

VIŠJA SROKOVNA ŠOLA ACADEMIA,
MARIBOR

DIPLOMSKO DELO

**Izgradnja optičnega omrežja in primerjava med klasično
in Tesmec tehnologijo**

Kandidat: Ivan Stopajnik

Študent študija ob delu

Št. indeksa: 11190060009

Program: Gradbeništvo

Mentor: mag. Aleksander Pirš

Maribor, avgust 2011

IZJAVA O AVTORSTVO DIPLOMSKEGA DELA

Podpisani Ivan Stopajnik z vpisno št. 11190060009 sem avtor diplomskega dela z naslovom **Izgradnja optičnega omrežja in primerjava med klasično in Tesmec tehnologijo.**

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predložena diplomska naloga izključno rezultat mojega dela;
- sem poskrbel, da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženi nalogi, navedena oz. citirana skladno s pravili Višje strokovne šole Academia;
- se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del oz. misli kot moje lastne – kaznivo po Zakonu o avtorski in sorodnih pravicah (v nadaljevanju ZASP), Ur. l. RS, št. 16/2007; prekršek pa podleže tudi ukrepom VSŠ Academia, skladno z njenimi pravili;
- skladno z 32. a čl. ZASP dovoljujem VSŠ Academia dajanje avtorskega dela na voljo javnosti – z objavo diplomske naloge na elektronskem mediju – e-portalu šole.

Ptuj, avgust 2011

Podpis študenta:

Ivan Stopajnik

ZAHVALA

Življenje je polno izzivov in enega sem sprejel ob vpisu na Višjo strokovno šolo ACADEMIA, program GRADBENIŠTVO. Vesel sem, da sem se tako odločil, saj sem pridobil veliko uporabnega znanja. Iskrena hvala vodstvu in predavateljem Academie.

Iskreno se zahvaljujem mentorju mag. Aleksandru Piršu za strokovno pomoč, nasvete in vzpodbude pri nastajanju diplomskega dela.

Posebej se zahvaljujem ženi Simoni za energijo, zaupanje in optimizem. Hvala, da si me razumela in vzpodbujala.

Hvala sinu Žigi in ženi Simoni, ki sta potrpežljivo prenašala moje odsotnosti in živčnost pred vsakim izpitom.

Zahvaljujem se tudi Kseniji Pečnik za lektoriranje

Zahvala gre tudi vsem drugim, ki jih nisem posebej omenil, pa so mi kakor koli pomagali pri nastajanju diplomskega dela, verjeli vame, me spodbujali, mi svetovali, se pogovarjali z mano ali me preprosto poslušali, ko sem to potreboval – HVALA.

POVZETEK

Gradnja optičnega in drugih omrežij ter komunalne infrastrukture je danes vsaj tako pomembna kot gradnja cest.

Diplomsko delo opisuje in obravnava gradbene posege in postopke pri izgradnji optičnega omrežja. Na osnovi projekta Nadgradnja CATV Turnišče - Videm z optičnimi vozlišči so predstavljeni izkopi jarkov, priprava posteljice, polaganje cevi, zasip jarkov in montaža jaškov. Ker so pri projektu nastopile tudi težave, je v delu zajeto reševanje prečkanj komunalnih vodov in cest. V povezavi s prečkanjem teh je podrobneje prikazana metoda podvrtavanja (polaganja cevi brez izkopov).

V raziskovalnem delu diplome sta navedena različna načina izvedbe optične kanalizacije, in sicer izvedba s pomočjo klasične in Tesmec tehnologije, ter ekonomska primerjava.

Ključne besede: nizke gradnje, izkopi, polaganje cevi, tehnologija Grundoram, tehnologija Tesmec.

ABSTRACT

Today, constructing optical and other networks along the urban infrastructure is at least as important as road building.

The diploma work describes and processes the construction procedures and methods in building optical networks. Through the project Upgrade CATV Turnišče - Videm with optical nodes there are ditch excavations, beds preparing, pipe-laying, ditch damming and shaft assembling involved. Since the project raises problems, the diploma work covers the solutions for crossings roads and communal shafts. The method of under drilling (pipe-laying without excavation) is reviewed for this problem.

In the research part of the diploma work different ways of realization are given, these are the execution through the classical method, the Tesmec technology and the economic comparison.

Key words: civil engineering work, excavation, pipe-laying, Grundoram technology, Tesmec technology.

KAZALO VSEBINE

1 UVOD.....	8
1.1 Opredelitev obravnavane teme	8
1.2 Namen, cilji in osnovne trditve diplomskega dela	9
1.3 Predpostavke in omejitve	9
1.4 Predvidene metode raziskovanja	9
2 SPLOŠNA PREDSTAVITEV IZGRADNJE OPTIČNEGA OMREŽJA	10
2.1 Splošna predstavitev omrežja	10
2.2 Struktura obstoječega telekomunikacijskega omrežja.....	10
3 PREDSTAVITEV IZGRADNJE PRI PROJEKTU NADGRADNJA CATV TURNIŠČE - VIDEM Z OPTIČNIMI VOZLIŠČI.....	13
3.1 Opis obstoječega stanja	13
3.2 Projektna rešitev	13
3.3 Optični kabel	14
3.3.1 Razlogi za uporabo optičnega kabla	15
3.3.2 Pomanjkljivosti optičnega kabla.....	17
3.4 Izgradnja KKS-kanalizacije s PVC-cevmi	17
3.4.1 Cevi za zaščito telekomunikacijskih kablov.....	18
3.4.2 Polnostenske PE cevi za zaščito optičnih vodnikov	20
3.4.3 Kabelski jaški	23
3.5 Gradbena dela	25
3.5.1 Trasiranje	25
3.5.2 Zemeljska dela.....	25
3.5.3 Izkop jarka	26
3.5.4 Podloga cevi	27
3.5.5 Polaganje in zasipavanje cevi	27
3.5.6 Spajanje cevi.....	27
3.5.7 Upogibanje cevi.....	28
3.5.8 Uvod v kabelski jašek.....	28
3.6 Tangiranje komunalnih vodov	28
3.6.1 Približevanje in križanje z elektroenergetskimi instalacijami in kabli	28

3.6.1 Približevanje in križanje s plinovodnimi instalacijami.....	29
3.6.2 Približevanje in križanje s kanalizacijskimi in vodovodnimi napravami in instalacijami	30
3.6.3 Približevanje in križanje z napravami in instalacijami TK	31
3.6.4 Približevanje in križanje s cestami	32
3.6.5.1 Podbijanje cest.....	32
3.6.5.2 Izdelava podbitij po tehnologiji Grundoram	33
4 PRIMERJAVA NAČINA IZVEDBE MED KLASIČNO IN TESMEC TEHNOLOGIJO..	37
4.1 Izvedba kabelske kanalizacije s Tesmec tehnologijo	37
Spreminjanje nivelete pri kasnejši rekonstrukciji.....	38
4.2 Izvedba kabelske kanalizacije s klasično metodo.....	39
4.3 Ekonomska primerjava	42
5 ZAKLJUČEK	44
6 LITERATURA IN VIRI.....	45

KAZALO SLIK

Slika 1: Sestava optičnega vlakna	15
Slika 2: Cevi iz PE-HD za zaščito telekomunikacijskih in elektroenergetskih kablov	20
Slika 3: PE-cevi za zaščito optičnih vodnikov	22
Slika 4: Betonski jašek	24
Slika 5: Kabelski jašek	25
Slika 6: Zemeljska dela.....	26
Slika 7: Izdelava podboja s pnevmatsko iglo	34
Slika 9: Prerez kanala po položitvi cevi	38
Slika 10: Trenčar med obratovanjem.....	39

KAZALO TABEL

Tabela 1: Horizontalni in vertikalni odmiki	31
Tabela 2: Primerjava med Tesmec tehnologijo in klasično metodo.....	42

1 UVOD

1.1 *Opredelitev obravnavane teme*

Prihajajoče širokopasovne telekomunikacijske storitve potrebujejo za nadaljnji razvoj ustrezna širokopasovna omrežja. Nobenega dvoma ni, da so optična omrežja prihodnost telekomunikacij v svetu. Podlaga za vse to je v letu 2004 sprejeti Zakon o elektronskih komunikacijah, ki omogoča gradnjo telekomunikacijskih omrežij vsakomur, ki je za to usposobljen, in omogoča veliko konkurenčnost na področju ponujanja teh storitev.

