie s malou toleranciou. K rozdielom sadania je potrebné dôkladne posúdiť základovú škáru s nehomogénnym podložím, prípadne realizovať betónový základ v zmysle platných noriem. Je možné využiť i iné možnosti spevnenia alebo pristúpiť k výmene podložia.

6.1.5.2 Montáž gabionu

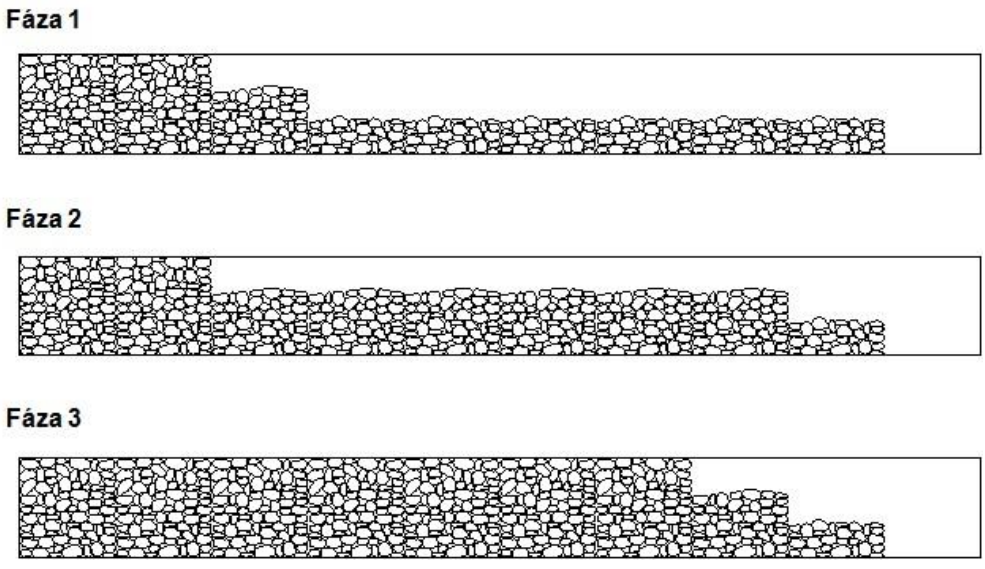
Montáž je závislá od zvoleného typu gabionu a použitého typu materiálu. Vykoná sa v zmysle inštalačného manuálu zvoleného typu. Po príprave podložia sa gabionové koše realizujú na pripravenom podklade. Gabionové koše postavené do svojej projektovanej polohy v objekte sú medzi sebou spojené pozdĺž všetkých kontaktných hrán tak, aby vytvárali kontinuálne spojenú monolitickú konštrukciu.

Montáž gabionových múrov môže vykonávať len zhotoviteľ s potrebnou odbornou spôsobilosťou.