V diplomski nalogi bomo opisali težave, ki nastopijo v fazi izgradnje optičnega omrežja. Kot vemo, je narava samosvoja, zato ni lahko določiti preproste trase še tako enostavnega optičnega sistema. Na poti namreč srečamo razne vode (potoke, melioracijske odvodnike, reke in podobno). Narava pa ni edini povzročitelj preprek. Težave nastopijo tudi zaradi modernizacije tehnologije, olajšanja življenja, večjih potreb in podobno. Pri gradnji sistemov, kot je polaganje cevi, postavljanje jaškov, se zato poleg naravnih preprek srečamo tudi z raznimi križanji z moderno tehnologijo, kot je križanje s komunalnimi vodi, z vodotoki, s cestami in železniškimi tiri. Da se bi izognili križanju s komunalnimi vodi, lahko pri izgradnji omrežja uporabljamo najnovejšo tehnologijo izkopa in polaganja cevi. Tesmec tehnologija – gre za ime italijanskega podjetja, je na osnovi trenčerja dodala vse delovne procese pri izkopu, polaganju in betoniranju prekopa. Tehnologija je posebej prirejena za gradnjo v urbanih mestnih središčih in omogoča minimalne gradbene posege v zemljišče ter ohranja stabilno strukturo ceste ali pločnika.

Trenčer (angl. »rock Trencher«) je stroj, ki se uporablja za neprekinjen izkop kanala v vseh kategorijah podlage in ga lahko primerjamo z bagrom, ki ima montirano rotirajočo odkopno glavo ali površinsko frezo. Primeren je za izkop kanala za polaganje cevi plinovoda, vodovoda ... oziroma za izkope dolgih kanalov enakega karakterističnega preseka in predvsem enake širine dna kanala, ki se pri trenčerju giblje od 10 do 150 cm, globina pa tudi do 5 m in več. Trenčerji kot strojno-tehnološka celota vključujejo samohodno traktorsko platformo na gosenicah in dizelsko-hidravlične motorje z napravami za električno in elektronsko upravljanje ter nadzor nad opremo za rezanje podlage oziroma nad zobničasto verigo ali kolesom. Obstajajo različne oblike konstrukcije trenčerja v smislu njegove teže in

moči motorja, podvozja ter predvsem konstrukcije verige ali kolesa za izkop kanala kot tudi načina odvajanja materiala od stroja.

1.2 Namen, cilji in osnovne trditve diplomskega dela

Zaradi pomanjkanja gradiva na temo tehnologije izvedbe optičnega omrežja pričakujemo, da bomo z diplomsko nalogo pripomogli k lažjemu razumevanju izgradnje optičnega omrežja.

V okviru projekta Nadgradnja CATV Turnišče - Videm z optičnimi vozlišči se bomo osredotočili na tehnologijo gradnje. Skušali bomo najbolj nazorno prikazati reševanje križanja ceste, polaganje cevi, vgradnje jaškov in podobno.

Predstavili bomo tudi tehnologijo izgradnje po Tesmec metodi, ki jo lahko uporabljamo za gradnjo glavnih tras v urbanih naseljih.

Moja predpostavka oziroma trditev je, da je uporaba novih metod in tehnologij polaganja optičnih kablovodov (npr. Tesmec) cenovno in izvedbeno primerljiva s klasičnimi oziroma celo učinkovitejša.

1.3 Predpostavke in omejitve

Omejujemo se na reševanje s pomočjo modernih, še ne tako raziskanih metod v Sloveniji. Gre za tehnologijo izgradnje optičnega omrežja po Tesmec metodi. Primerjali bomo izgradnjo optičnega omrežja po Tesmec tehnologiji in klasični metodi.

1.4 Predvidene metode raziskovanja

Diplomsko delo je praktičnega značaja in delno teoretičnega, zato bomo podatke pridobili s pomočjo lastnih opazovanj in tiskane literature. Posluževali se bomo dostopne literature in spleta. V diplomskem delu so uporabljene naslednje metode raziskovanja:

- metoda deskripcije ali opisovanja,
- metoda kompilacije (pridobivanje spoznanj in stališč različnih avtorjev iz strokovne literature),
- metoda komparacije ali primerjava dejstev.

2 SPLOŠNA PREDSTAVITEV IZGRADNJE OPTIČNEGA OMREŽJA

2.1 *Splošna predstavitev omrežja*

Uporabnikom so za telekomunikacijo danes na voljo bakrena telefonska, koaksialna kabelska omrežja in optična omrežja, ki so bila doslej dostopna le DARS (Družbi za avtoceste Republike Slovenije), Slovenskim železnicam ter nekaterim distributerjem električne energije, ki so imela zgrajena svoja omrežja oziroma optično hrbtnico. Za uporabo najmodernejših telekomunikacijskih rešitev prihodnosti pa sodobna informacijska družba potrebuje bistveno zmogljivejše telekomunikacijsko omrežje, ki bo dostopno širšemu krogu uporabnikov. Le širokopasovna omrežja so tista, ki bodo pospešila razvoj in evolucijo novega rodu omrežij ter pridobivanje novih uporabnikov.

2.2 *Struktura obstoječega telekomunikacijskega omrežja*

- **Bakreno omrežje**

Strukturo telefonskega omrežja v Sloveniji tvorijo pari bakrenih kablov, ki povezujejo uporabnike preko telefonske centrale. Govorna komunikacija temelji na klasičnem dvosmernem prenosu analognega električnega signala (uporabnik ↔ telefonska centrala ↔ uporabnik). Nastala je s pomočjo tehnološke rešitve stare več kot sto let.

- **Koaksialno omrežje**

Koncept kabelskega omrežja je nastal že več kot pred petimi desetletji. Omrežje tvorijo koaksialni kabli (uporabnik ↔ vozlišče kabelskega operaterja), ki omogočajo enosmerno distribucijo analognega signala več televizijskih kanalov, dvosmerni prenos pa ovira omejena pasovna širina samega kanala. To pomeni, da je hitrost prenosa podatkov na kabelskem internetu omejena s številom uporabnikov v omrežju ter z zmogljivostjo kabelskega priključka.

- **Optika**

Optika omogoča resnično hiter in nemoten prenos besednih, zvočnih, filmskih in video zapisov. Podatki preko omrežja steklenih oz. optičnih vlaken zato potujejo z visokimi hitrostmi, z zmogljivimi datotekami, zapisi in uporabniškimi informacijami. Telekomunikacije prihodnosti temeljijo na IP (angl. Internet Protocol).

IP pomeni protokol za internet in njegov osnovni standardni protokol. Preko IP je mogoče sporazumevanje med različnimi tipi računalnikov in opreme, ki jo uporabljamo. Vsak protokol je definiran in ima svojo specifikacijo. Vgrajen je v strojno opremo, operacijski sistem in uporabniške programe. Preko IP potujejo številni paketi uporabniških podatkov, aplikacije in druge storitve (besedilo, zvok, slika, video, film). Za vse potujoče podatke veljajo enaka pravila potovanja, osnovni protokol pa mora poskrbeti, da je prenos podatkov pravilen.

Pravila potovanja uporabniških podatkov, aplikacij in storitev preko interneta določa odprti protokol TCP/IP (angl. Transmission Control Protocol/Internet Protocol). Na njem so podatki, aplikacije in storitve, naloženi v različnih paketih. TCP/IP jih razbije na majhne delce, jih opremi s podatki, kdo in komu jih pošilja, nato jih razpošlje po omrežju po različnih poteh. Vse to nam omogoča medsebojno komunikacijo (elektronsko pošto), prenos datotek (ftp) ali pa prenos drugih storitev. Pomembno je, da poslani paketi uspešno in hitro pridejo do uporabnika.