6.1.5.3 Plnenie gabionu

Na čelnú pohľadovú stranu sa viazacím drôtom pripevní pomocné dočasné debnenie, napr. oceľové alebo drevené rámy, prípadne lešenárske rúrky alebo hranoly. Tieto spôsoby vyloženia čela zabezpečia priestorovú stabilitu bez vytvárania deformácií. Po naplnení sa debnenie demontuje. Kameň je ukladaný v 300 mm vrstvách pri 1 m vysokých gabionoch a v 250 mm vrstvách pre 0,5 m vysoké koše. Výplňová vrstva nikdy nesmie byť vyššia viac ako 300 mm než ktorákoľvek vrstva priľahlej časti realizovaného múra v zmysle obrázku 14. Pri ukladaní kameňa treba zaručiť aby nebola porušená ochrana drôtu. Po vyplnení vrstvy kameniva sa vhodnou ručnou manipuláciou musí zabezpečiť minimalizácia výskytu medzier medzi kamenivom tak, aby bola zaručená čo najmenšia medzerovitosť kamennej výplne košov. Kameň na čelnej strane musí byť uložený ručne, kvôli čo najvyššej redukcii medzier. Objekty pôsobia ako gravitačné, kde okrem tvaru, má rozhodujúci vplyv hmotnosť konštrukcie. Požaduje sa, aby priemerná objemová hmotnosť hotovej konštrukcie bola minimálne 17,5 kN/m^3. Kladenie kamennej výplne z lícnej – pohľadovej strany sa robí zásadne ručne naležato, pričom ako murivo na sucho s príslušným preväzovaním kameňov pričom sa používa kamenný materiál schopný plniť náročné statické a estetické požiadavky na budovanú stavbu. Pri múroch, kde je inštalovaná viac ako jedna rada gabionov, je potrebné presypať každú radu vrstvou kameňa približne 25 mm až 40 mm tak, aby bolo vyrovnané prirodzené sadanie. Povrch musí byť hladko vyrovnaný, medzerovitosť minimalizovaná. Musí byť zabezpečené, aby vrch deliacej priečky bol dostupný pre napojenie. Po tom, čo bol kameň upravený a medzerovitosť minimalizovaná, uzavrie sa veko koša. Dištančné tiahla musia byť inštalované tak, že spájajú čelnú a zadnú stranu alebo ktorúkoľvek podpornú alebo exponovanú stranu. Pri 1 m vysokom bloku sú inštalované vždy v 1/3 a 2/3 výšky bloku. Pre koše výšky 0,50 m sú dištančné tiahla inštalované v 1/2 výšky. Do koša šírky 1,0 m je v jednej rade potrebné umiestniť minimálne 2 ks tiahel rovnakej povrchovej ochrany ako je materiál košov (odporúčané minimálne množstvo sú 4 ks tiahla na 1 m^2 pohľadovej plochy konštrukcie). Po naplnení kameňom a minimalizovaní medzerovitosti sa uzavrie veko koša. Ak je to potrebné môže sa použiť ľahké pritiahnutie veka ku košu pomocou vhodného uzatváracieho nástroja. Pri uzatváraní musí byť zabezpečené, že nedôjde k deformácii drôtu alebo k poškodeniu ochrany. Veko je spojené pozdĺž všetkých hrán a pozdĺž hrán deliacej priečky. Priľahlé veká môžu byť spojené súčasne. Všetky vyskytujúce sa ostré konce alebo hrany musia byť skrútené smerom do gabionovej konštrukcie.

Realizáciu gabionových konštrukcií môže vykonávať iba zhotoviteľ s potrebnou odbornou spôsobilosťou.



Obrázok 14 Postup plnenia gabionovej konštrukcie kameňom v pozdĺžnom smere po tretinách výšky

6.1.5.4 Spätný zásyp

Realizácia spätného zásypu za objektom musí prebiehať súčasne so stavbou objektu. Robí sa po maximálne 30 cm vrstvách, ktoré sa ihneď hutnia vibračným zariadením. Je nutné zaistiť, aby zemina do zásypu bola vhodná, nebola zamrznutá alebo neobsahovala nevhodné prímesi v zmysle [T5]. V rube gabionových konštrukcií je bežné použitie štrkového filtra alebo filtračnej geotextílie. Plní filtračnú funkciu proti vyplavovaniu jemných a drobných častíc a zároveň funkciu separačnú. Do vzdialenosti 2,0 m od rubu gabionovej konštrukcie sa môžu k hutneniu použiť len ľahké zhutňovacie mechanizmy (vibračná doska atď.) v zmysle obrázku 15. Potrebu filtra v rube konštrukcie autorizuje projektant.

6.1.5.5 Ochrana proti bludným prúdom

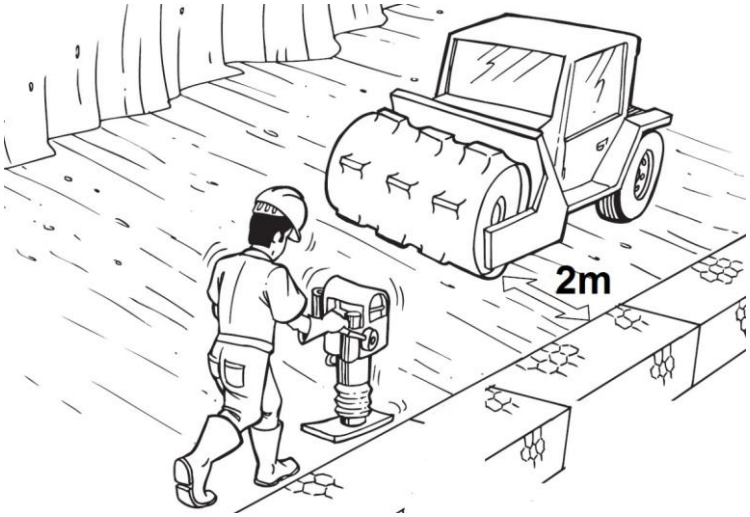
V oblastiach s možným výskytom bludných prúdov (blízkosť elektrizovanej železničnej a električkovej trate, transformátora a pod.) na základe vyhodnotenia výsledkov korózneho prieskumu PD stavebného objektu predpíše a zhotoviteľ podľa nej vykoná príslušné opatrenia na obmedzenie účinkov bludných prúdov na gabionovú konštrukciu, ktorá obvykle zahŕňa:

- vrstvu štrkodrvy na základovej škáre,
- dôsledné vodivé spojenie jednotlivých gabionov,
- úplne naplnenie košov kameňom tak, aby sa dosiahla minimálna medzerovitosť bez jemnozrnných prímesí,
- vybudovanie izolačných vrstiev na spodnej a zásypovej strane gabionovej konštrukcie zo štrkopiesku, prípadne v kombinácii s geosyntetickými materiálmi,
- rozdelenie gabionovej konštrukcie dlhšej ako 100 m na úseky medzi, ktoré sa vloží priečna izolácia, použitie aktívnej protikoróznej ochrany proti bludným prúdom, tzv. obetné anódy.

Navrhované obmedzenia musia byť v zmysle [T3] a v prípade blízkosti železničných tratí STN EN 50122-1, STN EN 50122-2, STN EN 50122-3.

6.1.6 Skúšky typu a kontrola

Pred začatím prác musia byť zistené kvalitatívne charakteristiky výplňového kameňa a drôtených košov a ostatných materiálov s cieľom preukázania vhodnosti ich použitia v stavebnej konštrukcii. Podmienky odberu vzoriek a kontrolné skúšky zemín, kamenitej sypaniny a druhotných materiálov sú definované v [T5]. Na spresnenie požiadaviek na skúšanie druhotných materiálov (popolček, troska, výsypky, apod.) sa musia vypracovať ZTKP. Pokiaľ PD alebo ZTKP nestanovujú inak, v zmysle STN 73 6133 a [T5] sa vykoná na každej zhutnenej vrstve zeminy kontrolná zaťažovacia skúška na určenie miery zhutnenia vrstvy. Pre kontrolu miery zhutnenia sa použijú priame alebo nepriame metódy (dynamická alebo statická zaťažovacia skúška, rádiometrické metódy a iné). Početnosť skúšok je uvedená v tabuľke 2 a požadované kritériá v tabuľkách 5 a 6 predpisu [T5].



Obrázok 15 Zhutnenie v rube gabionu

Požiadavka na monitoring musí byť zakotvená v PD stavby, vrátane návrhu alebo odporúčania metódy sledovania deformácií v súlade s [T10]. Výsledky meraní slúžia na posúdenie presnosti výpočtu, správnosti použitej metódy a vstupných parametrov. Tolerancie zrealizovanej gabionovej konštrukcie určuje PD na základe predpokladaných deformácií podložia, účelu objektu. Gabionová konštrukcia musí mať primeranú rovinatosť, nesmie vykazovať nadmerné deformácie líca, potrhanie siete a vypadávanie kameňa. U gabionových konštrukcií, ktoré plnia statickú funkciu je požadovaná rovinatosť povrchu maximálne 100 mm pri meraní 4,0 m latou. U pohľadových gabionových obkladoch nesmie rovinatosť prekročiť 50 mm pri meraní 4,0 m latou. Dokumentácia predmetného objektu môže stanoviť prísnejšie požiadavky vzhľadom na význam konštrukcie. V miestach, kde gabionová konštrukcia zaisťuje stabilitu svahu proti zosúvaniu, určí dokumentácia stavby metodiku, rozsah a kritériá kontrolného sledovania.