Že danes taka omrežja omogočajo prenos digitalnih signalov s hitrostjo do 1 Gb/s, v prihodnosti pa bodo te hitrosti do tisočkrat višje. Tako bo na eni lokaciji mogoče hkrati spremljati programe digitalne televizije visoke ločljivosti na več televizijskih sprejemnikih hkrati, opravljati poljubno število telefonskih ali visoko kakovostnih video pogovorov ali pa v določenem trenutku prenašati več obsežnih datotek s svetovnega internetnega omrežja. Optično omrežje bo zaradi svojih kapacitet omogočalo vedno nove vrste zanimivih in uporabnih aplikacij, ki si jih danes ne moremo niti predstavljati.

Optična povezava do doma (angl. FTTH – fiber to the home) je ključna za vzpostavitev razvejane optične mreže, saj so optična vlakna napeljana neposredno od optične centrale do

vsakega uporabnika. Za povezavo do individualnih uporabnikov je treba vzpostaviti ustrezne priključke na interno hišno napeljavo, ki se v stanovanjskih blokih in hišah običajno vzpostavi z eno samo omarico v kletnih ali pritličnih prostorih. Optična povezava do posameznih stanovanj poteka prek horizontalnih ali vertikalnih vodov. Priključitev uporabnika se izvede ob njegovi odločitvi za uporabo storitev omrežja.

V vseh vrstah zvez, razen morda pri ozkopasovnih zvezah na kratke razdalje, je ekonomičnost potencialno na strani optičnih komunikacij. Z množičnim uvajanjem optičnih komunikacij se bo ta prednost povečala. Izredno majhna teža in velikost ter neprevodnost vlakna so lahko velika prednost pri mnogih aplikacijah. V prid razvoja optičnih komunikacij je tudi potencialno pomanjkanje bakra v količinah, potrebnih za množične žične povezave v prihodnosti.(Budin, 1993, 5)

3 PREDSTAVITEV IZGRADNJE PRI PROJEKTU NADGRADNJA CATV TURNIŠČE - VIDEM Z OPTIČNIMI VOZLIŠČI

3.1 Opis obstoječega stanja

Na področju naselja Turnišče in občine Videm (Pobrežje, Videm pri Ptuju, Dravinjski Vrh, Tržec, Jurovci, Lancova vas, Barislovci, Sela, Trnovec, Popovci) je zgrajeno obstoječe KKS-omrežje, ki ga je treba posodobiti, obnoviti in razširiti zaradi zagotovitve obstoječih in uvajanja novih storitev na področju širokopasovnih telekomunikacijskih storitev.

Pričujoča dokumentacija obravnava zasnovo projektne naloge kabelsko-komunikacijskega sistema za povezavo tega področja in omogoča izvedbo kompletnega KKS-sistema v novi tehnologiji z uporabo optičnih kablov.

Obstojеče stanje KKS Turnišče z lastno sprejemno postajo naročnikom trenutno omogoča le sprejem analogne tehnologije. Prav tako ima KKS Videm pri Ptuju lastno sprejemno postajo in naročnikom nudi le analogno televizijo. Za dostop do svetovnega spleta IP TV in IP-telefonije v obeh sistemih je treba v obstoječem omrežju obnoviti kabelske povezave. Kapacitete obstoječih kablov so zaradi starosti in mehanskih poškodb zmanjšane. Porušene karakteristike je mogoče odpraviti le z zamenjavo kablov na nivoju višje tehnologije.

3.2 Projektna rešitev

Dokumentacija obravnava izdelavo infrastrukture KRS Turnišče in KRS Videm pri Ptuju in s tem pretvorbo v kabelsko-komunikacijski sistem – KKS. Odločimo se, da bodo kabli novo zgrajenega sistema optični in jih bomo uvelikli v cevi novo zgrajene kabelske kanalizacije.

V projektu je predvidena izvedba priključka na optično infrastrukturo UPC, ki jo ima v najemu pri Slovenskih železnicah, na železniški postaji v Hajdini. Kabelski jašek cevne kanalizacije z obstoječo optično povezavo se nahaja na levi strani železniške proge Ptuj – Kidričevo na križanju železniške proge s cesto Na postajo. Nova trasa poteka od obstoječega

kabelskega jaška do sprejemne postaje KRS Turnišče, kjer bo optično vozlišče OV01. Do optičnega vozlišča OV01 se izvede enocevna kabelska kanalizacija Ø 110 mm in uvleče optični kabel s kapaciteto najmanj 48 vlaken v skupni dolžini približno 750 m.

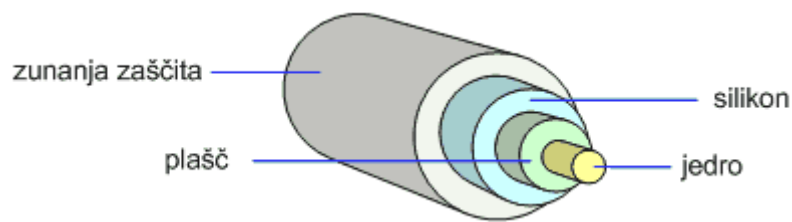
Pri ojačevalnem mestu LO B10, kjer bo tudi lokacija optičnega vozlišča OV02 (KRS Videm), v celotni trasi kabelske kanalizacije od KJ 08 pa do KJ 2 s skupni dolžini 2900 m se položijo alkatni cevi 2×50 mm, razen pri prebojih, kjer se te uvlečejo v zaščitne cevi Ø 110 mm. Za potrebe modernizacije sistema se uvleče optični kabel s kapaciteto najmanj 96 vlaken.

Odcep kabelske kanalizacije za optično vozlišče OV3 se izvede v kabelskem jašku KJ 21, ob ojačevalnem mestu LO 13 je lokacija tudi za optično vozlišče OV3. Na tej trasi od KJ21 do KJ 27 se izvede kabelska kanalizacija z alkatno cevjo 2×50 mm, v katero se uvleče optični kabel z najmanj 48 vlakni v skupni dolžini približno 2550 m. V novi kabelski kanalizaciji so predvideni betonski kabelski jaški premera najmanj 600 mm z litoželeznimi pokrovi v bankinah in na asfaltnih površinah.

3.3 Optični kabel

Načrtovano kabelsko omrežje se projektira za digitalne sisteme srednjih prenosnih hitrosti. Za prenosni medij se izbere optični kabel, in to brez kovinskih elementov, za izločitev vseh možnih zunanjih vplivov.

Kapaciteta kabla je odvisna od trase in mesta uporabe kabla in se spreminja od 4 do 432 vlaken. Ta kapaciteta kabla bo zadoščala za vse potrebe predvidene izgradnje za daljše časovno območje.



Slika 1: Sestava optičnega vlakna

Vir: <http://bigmato.stajerska.com/rom5.html>, 15. 2. 2011

Če natančno pogledamo eno samo optično vlakno, vidimo naslednje dele:

- jedro (ali stržen) je tanko stekleno središče vlakna, po katerem potuje svetloba,
- zunanji optični material, ki obdaja jedro in svetlobo odbija nazaj v njega,
- zunanja plastna zaščita, ki optično vlakno ščiti pred poškodbami in vlago.

Ker vsako stekleno vlakno prenaša signal samo v eno smer, kabel vsebuje vsaj dve vlakni. Eno vlakno se uporablja za sprejem, drugo za oddajo. Ovoj okoli vsake plasti steklenih vlaken je kevlar, ki zagotavlja trdnost. Vlakna so povezana v svežnje, ki jih imenujemo optični kabli in jih uporabljamo za prenos svetlobnih signalov na velike razdalje.

3.3.1 Razlogi za uporabo optičnega kabla

Manj prostora

Kot las tanko optično vlakno lahko prenaša enako količino podatkov kot več sto telefonskih kablov.

Manjša poraba energije

Imajo zelo majhno energijsko izgubo pri prenosu svetlobe, kar je posledica velike čistoče kremenčevega stekla in zato minimalne absorpcije.

Nižja cena

Optični kabel je cenejši od bakrenega. Ceno sistema dvigujeta druga oprema in cena namestitve. Pri daljših razdaljah pride do veljave nižja cena kabla.

Višja nosilna frekvenca

Pri klasičnih kabljih pomeni višja nosilna frekvenca, ki omogoča večjo gostoto sporočil, tudi večje izgube v mediju in hitrejše pojecanje signala.

Manjše slabljenje signalov

Slabljenje svetlobnega signala je neodvisno od gostote prenesenih podatkov.

Svetlobni signali

Steklo je izolator in kabli z optičnimi vlakni brez dodanih kovinskih elementov ne prevajajo električnega toka, zato po njih ne morejo teči tokovi zaradi potencialnih razlik. Prav tako v vodnikih ni indukcije zaradi elektromagnetnega sevanja ali zaradi udara strele.

Digitalni signali

Optična vlakna so idealna za prenos digitalnih signalov med digitalnimi sistemi.

Negorljivost

Ker ni električne napetosti, ni nevarnosti, ki jo lahko povzroči električni signal, npr. iskra v eksplozivnem plinu.

Prilagodljivost

Obstajajo naprave, ki uporabljajo svetlobne signale. Za prenos video signala ni potrebna pretvorba signala v drugo obliko.

Varnost

Optična vlakna so varna pred prisluškovanjem, kajti nemogoče se je priključiti na optično vlakno, ne da bi povzročili opazno spremembo jakosti signala.

Trajnost

Ker v njih ni kovinskih elementov, ne korodirajo.

3.3.2 Pomanjkljivosti optičnega kabla

Višja cena

Računalniki in druga omrežna oprema v obstoječih omrežjih nimajo posebnih vhodov za optične kable. Potrebujejo medijske pretvornike, ki zelo podražijo opremo.

Previdno delo

Steklo in silikon v človeškem telesu ne povzročata zavrnitve. Optično vlakno lahko ob nepazljivem delu pride v krvni obtok in srce.

Svetlobni signali

Človek ne vidi laserske svetlobe. Laserska svetloba lahko trajno uniči vid.

Namestitve

Stroški spajanja optičnih vlaken so višji od namestitve bakrenih.

Varnost

Če namesto električnih obnavljalnikov uporabljamo optične, je mogoče na teh mestih prisluškovati signalom.

3.4 Izgradnja KKS-kanalizacije s PVC-cevmi

Projektirana kabelska kanalizacija bo izgrajena po Navodilih za graditev kabelske kanalizacije s plastičnimi cevmi iz leta 1973 (glej PTT vestnik št. 6/73). Opozoriti je treba na pravilno lepljenje ali tesnjenje cevi na spojih ter izvedbo uvodov cevi v kabelske jaške. Posebno pozornost je treba posvetiti globini in širini jarka. Jarek mora biti tako globok, da najmanjša razdalja od površine zemlje znaša:

- za cevi, položene v pločniku ali zelenici, več kot 50 cm,
- za cevi, postavljene v vozišču, več kot 80 cm.

Širina jarka je odvisna od števila cevi v eni vrsti, razdalj med cevmi, širine prostora, potrebnega za manipulacijo s cevmi, in globine jarka. Pomembna je medsebojna razdalja med telefonsko (ali KKS) kanalizacijo in ostalimi podzemnimi instalacijami. Za realizacijo KKS

se v celoti uporablja novo grajena kabelska kanalizacija v glavni liniji PVC ali stigmafleks 1×1 premera 110 mm – zelene barve. Do posameznih zaključkov čez cesto se prav tako izvede enocevna kabelska kanalizacija premera 110 mm iz posameznega kabelskega jaška na glavni trasi.

Cevi izdelujejo v štirih standardnih barvah:

-  rdeča – energetika
-  zelena – TV-multimedijske linije
-  rumena – telekomunikacije
-  črna

3.4.1 Cevi za zaščito telekomunikacijskih kablov

Cevni sistemi STIGMAFLEX TK nudijo idealno rešitev za hitro rastoče probleme, ki jih predstavlja izredno širjenje potreb po komunikacijskih povezavah in elektroenergetskih vodih. Izkušnje zadnjih let kažejo, da bodo sedanja komunikacijska omrežja že v nekaj letih zastarela in da bodo zmogljivosti komunikacijskih vodov, položenih ob cestnih povezavah, v obdobju tridesetih let, kar predstavlja eksploatacijsko dobo cestišča, kar nekajkrat presežene. Ker je cena zaščitnih cevi majhna v primerjavi s celotnimi stroški polaganja kablov in ker je tudi dobro znano, kaj pomenijo izkop jarkov in ostala gradbena dela, predvsem v gosteje naseljenih območjih, je smiselno razmišljati o polaganju dodatnih praznih zaščitnih cevi že ob izgradnji cest ali začetnem izkopu. STIGMAFLEX TK cevi omogočajo kasnejšo enostavno in hitro vpeljavo kablov. Zaradi velike obodne togosti se le malo deformirajo, cevi pa lahko polagamo posamezno ali v serijah tudi v več plasteh. Cevi STIGMAFLEX TK-K in STIGMAFLEX EL-K (s premeri od 40 mm do 200 mm) dobavljamo navite v kolute (standardne dolžine 50 m), kar pomeni dodatno prednost, saj je poenostavljeno spreminjanje smeri in izogibanje objektom, ki se pojavljajo na trasi cevovoda. Tako je omogočena cenejša in pospešena vgradnja cevi ter enostavnejše spajanje cevi.

STIGMAFLEX cevi uporabljamo pri gradnji cest, tunelov, železniških prog in drugih prometnih, stanovanjskih ali industrijskih objektov. Nudijo odlično zaščito pred mehanskimi in drugimi škodljivimi vplivi okolja in so primerne za najrazličnejše vrste kablov, kot so:

- telefonski kabli,

- kabli za televizijsko kabelsko omrežje,
- optični kabli,
- visoko in nizkonapetostni elektroenergetski kabli,
- kabli za cestno, železniško in drugo prometno signalizacijo.

Lastnosti cevi STIGMAFLEX TK

Cevni sistemi STIGMAFLEX TK imajo vrsto dobrih lastnosti, med katerimi velja omeniti:

- izredno nizko maso, ki omogoča lažji transport in enostavnejšo vgradnjo,
- odlične fizikalne lastnosti, kot so velika obodna togost in odpornost na udarce, kar zagotavlja povečano varnost, trajnost in manjše stroške vzdrževanja,
- gladko notranjo površino, ki omogoča enostavno vpeljavo kablov,
- izredno korozijsko odpornost,
- veliko izolacijsko sposobnost in visokonapetostno prebojno trdnost,
- hitro in enostavno montažo cevnih sistemov,
- cevi STIGMAFLEX TK-K, navite v kolute po 50 m, ki omogočajo še manjše stroške spajanja, kontinuirano polaganje in zaradi gibkosti boljše prilagajanje zahtevam polaganja,
- možnost vgradnje tudi v izredno zahtevnih temperaturnih razmerah (od -40°C do 80°C)
- prijaznost okolju, saj cevi omogočajo več kot 30 % prihranek materiala in energije v primerjavi s konvencionalnimi polnostenskimi cevmi, hkrati pa dovoljujejo zelo enostavne postopke reciklaže.



Slika 2: Cevi iz PE-HD za zaščito telekomunikacijskih in elektroenergetskih kablov

Vir: <http://www.stigma-cs.si/?program&optika&num=1&opt=1>, 17. 2. 2011

3.4.2 Polnostenske PE-cevi za zaščito optičnih vodnikov

Polnostenske PE cevi malega premera uporabljamo za uvlačenje v cevi obstoječe ali nove kabelske kanalizacije oziroma za polaganje neposredno v zemljo. Namenjene so predvsem za vstavljanje telekomunikacijskih kablov z optičnimi vlakni, za koaksialne in optične kable RTV-kabelskega razdelilnega sistema (KRS) in drugih funkcionalnih omrežij. Uporabljamo jih tudi za uvlačenje klasičnih telekomunikacijskih kablov manjših dimenzij.