6.1.6.1 Drôtené koše

Tabuľka 12 Skúšky typu drôtu a dvojzákrutovej siete

Skúška	Metodika	Kritérium
Ťahová pevnosť drôtu	STN EN 10223-3	min. 350 MPa
Ťažnosť	STN EN 10223-3	min. 8 %
Ťahová pevnosť siete	STN EN 10223-3	Uviesť hodnoty pre jednotlivé priemery a typy siete
Hmotnosť povlaku Zn alebo ZnAl	STN EN 10244-2	Trieda A, v prípade PA6 trieda E

Tabuľka 13 Preukazné skúšky drôtu a zváranej siete

Skúška	Metodika	Kritérium
Ťahová pevnosť drôtu	STN EN 10223-8	min. 400 MPa
Ťažnosť	STN EN 10223-8	min. 8 %
Šmyková pevnosť zvaru	STN EN 10223-8	min. 75 % pevnosti v ťahu drôtu
Hmotnosť povlaku Zn alebo ZnAl	STN EN 10244-2	Trieda A

6.1.6.2 Kamenná výplň

Podľa [Z7] je kameň na gabiony ako stavebný výrobok zaradený do skupiny 0303 s určeným systémom posudzovania parametrov 2+. V tomto systéme vydá výrobca Vyhlásenie o parametroch na základe týchto činností:

- výrobca má zavedený a vykonáva systém riadenia výroby,
- určil typ výrobku na základe skúšok typu na vzorkách výrobku odobratých z výroby,
- autorizovaná osoba (notifikovaná) osoba vydala výrobcovi certifikát zhody systému riadenia výroby na základe počiatočnej inšpekcie výrobne a vykonávania priebežného dohľadu nad systémom riadenia výroby.

Z uvedeného vyplýva, že v jednotlivých etapách zhotoviteľ gabionovej konštrukcie predkladá objednávateľovi nasledovné dokumenty o kvalite kameňa:

- Vyhlásenie o parametroch, ako súčasť dokladov k ponuke na zhotovenie diela.
- Skúšku typu výrobku, na odsúhlasenie objednávateľovi pred zahájením prác.
- Protokoly o vykonaní plánovaných skúšok výrobku, počas realizácie prác v rozsahu a početnosti stanovenom v pláne kvality, ktorý je súčasťou systému riadenia výroby (tieto skúšky vykonáva výrobca kameňa).

Zhotoviteľ priebežne počas výstavby gabionovej konštrukcie kontroluje veľkosť kameňa, množstvo menších úlomkov na výplň medzier a vyklinovanie väčších kameňov. Kontroluje spôsob ukladania kameňa do košov, rovinatosť líca gabionu, napnutie siete a pod.

Najmenšiu početnosť plánovaných skúšok kameňa definuje STN EN 13383-1, tabuľky D1 a D2 a tabuľka 14 týchto TKP. Pri nižšej početnosti plánovaných skúšok, uvedené protokoly predloží zhotoviteľ objednávateľovi minimálne jeden krát za stavbu.

Tabuľka 14 Kontrolné skúšky gabionovej konštrukcie

Skúšky kamennej výplne	1x na 500 m^3 pri objeme prác do 2 000 m^3 1x na 1000 m^3 pri objeme prác nad 2 000 m^3
Ťahová pevnosť siete	1x na 5 000 m^2 siete

Pre budovanie konštrukcií z gabionov nie sú klimatické obmedzenia, ak je vyhovujúca základová škára. Pri kamennej výplni gabionov z vhodného kameňa je možné realizovať práce i v daždi alebo mínusových teplotách. Kamene nesmú byť omrznuté s nánosmi snehu , ľadu, zeminy. Zásypový materiál nesmie byť premrznutý a zhutnenie musí zodpovedať týmto TKP a požiadavkám autorizovaného statika.

6.2 Gabionové obklady

Gabionové obklady sú navrhované ako architektonický prvok bez vedľajšej statickej funkcie. Konštrukcie obkladov sú z pohľadu spolupôsobenia s ostatnými konštrukciami samonosné, pričom ich celá vlastná tiaž sa prenáša do základového pásu, na ktorom sú založené. Stabilita obkladu je pri ich pomerne veľkej štíhlosti zabezpečovaná kotvením do nosnej konštrukcie (napr. železobetónová pilótová stena, železobetónový múr). Hlavnou požiadavkou na základ gabionov je ich povrch bez nerovností. Prípadný odklon od projektovaných výšok a sklonov by negatívne ovplyvnili presnosť gabionového obkladu. Návrh konštrukcie obkladu musí byť podložený autorizovaným statickým výpočtom (zohľadňujúcim zaťaženie vetrom, zaťaženie seizmicitou a pod.)