Zaradi širjenja potreb predvsem na področju telekomunikacij in kabelske televizije je treba najti rešitev za smotrno zamenjavo obstoječih zastarelih vodnikov z novejšimi. Praksa zadnjih let je pokazala, da se je zmogljivost prenosa podatkov povečevala hitreje, kot je bilo predvideno. Zaradi tega je prišlo do velikih investicijskih stroškov za zamenjavo obstoječih vodov z novimi zmogljivejšimi vodniki.

Ker je cena polaganja zaščitnih cevi majhna v primerjavi z nastalimi stroški polaganja novih vodnikov in ker je znano, da so vodniki položeni v urbanih naseljih ter ob glavnih prometnicah, je odkop, zamenjava starih vodnikov ter polaganje novih veliko finančno breme. V tej fazi je smiselno razmišljati o polaganju dodatnih praznih zaščitnih cevi že pred gradnjo

cestišč ter večjih urbanih naselij. PE-zaščita omogoča kasnejšo enostavno in hitro vpeljavo vodnikov, zaradi debele stene pa se ne deformirajo.

Notranja površina polnostenskih PE-cevi je gladka ali po celotni dolžini fino ožlebljena. S tem dosežemo lažje drsenje vodnika v cevi, saj se vodnik v cevi ne ovija.

Polnostenske PE-cevi uporabljamo pri gradnji stanovanjskih naselij ali industrijskih objektov, cest in drugih prometnih poti. Nudijo odlično zaščito pred mehanskimi in drugimi škodljivimi vplivi okolja in so primerne za najrazličnejše vrste kablov, kot so:

- telefonski kabli,
- kabli za televizijsko kabelsko omrežje,
- optični kabli.

Lastnosti Stigma PE-cevi

Uvlačenje vodnikov v polnostenske PE-cevi ima vrsto prednosti pred klasičnim polaganjem kablov, med katerimi so:

- omogočajo fleksibilno zasnovo telekomunikacijskega omrežja z optičnimi kabli in večjo obratovalno zanesljivost,
- odlične fizikalne lastnosti, kot so velika obodna togost in odpornost na udarce, ki ugotavljajo večjo varnost, trajnost in manjše stroške,
- fino ožlebljena notranja stena, ki omogoča lažje drsenje ter prepreči uvijanje vodnika v cevi,
- olajšan transport in skladiščenje, cevi so navite v kolutih notranjega premera 1250 mm, ki omogoča manjše stroške spajanja ter zaradi gibkosti boljše prilagajanje zahtevam polaganja,
- za transport in kontinuirano polaganje cevi v zemljo lahko uporabljamo standardne kabelske prikolice,
- izredna korozijska odpornost.

Spajanje cevi in spojni kosi

Cevi in spojni kosi se spajajo hitro in enostavno z vstavljanjem cevi v spojne kose. Tehnologija spajanja omogoča minimalno porabo časa in vloženega truda ter zagotavlja, da spoji cevi in spojnih kosov ne dopuščajo vdorov delov zemljine. Spoji cevi s spojnimi kosi zagotavljajo tudi zahtevano nepropustnost za vodo.

Pred spajanjem cevi in spojnih kosov morajo biti stične površine cevi čiste in nepoškodovane.

Zaradi spajanja s spojnimi kosi je zelo malo odpadkov cevi, saj so praktično vse dolžine uporabne.



Slika 3: PE-cevi za zaščito optičnih vodnikov

Vir: <http://www.stigma-cs.si/?program&optika&num=1&opt=1>, 17. 2. 2011

Vgradnja cevi

Vgradnjo cevi morajo izvesti usposobljeni delavci pod strokovnim nadzorom. Pri sami vgradnji cevi je treba upoštevati splošne smernice za polaganje cevovodov, ki so položeni v zemljo in so okvirno definirane v standardu SIST EN 1610 in tudi v standardu DIN 4033.

S pravilno pripravo posteljice (debeline 15 cm) s peskom ali drugo zemljino, ki jo je možno

utrjevati in ki ne vsebuje kamenja (zrna do največ 20 mm), dobrim in postopnim utrjevanjem zasipa (stopnja zbitosti po Proctorju $D_{pr} \geq 95 \%$) ob cevi ter 30 cm nad temenom cevi je doseženo, da se cevi, ki so z zemljino prekrите od 0,8 m do 8 m in tudi pod najtežjo prometno obremenitvijo SLW 60 (glede na DIN 1072), ne deformirajo nad dopustno mejo 6 %. V primeru da je prekritje cevi manjše od 0,8 m, je treba poskrbeti za porazdelitev obremenitev (npr. obbetoniranje).

Pri večplastnem polaganju v cevni jarek je priporočljivo, da se cevi fiksirajo z distančniki, zagotovljeno pa mora biti, da je vsaka plast cevi posebej zasipana in utrjena, preden se nanjo položi naslednjo plast.

3.4.3 Kabelski jaški

Jaški se izvedejo na vsakem križanju optične kanalizacije. Maksimalna razdalja med jaški je 150 m. Jašek iz BC Ø 80 cm in globine 100 cm se izvede na stičišču 3 linij – jašek tip 1. Jašek tipa 2 je izdelan iz BC Ø 100 cm globine 150 cm in je primeren za izvedbo spojke ter se izvede na stičišču 4 linij in na začetku ter koncu linije v posamezni ulici. Jašek tipa 3 je AB-izvedbe, notranje dimenzije jaška so 120 cm x 120 cm in globine 150 cm. Jašek se izvede na stičišču več kot 4 linij in na klasični kanalizaciji. Jašek tipa 4 se izvede kot prehodni jašek pri priključkih objektov. Izdelan je iz BC Ø 60 cm ali betonskih 50/50 cm globine 50 cm.

Za potrebne odcepe in prehode se uporabijo na projektirani kabelski kanalizaciji betonske prehodne cevi premera 600 mm z betoniranim dnom in litoželeznim pokrovom nazivne obremenitve 25 t.



Slika 4: Betonski jašek

Vir: Lasten

Za izgradnji optičnega sistema se uporabljajo tudi polietilenski kabelski jašek.

Njegove prednosti so:

- velika natezna trdota,
- zaradi majhne teže jašek enostavno transportiramo in vgradimo,
- enostavno dodajanje (vgradnja) novih cevi,
- možnost vgradnje,
- pritrditve plastičnega podstavka PP dveh velikosti, na katerega se montirajo velike omarice,
- pokrov je plastičen, v katerega se nalije beton,
- možnost montaže litoželeznih pokrovov,
- na vratu jaška so zareze, tako da ga lahko glede na potrebe terena tudi odrežemo po višini,
- spodnji razširjeni rob onemogoča dvig jaška iz zemlje zaradi podtalnice,
- na vsakem mestu jaška je možno izvrtati izvrtino v plastično steno in namestiti gumi tesnilni obroč za cevi,
- $\Phi 50$, $\Phi 100$, $\Phi 125$ in večje.



Slika 5: Kabelski jašek

Vir: <http://www.roto.si/si/roto-products/roto-jaski/kabelski/pkj/344>, 17. 2. 2011

3.5 Gradbena dela

3.5.1 Trasiranje

Trasiranje se izvede na osnovi količbene situacije, ki je sestavni del urbanistične dokumentacije. Podzemne cevovode, kable in naprave je treba pred pričetkom del zakoličiti. Zakoličbo praviloma izvrši lastnik, upravljavec ali pooblaščen institucija. V ožjem območju je potrebna večja pazljivost pri izvajanju del, pri kritičnih točkah je potrebna prisotnost nadzornega organa lastnika vode. Drugače je treba upoštevati pogoje soglasij upravnega organa in lastnikov ali upravljavcev instalacij. Pri trasiranju oziroma zakoličbi mora biti prisoten izvajalec del.