6.2.1 Materiál

6.2.1.1 Drôtené panely obkladu

Sieť použitá na výrobu drôtených panelov pre budovanie obkladu musí spĺňať charakteristiky uvedené v článkoch 6.1.1.1 a 6.1.1.2 týchto TKP podľa zvoleného typu siete.

6.2.1.2 Spojovací materiál

Spojovací materiál je podrobne špecifikovaný v článku 6.1.3 týchto TKP.

6.2.1.3 Kotviace prvky gabionového obkladu

Nosný kotviaci systém je navrhovaný obvykle z oceľových prvkov (napr. IPE, UPE a pod.). Povrchová ochrana týchto prvkov musí spĺňať požiadavky definované v [T2]. Na kotvenie nosných prvkov alebo samotných gabionových obkladov sa väčšinou používajú kotviace prvky (závitové tyče, podložky, matice, atď.) osadené pomocou chemických zmesí, alebo iných technológií. Vlastnosti kotevných prvkov a ich ochranu určuje PD podľa požadovaných parametrov zvoleného gabionového materiálu a obkladanej konštrukcie.

6.2.1.4 Výplňový kameň

Možnosti použitia pre kameň sú uvedené v článku 6.1.2.2 týchto TKP. Vlastnosti výplňového kameniva sú definované v tabuľke 11. Pre kameň do gabionových obkladov platí poznámka P2, používa sa kameň frakcie vhodnej pre použitie do matracov.

6.2.2 Technologický postup

Gabiony sa realizujú v rozmeroch a kvalite určených PD. Zhotoviteľ musí pred zahájením prác odsúhlasiť s objednávateľom alebo dozorom stavby technologický postup a kamennú výplň na návrhovú životnosť konštrukcie. Stabilita štíhlych gabionových obkladov je prevažne zabezpečená systémom vertikálnych a horizontálnych oceľových prvkov, ktoré sú pomocou kotevných prvkov uchytené do nosnej časti obkladanej konštrukcie.

6.2.2.1 Montáž gabionového obkladu

Pre gabionový obklad sa bežne použité profily rôznych výšok podľa výšky obkladu v danom úseku. Na vertikálnych oceľových prvkoch sú prevažne navarené oceľové príruby s otvormi pre závitové tyče. V prvom kroku je vytýčená poloha kotevných prvkov v zmysle dokumentácie. Po vytýčení sa navŕtajú diery do obkladanej konštrukcie pre budúce umiestnenie kotevných prvkov. Kotevné prvky sa osadia pomocou kotevných zmesí. Na základový pás sa v rade ukladajú gabionové

panely, ktoré budú tvoriť dno gabionového obkladu. O dná gabionového obkladu sa pri ich pokládke upevnia zadné čelá obkladu a priečky obkladu, ktoré sú uchytené o dná predpísaným počtom spojovacieho materiálu. Oceľové profily osadia na kotviace prvky. Pripevnia sa predné čelá obkladu. Pred začatím sypania kameniva do gabionových obkladov bude povrch oceľových prvkov chránený pred mechanickým poškodením povrchovej úpravy obalením do vrstvy geotextílie a pod. Týmto postupom sú budované bunky plnené kameňom.

Požiadavka na monitoring musí byť zakotvená v PD stavby, vrátane návrhu alebo odporúčania metódy sledovania deformácií v súlade s [T10].

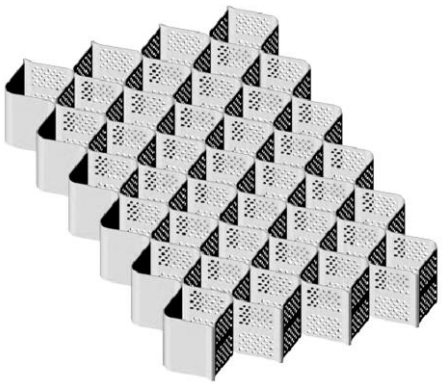
Realizáciu gabionových obkladov môže vykonávať iba zhotoviteľ s potrebnou odbornou spôsobilosťou.