3.5.2 Zemeljska dela

Na podlagi zakoličbe se izvede izkop kabelskih jarkov. Izkop izvajamo strojno in ročno. Način na posameznem delu trase določajo terenske možnosti in eventualne že položene infrastrukture instalacije. Globina jarka mora biti med 0,8 m in 1,2 m. Pri izvajanju zemeljskih del je obvezno upoštevati pogoje, ki jih predpisujeta lokacijska dokumentacija in

gradbeno dovoljenje. Med izvajanjem zemeljskih del je treba izvajati zaščitne ukrepe za delavce, ki delajo na gradbišču, kakor tudi pravilno in varno zavarovati gradbišče. Pri količenju nove trase in gradbenih zemeljskih delih je treba upoštevati odmike od obstoječih podzemnih instalacij in objektov, ki so določeni v projektnih pogojih in soglasjih z upravljavci posameznih instalacij ali objektov.



Slika 6: Zemeljska dela

Vir: Lasten

3.5.3 Izkop jarka

Dimenzije jarka so odvisne od mesta vgraditve, števila in načina vgraditve cevi. Globina jarka od zgornjega sloja cevi do zemlje v pločniku je najmanj 50 cm, v cestišču pa najmanj 80 cm. V primerih da so razdalje med gornjo cevjo in površino terena manjše od predpisanih, je treba cevi obbetonirati, če pa je ta razdalja manjša od 30 cm, se gornji sloj naredi iz armiranega betona ter se uporabijo cevi z večjo debelino stene. Pri prehodih preko cest je treba zgornji del jarka zabetonirati z betonom MB 10 v višini 30 cm oz. pri prehodu ceste 1. reda v celoti nad peskom. Širina jarka je odvisna od števila cevi v jarku, razmika med cevmi in širine prostora ob strani za manipulacijo s cevmi. Predvidimo razmik med cevni 3 cm in prostor z obeh strani cevi 10 cm.

3.5.4 Podloga cevi

Na dno izkopanega jarka položimo 10 cm peska granulacije 0,3 –0,7 mm, ki ga izravnamo in nabijemo.

V primerih, kjer obstaja nevarnost, da bo pesek izprala talna voda, za podlogo izberemo mešanico cementa in peska v razmerju 1:20, prav tako je treba s tako mešanico obbetonirati cevi. Če delamo podlogo v zemljišču z majhno nosilnostjo, je treba podlogo armirati v višini 10 cm.

3.5.5 Polaganje in zasipavanje cevi

Cevi se pred polaganjem pregledajo, da niso poškodovane. Na poravnano in nabito plast peska položimo cevi s predpisanim razmikom, ki ga dosežemo s pomočjo distančnikov – glavnikov, ki jih postavljamo v razmiku 1,5 m na mestih, kjer cevi zasipamo s peskom in do 3 m, kjer cevi obbetoniramo.

Po položitvi prvega sloja cevi zasujemo s peskom granulacije 0,3–0,7 mm, ki ga nabijemo z lesenim nabijačem. Sledi polaganje naslednjih slojev cevi po istem postopku. Nad zadnjim slojem cevi nasujemo še 10 cm peska, nato pa vse zasujemo z izkopanim materialom v slojih po 20 cm z nabijanjem 30 cm nad gornjim slojem cevi položimo opozorilni trak, za večje kapacitete položimo dva trakova.

3.5.6 Spajanje cevi

Spajanje plastičnih cevi izvedemo s plastičnimi spojkami ali razširitvijo cevi. Spoj mora biti vodotesen.

3.5.7 Upogibanje cevi

Če je treba cevi močnejše upogniti, se uporabijo ustrezni PVC-loki oziroma tovarniško ukrivljene cevi. PVC-cevi se morajo upogibati enakomerno, da ne bi prišlo do nedovoljenih obremenitev v materialu.

Dovoljeni polmer ovinka upognjene cevi je odvisen od velikosti cevi, zunanje temperature in postopka upogibanja. Pri temperaturi, večji od + 5 °C, se lahko cevi Ø 110 mm in s stenami, debelimi 3,2 mm, upogibajo s polmerom ovinka $r \geq 5$ m, cevi Ø 50 mm in s stenami, debelimi 1,8 mm, pa s polmerom $r \geq 2,3$ m

3.5.8 Uvod v kabelski jašek

Uvod cevi v kabelski jašek izvedemo z ustreznimi plastičnimi uvodnicami. Zagotovljena mora biti vodotesnost med uvodnico in cevjo. Teme cevi mora biti vsaj 50 cm pod stropom kabelskega jaška.

3.6 Tangiranje komunalnih vodov

3.6.1 Približevanje in križanje z elektroenergetskimi instalacijami in kablji

Izvajalec se mora pred pričetkom del seznaniti z natančno lokacijo obstoječih elektroenergetskih vodov, investitor pa pred pričetkom zemeljskih del naročiti zakoličbo vseh kablovodov pri pooblaščenem predstavniku Elektra in ob tem doseči dogovor o morebitnem skupnem nastopu pri polaganju komunalnih vodov. Na mestu približevanja ali križanja optične kabelske kanalizacije z elektroenergetskimi vodi je treba upoštevati:

- Pravilnik o tehničnih normativih za gradnjo nadzemnih elektroenergetskih vodov z nazivno napetostjo od 1 kV do 400 kV (Ur. List SFRJ, št. 65/88),
- Pravilnik o tehničnih normativih za gradnjo nadzemnih elektroenergetskih vodov (Ur. List SFRJ, št. 51/73) za nizkonapetostna omrežja,
- Tipizacijo elektroenergetskih kablov za napetost 1, 10 in 20 kV (Tipizacija DES, januar 1981).

Upoštevanje zgoraj navedenih pravilnikov in tipizacije pomeni:

- minimalni vodoravni razmik pri vzporednem polaganju telekomunikacijskega kabla poleg elektroenergetskega kabla mora biti najmanj 1 m,
- ozemljilo mora biti od telekomunikacijskega kabla oddaljeno najmanj 2 m,
- navpični svetli razmik pri križanju med elektroenergetskim kablom in telekomunikacijskim kablom mora biti najmanj 0,5 m,
- v primeru da ne bo mogoče doseči minimalnih razmikov pri križanju telekomunikacijskega kabla z elektroenergetskim kablom, bo treba elektroenergetske kable zaščititi s cevjo, ki mora segati vsaj 3 m na vsako stran križanja,
- pri izkopu jarka za elektrokomunikacijski kabel, globljega od paralelnega položenega elektroenergetskega kabla, je treba na predpisan način zavarovati posedanje zemlje pod elektroenergetskimi kablom,
- oddaljenost od roba izkopenega jarka telekomunikacijskega kabla do oporišča mora biti zunaj naselja večja od 5 m, v naseljenem kraju večja od 1,5 m, če ni ogrožena statika oporišča. Za preveritev statike takega oporišča mora investitor pridobiti ustrezen elaborat,
- pri nasutju depresij pod nadzemnimi vodi visoke napetosti je treba upoštevati najmanjšo varnostno višino najnižjega vodnika nad tlemi, ki mora biti za srednjo napetost večja kot 7 m in za nizko napetost večja kot 6 m,
- pri lesenih oporiščih, ki se vpeta v drogovnike ali betonske klešče, mora ostati vznožje lesenega droga po ureditvi okolja oddaljena najmanj 20 cm od tal.

Vse izkope v bližini kablovodov je treba izvršiti ročno, odkopane pa zavarovati z opaži ter jih mehansko dodatno zaščititi in obbetonirati.

3.6.1 Približevanje in križanje s plinovodnimi instalacijami

Na mestu približevanja ali križanja optične kableske kanalizacije s plinovodi je treba upoštevati:

- Pravilnik o tehničnih pogojih za graditev, obratovanje in vzdrževanje plinovodov z največjim delovnim tlakom 16 bar (Ur. List RS, št. 26/02, 54/02),

- sistemska obratovalna navodila za prenos zemeljskega plina (Ur. List RS, št. 89/05).