7 Geobunky

Geobunka (GCE) je trojrozmerná geosyntetická konštrukcia vytvorená z navzájom pospájaných pásov z polymérneho materiálu za účelom stabilizácie a vystuženia zemín. Jednotlivé geobunky, navzájom pospájané, vytvárajú pevnú priestorovú štruktúru, ktorá v kombinácii s iným geosyntetikom tvorí geobunkový systém. Geobunková konštrukcia svojím priestorovým tvarom, geometriou buniek a vzájomnou interakciou stien buniek a zeminy umožňuje dokonalé zhutnenie zeminy, čím sa zabezpečí dlhodobé vystuženie vrstvy a zvýši sa jej ohybová tuhosť. Geobunka je priestorový geosyntetický výrobok s drenážnou, výstužnou, ochrannou a protieróznou funkciou v zmysle STN EN 10318.



Obrázok 16 Geobunka, tvar a výška



Obrázok 17 Geobunky

7.1 Materiál pre geobunky

7.1.1 Materiál geobunky

V súčasnosti dodávané geobunky sú vyrábané zo zváraných plátov z polypropylénu, polyetylénu a polymérneho kompozitného materiálu. V cestnom staviteľstve sa používajú najmä geobunky z vysokohustotného polyetylénu a polymérneho kompozitu originálnej kvality. Vlastnosti materiálu geobuniek definuje tabuľka 15. Typické rozmery geobuniek sú popísané v tabuľke 16.

Tabuľka 15 Vlastnosti materiálu geobuniek

Charakteristika	**Hodnota**	**Technická norma**
Materiál geobunky (GCE)	polymérny jednozložkový alebo polymérny kompozitný materiál	x
Kvalita materiálu geobunky	originálny materiál (nie recyklovaný)	x
Perforácia stien geobuniek-štandardne	8 % – 22 %	x
Koeficient účinnosti trenia zemina-stena geobunky	0,95	ASTM D 5321
Pre technicky náročné konštrukcie, konštrukcie s požadovanou dlhodobou životnosťou		
Pevnosť v ťahu (perforovaná stena geobunky, výška steny 100 mm)	≥10 kN/m	STN EN ISO 10319, ASTM D 4595
Pevnosť zváraného spoja geobunky	≥ 110 % pevnosti v ťahu	STN EN ISO 13426-1, STN EN ISO 10321
Dlhodobá plastická deformácia geobunky	≤ 2,0 %	ASTM D 6992
Pre technicky nenáročné konštrukcie, vystuženie podložia, konštrukcie s krátkou dobou životnosti		
Pevnosť v ťahu (perforovaná stena geobunky, výška geobunky 100 mm)	≥1,5 kN/m	STN EN ISO 10319
Pevnosť zváraného spoja geobunky	≥ 140 % pevnosti v ťahu	STN EN ISO 10321
Dlhodobá plastická deformácia geobunky	≥ 2,0 %	ASTM D 6992

7.1.2 Materiál plošných geosyntetík používaných v kombinácii s geobunkami

Pre zabránenie infiltrácie pôvodného podložia do konštrukcie, pre zabránenie migrácie výplne geobuniek do pôvodného podložia počas hutnenia a pre zlepšenie výstužného účinku sa použije geobunka v kombinácii s plošnými geosyntetikami (geotextília, geomreža, geokompozit).

7.1.3 Výplňový materiál

Výhodou geobunky je variabilita použitia výplňového materiálu. Použitie materiálov vyhovujúcich STN 733041, STN EN 13242+A1, STN 736126, STN 73 6133, [T5] a [T11].

7.1.4 Spojovací materiál

Pre dokonalé spojenie buniek susedných sekcií sa používajú oceľové galvanizované 13 mm sponky, ktoré sa aplikujú pomocou pneumatických klieští. V prípade, ak na stavbe nie je k dispozícii zdroj stlačeného vzduchu na spojenie jednotlivých susedných sekcií geobuniek použijú sa plastové spojky. Takéto spojenie sa má realizovať len výnimočne.

7.2 Použitie geobuniek

- pri vystužení podložia vozovky,
- pri vystužení násypového telesa,
- v ochrannej a podkladnej vrstve vozovky,
- na výstavbu oporných konštrukcií,
- na protieróznu ochranu svahov.

7.3 Konštrukčné zásady pri použití geobuniek

Geobunky sa aplikujú na vyrovnaný, upravený a čiastočne zhutnený povrch. Pri podloží s veľmi nízkou únosnosťou sa v spodnej časti konštrukcie použijú geobunky súčasne s vhodným geosyntetikom. Pre zabezpečenie správnej funkcie geobunky v konštrukcii sa musia jednotlivé sekcie geobuniek pevne fixovať k upravenému podkladu tak, aby nedošlo k ich zborteniu počas plnenia materiálom. Pri spájaní buniek susedných sekcií počet sponiek na jeden spoj závisí od výšky geobunky a je určený dodávateľom. Je zakázaný vjazd stavebných mechanizmov a ostatných dopravných zariadení na rozloženú a nevyplnenú geobunku. Použitie konkrétneho typu geobunky vychádza z návrhu konštrukcie a jej statického posúdenia. Do ochrannej vrstvy vozovky sa doporučuje použiť geobunky z polymérneho kompozitného materiálu.

Pri výstavbe oporných konštrukcií je pre správne rozloženie a funkciu geobunky v konštrukcii potrebné zachovať geometriu bunky uvádzanú výrobcom v technickej špecifikácii. V prípade vystužených oporných múrov sa geobunka použije ako lícový prvok múru s možnosťou využitia lokálnej zeminy ako výplňový materiál. Výstužným prvkom múru je jednoosová alebo dvojosová geomreža.

Protieróznu ochranu svahov pomocou geobuniek je potrebné realizovať vždy v kombinácii s netkanou geotextíliou . Na upravený a zarovnaný svah sa k svahu kovovými U profilmi zafixuje geotextília. Na korune svahu sa vytvorí ryha, do ktorej sa kovovými kolíkmi zafixujú krajné geobunky. V prípade vysokých a strmých svahov je možné použiť v kombinácii s kovovými kolíkmi aj závesné polyesterové laná zabezpečujúce dodatočnú fixáciu geobuniek k svahu. K fixácii geobuniek k svahu sa použijú závesné laná aj v prípade, že k fixácii geobuniek k svahu sa nedajú použiť kovové kolíky. Počet a priemer lán je potrebné realizovať podľa konštrukčného návrhu. Výplň geobuniek sa realizuje postupne od koruny svahu (ak je to technicky možné) alebo zospodu od päty svahu pomocou zodpovedajúcej techniky.

7.4 Preukazné skúšky a kontrola geobuniek

Preberanie na stavbe sa uskutoční v nasledovných krokoch:

- vizuálna kontrola dodaných geobuniek,
- kontrola celistvosti dodávky,
- rozmerová kontrola geobuniek,
- porovnanie parametrov s technickou špecifikáciou výrobcu a s objednávkou,
- v prípade pochybnosti o kvalite materiálu, odoslať vzorku (vzorky) geobuniek určenej autorizovanej osobe na otestovanie deklarovaných vlastností materiálu,

- v prípade zistenia nezhody, vrátiť dodané geobunky a požadovať dodanie geobuniek zodpovedajúcej kvality.

Tabuľka 16 Typické rozmery geobunky

Charakteristika	Hodnota	Poznámka
Vzdialenosť spojov	320 mm - 360 mm	podložie, ochranná a podkladová vrstva
Vzdialenosť spojov	420 mm - 460 mm	oporné múry, svahy
Vzdialenosť spojov	640 mm - 720 mm	terminály a pod.
Výška bunky	50 mm - 200 mm	max. 250 mm
Počet buniek v sekcii	10 - 40	
Šírka sekcie	2,5 m - 2,8 m	
Dĺžka sekcie	7,4 m - 24,0 m	
Plocha sekcie	20 m^2 - 60 m^2	

7.5 Skladovanie a manipulácia s geobunkami

Geobunková štruktúra sa dodáva na paletách rôznej hmotnosti. V lete sa môžu skladovať vonku pri teplote okolia, v zime sa odporúča skladovať geobunky v bežnom sklade. Pri skladovaní geobuniek treba dbať, aby sa mechanicky nepoškodili. Pre úsporu miesta pri skladovaní sa môžu palety stohovať. Kvôli bezpečnosti do výšky cca 2,5 m. Pri manipulácii s jednotlivými sekciami geobuniek alebo s paletami geobuniek treba dbať, aby nedošlo k ich mechanickému poškodeniu. Geobunky nie je možné skladovať v blízkosti tepelného zdroja.