Pred izvedbo se na križanju in vzporednem poteku z lokatorjem preveri položaj in globino prenosnega plinovoda, pri čemer zakoličje plinovoda izvede pooblaščen predstavnik. V primeru poteka kabelske kanalizacije nad plinovodom se med revizijskimi jaški predvidijo plinotesna izvedba kanalizacije (npr. obbetoniranje plastične cevi s tesnili) in perforirani pokrovi. V primeru poteka pod plinovodom mora biti obdelana zaščita plinovoda (posedanje materiala, zaščita izolacije plinovoda s povitjem, opiranje sten jarka). Pri vzdrževanju kanalizacije se mora upoštevati požarnovarnostne ukrepe.

Morebitni ozemljitveni sistem mora biti od plinovoda odmaknjen najmanj 3 m. Zemeljska dela v 2 x 2 m pasu plinovoda se izvajajo ročno pod nadzorom pooblaščenega predstavnika ter ob upoštevanju njegovih navodil. V tem pasu niso dovoljene deponije gradbenega ali drugega materiala, niti postavljanje začasnih objektov. Začetek del v tem pasu je treba najaviti službi gradnje najmanj pet dni prej.

Morebitno utrjevanje nasipanega materiala nad plinovodom (3 m na vsako stran) je dovoljeno le statično brez vibracij.

Zasipavanje morebiti odkopanega plinovoda se sme vršiti po tem, ko pooblaščenec pisno potrdi, da je izolacija nepoškodovana oz. da je morebitna poškodba sanirana, če se z meritvijo ugotovi, da je pri delu poškodovana. Zasipni material ne sme vsebovati agresivnih sestavin. Pri križanjih je minimalna razdalja med plinovodom in KKS kablom 0,5 m.

3.6.2 Približevanje in križanje s kanalizacijskimi in vodovodnimi napravami in instalacijami

Upoštevati je treba minimalne odmike komunalnih naprav od javnih cevovodov vodovoda in kanalizacije. Obvezno je upoštevanje katastra z zakoličbo vseh obstoječih vodovodnih in kanalizacijskih objektov in naprav na kraju samem pred in v času gradnje ter zagotovitev sodelovanja strokovnih služb. Pred izgradnjo je treba trasno in višinsko označiti obstoječe vode in dela izvajati pod nadzorom in skladno z navodili upravljavcev vodov. Vertikalni in

horizontalni odmiki so opisani v tabeli 1. Obvezno je upoštevanje določil Pravilnika o oskrbi s pitno vodo (MUV, št.1/01, 27/01).

3.6.3 Približevanje in križanje z napravami in instalacijami TK

Križanje in vzporedni potek CATV kableske kanalizacije morata biti izvedena z vertikalnim in horizontalnim odmikom 0,4 m, kot križanja pa ne sme biti manjši od 45 stopinj.

Gradbena dela v bližini telefonskega podzemnega omrežja je treba obvezno izvajati z ročnim izkopom pod nadzorom strokovnih služb Telekom Slovenije, d. d., ki bodo za vsak konkreten primer določile še dodatne potrebne ukrepe za zaščito TK-omrežja. Nasip ali odvzem materiala nad traso TK kabla ni dovoljen.

ZAP. ŠT.	VRSTA OBJEKTA	HORIZONTALNI ODMIK	VERTIKALNI ODMIK
1.	Vodovodna cev	min. 100 cm	min. 90 cm
2.	Kanalizacijska cev	min. 100 cm	min. 90 cm
3.	Temelj zgradbe v naselju	min. 50 cm	/
4.	NN kabel (1 kV)	min. 60 cm	min. 50 cm
5.	VN kabel (5 kV)	min. 50 cm	min. 50 cm
6.	VN kabel (20 kV)	min. 100 cm	min. 50 cm
7.	Plinovod 100 kPa	min. 40 cm	min 90 cm
8.	Plinovod nad 1600 kPa	min. 150 cm	min. 150 cm
9.	Telekomunikacijski zemeljski kabel	min. 40 cm	min. 40 cm
10.	Telekomunikacijska kableska kanalizacija	min. 40 cm	min. 40 cm
11	Kabelski jaški, drogovi in cevi	100 cm	0,3 cm
12	Čisti objekti in oporni zidovi	300 cm	/

Tabela 1: Horizontalni in vertikalni odmiki

Vir: Lasten

Če ni mogoče doseči predpisanih oddaljenosti, so te lahko tudi manjše od navedenih, vendar v soglasju z upravljavcem posamezne komunalne naprave ter ob uporabi dodatnih zaščitnih ukrepov, dogovorjenih z upravljavcem.

3.6.4 Približevanje in križanje s cestami

Razvoj v gradbeništvu je pripomogel, da že dolgo poznamo asfaltne površine, kar je pripomoglo k modernizaciji prometa, urejenosti okolja in prostora. Ker pa razvoj zahteva vedno nove okoliščine in ustvarja potrebe po zamenjavi dotrajane stare infrastrukture oziroma novogradnje, se kmalu porajajo novi občutki in težave. Pri izvedbah prekopov asfaltnih površin je asfalt praktično nemogoče povrniti v prvotno stanje. Če nam povsem uspe narediti enako trdnost prekopa kot obstoječega cestišča, se sčasoma kljub temu pozna vdolbina ali izboklina na mestu prečkanja. Na naših cestah imamo zato prenekatero udarno jamo ter estetsko motečo zadevo. Na mestu približevanja ali križanja optične kabelske kanalizacije s cestami je treba upoštevati:

- Zakon o javnih cestah,
- Zakon o varnosti cestnega prometa,
- Pravilnik o prometni signalizaciji in prometni opremi na javnih cestah,
- Pravilnik o projektiranju cest.

3.6.5.1 Podbijanje cest

Da bi se izognili vsemu temu, smo se strokovno in tehnološko lotili te zadeve na področju podbijanja asfaltnih cest. Rezultati so očitni in danes razpolagamo s tehnologijo, ki nam omogoča izdelavo vrtin od premera 40 mm do premera 2000 mm. Dolžine, ki jih lahko premagujemo, so do 100 m. Sedaj raziskujemo tržišče zaradi tehnologije vodenega vrtanja, ki nam omogoča izdelavo vrtin dolžine do 500 m, vodeno z največjim premerom premera 400 mm.

Trenutno na domačem tržišču posedujemo tri tehnološke postopke podvrtavanja:

- Izdelava podbitij asfaltnih cest po tehnologiji Grundomat z uvlačenjem zaščitne PVC-cevi v vrtino. Ta tehnologija nam omogoča preboje od premera 40 mm do premera 160 mm.

- Izdelava podbitij asfaltnih cest po tehnologiji Grundoram s potiskanjem zaščitne kovinske cevi pod cesto. Ta tehnologija omogoča izdelavo podbitij od premera 125 mm do premera 2000 mm.
- Izdelava vrtine s spiralnim svedrom. To tehnologijo opuščamo zaradi slabe kakovosti (večja vrtina od vstavljenе cevi) in slabe točnosti izvedbe.

3.6.5.2 Izdelava podbitij po tehnologiji Grundoram

Hiter razvoj nizkogradenj ter vse večje zahteve za modernizacijo prometnih površin in urejenost okolja so povzročili nastanek novih okoliščin in težav pri zamenjavi dotrajane komunalne infrastrukture. Med novogradnjo, rekonstrukcijo ali sanacijo cevovodov se večinoma srečamo s težavnimi prečkanji obstoječih cest, vodotokov, železnic itd. Po izvedbi prekopov asfaltnih površin pa je asfalt praktično nemogoče povrniti v prvotno stanje. Čeprav nam povsem uspe doseči zbitost prekopa, primerljivo z obstoječim cestiščem, se kljub temu sčasoma pozna vdolbina ali izboklina na mestu prečkanja. Zato imamo na naših cestah prenekatero udarno jamo in estetsko motečo rano. V izogib tovrstnim težavam smo se strokovno in tehnološko lotili te problematike na področju podvrtanja asfaltnih cest. Rezultati so očitni in danes razpolagamo s tehnologijo, ki nam omogoča izdelavo vrtin od premera 40 mm do premera 2000 mm. Ta tehnologija nam omogoča prečkanje asfaltnih cest, železnic, potokov itd.