7.6 Priestorová bunková štruktúra s výškou 1,0 m

Priestorová bunková štruktúra je špecifický druh bunkovej štruktúry vytvorený priamo na stavbe vertikálnym usporiadaním tuhých jednoosových geomreží. Bunková štruktúra tvorí tuhú roznosnú vrstvu a používa sa výlučne na zvyšovanie únosnosti podložia pod násypmi zvýšením stability násypov a na zníženie celkového a nerovnomerného sadania. Podľa potreby sa môže kombinovať s plošnou geosyntetickou výstužou, ktorá sa ukladá na geobunkovú konštrukciu. V prípade výstavby na menej únosnom podloží s potrebou rýchlej konsolidácie sa geobunková konštrukcia môže kombinovať napr. so zvislými geodrénmi.

7.6.1 Geosyntetický materiál

Na zhotovenie bunkovej štruktúry s výškou 1 000 mm sa môžu použiť pásy tuhej jednoosovej geomreže z vysokohustotného 100 %-ného polyetylénu (HDPE) šírky 1 000 mm. Rozmery a tvar geobunkovej štruktúry a požadovaná ťahová pevnosť geomreže sa stanovujú v statickom posúdení konštrukcie.

7.6.2 Výplňový materiál

Používajú sa hrubozrnné frakcie drveného kameniva v závislosti od statického návrhu.

7.6.3 Technologický postup realizácie

Technologický postup zhotovenia priestorovej bunkovej štruktúry a postup zasypávania buniek stanoví dodávateľ geomreží. Dodávateľ musí uvedený technologický postup, ktorý obsahuje podrobný popis všetkých prác dodať investorovi spolu s dodávkou materiálu. Bunková štruktúra zrealizovaná týmto spôsobom vytvára špeciálnu vystuženú horninovú konštrukciu pre správnu funkciu, ktorej je nutné dodržať frakciu hrubozrnného drveného kameniva, s ktorým sa uvažovalo pri statickom návrhu priestorovej bunkovej konštrukcie. Výplňové kamenivo v bunkách sa nezhutňuje.

7.7 Recyklácia geobuniek

Geobunky sú vyrábané z polymérnych materiálov, ich recyklácia si nevyžaduje žiadne špeciálne postupy a technológie. V prevažnej miere ide väčšinou o polyetylén alebo polypropylén, recyklácia geobuniek a následné spracovanie je rovnaké ako u bežných

plastových výrobkov. Zabudovaním geobuniek do zemných konštrukcií nedochádza k znečisťovaniu životného prostredia.
Technológia vystužovania zemín geobunkovou štruktúrou sa radí k technológiám, ktoré sú priateľské k životnému prostrediu. Využívaním lokálnych alebo recyklovaných výplňových materiálov geobunková technológia šetrí prírodné zdroje, čím prispieva k trvale udržateľnému rozvoju a k ochrane životného prostredia.

7.8 Stanovenie zásad pre technicko-ekonomické vyhodnotenie použitia geobuniek

Technicko-ekonomické vyhodnotenie použitia geobuniek je možné vypracovať pri porovnaní s alternatívnym riešením. Na vyhodnotenie je potrebné zohľadniť nasledujúce parametre:

- účel a funkciu geobunkovej konštrukcie,
- návrhovú životnosť konštrukcie,
- lokalitu (dostupnosť sypaniny),
- rýchlosť výstavby,
- náklady na prepravu zabudovaných materiálov,
- náklady na inštaláciu,
- náklady na údržbu a jej cyklus,
- výšku emisií CO_2.

Na základe vypracovaného výkazu výmer a zohľadnenia hore uvedených vstupov pri daných okrajových podmienkach je možné zhodnotiť ekonomickú efektívnosť navrhnutého riešenia.