Izdelava preboja s pnevmatsko iglo

Metoda zagotovo predstavlja najenostavnejšo in hitro izvedbo podvrtanj. Namenjena je prečkanju cest, železnic in ostale infrastrukture. Primerna je za telekomunikacije, vodovode, plinovode, elektrifikacije in kanalizacije manjših premerov.

Premeri:

Tehnologija je primerna za izdelavo podvrtanj s cevmi od premera 32 mm do 160 mm

Dolžine vrtin:

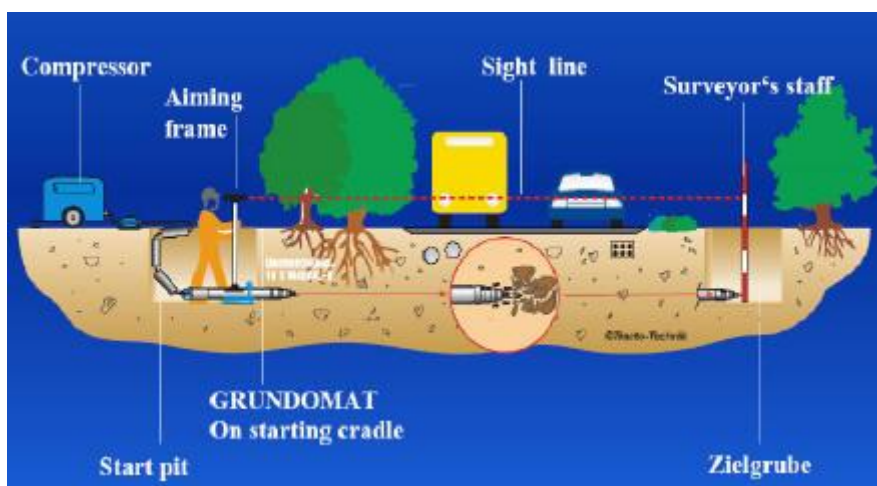
Dolžine podvrtanj so mogoče do 25 m v odvisnosti od zemljine. Vrtanje je mogoče v materialih II. Do IV. Kat.

Prednosti:

- hitra in učinkovita izvedba,
- sorazmerno majhna gradbena jama,
- zadovoljivo točni rezultati preboja,
- ekološko nesporna tehnologija – pogonski medij je zrak,
- izvedba na dokaj težavnih terenih.

Slabosti:

Na zelo težavnih terenih mora biti zagotovljen varnostni faktor globine izvedbe preboja. Ta npr. pod cesto znaša min. 10-kratnik premera podboja. V nasprotnem primeru lahko pride do deformacije asfalta.



Slika 7: Izdelava podboja s pnevmatsko iglo

Vir: <http://www.vilkograd.com/>, 21. 2. 2011

Izdelava preboja s kovinsko cevjo

Tehnologija je primerna za izvedbo prečkanj pri izgradnji plinovodov, vodovodov, kanalizacij, telekomunikacij ...

Premeri

Možnost izvedbe podvrtanja od premera 114 mm do 2000 mm.

Dolžine

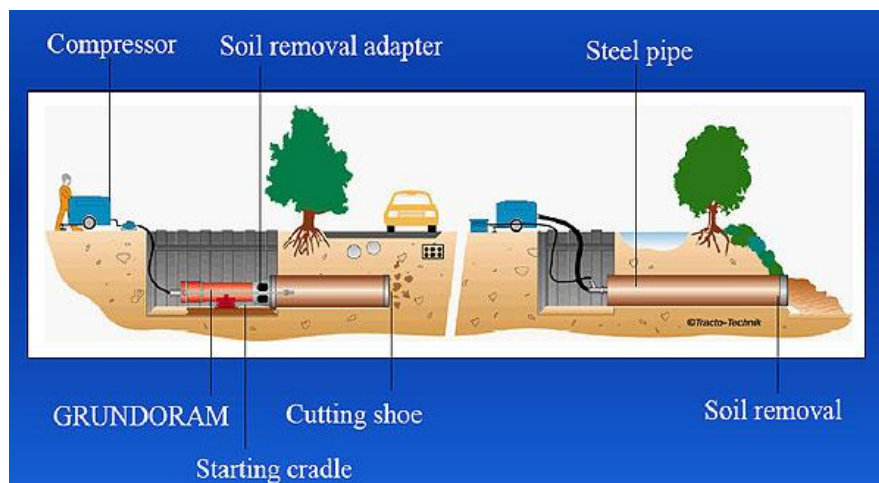
Tehnologija omogoča izvedbo vrtin dolžine do 50 m.

Prednosti:

- Za izdelavo podvrtanja potrebujemo sorazmerno majhno gradbeno jamo.
- S tehnologijo ne razrivamo ali odvezujemo materiala izpod cestišča, zato so posedki ali raztezki nemogoči. Material, ki teoretično zaseda bodočo izvrtino, se nalaga v cevi, zato velja, da cev vsadimo pod cesto.
- Dolžine prebojev so relativno visoke, tudi do 50 m, v odvisnosti od terena in težavnosti zemljine.
- Preboje je možno izvesti v zelo težavnih okoliščinah, kjer je izvedba gradbene jame zelo težka ali sploh ni mogoča.
- Izvedba preboja na vseh terenih II., III., IV. Kategorije (zemlja, prod in kamenje manjših frakcij, mulj, gramoz, ilovica ...).
- Zadovoljivi rezultati natančnosti izvedbe.
- Ekološko nesporna tehnologija (pogonski medij je zrak).
- Zaradi neodvzemanja in nerazrivanja materiala pod cestiščem je možna izvedba preboja na minimalni globini.
- Možnost izvedbe več vrtin vzporedno brez medsebojnega horizontalnega ali vertikalnega odmika.

Slabosti

- Izvedba preboja ni mogoča brez zaščitne kovinske cevi.
- V nekaterih primerih ni mogoče doseči zahtevane natančnosti nivelete preboja.



Slika 8: Izdelava podvrtanja s kovinsko zaščitno cevjo

Vir: <http://www.vilkograd.com/>, 1. 3. 2011

4 PRIMERJAVA NAČINA IZVEDBE MED KLASIČNO IN TESMEC TEHNOLOGIJO

4.1 Izvedba kabelske kanalizacije s Tesmec tehnologijo

Cevi pri PE-kabelski kanalizaciji se položijo na dno 40 cm globokega kabelskega rova in se v celoti obbetonirajo z betonom min trdnosti C 8/10, ki mu je dodana rdeča barva. Pri izgradnji kabelske kanalizacije se za gradnjo uporabljali večinoma beton C 30 S1-Dmax 4 mm s prilagojeno recepturo za vgrajevanje s trenčerjem, ki beton vgrajuje v rov s podobnim postopkom kot stroj za izdelavo strojnih estrihov. Pri sanaciji cestišča v prvotno stanje se zadnjih deset centimetrov betona in obstoječega cestišča poruši oziroma odrezka v širini, ki jo poda soglasodajalec oz. upravljavec ceste. Robovi se premažejo z bitumnom in asfaltirajo v kakovosti obstoječega cestišča.

Če se optična kanalizacija nahaja v pločniku, se asfaltira celotna širina pločnika, na vozišču se asfaltira v širini min. 50 cm, na novo preplastenih voziščih pa v širini voznega pasu.

Kabelski jaški na trasi kabelske kanalizacije so izvedeni iz betonskih cevi različnih premerov. Dimenzija jaškov je odvisna od števila cevi, ki jih priključujemo na jašek. Vsi jaški so opremljeni z ustreznim LTŽ-pokrovom. V cestišče so vgrajeni pokrovi z nosilnostjo do 40 T, v zelenice in pešpoti pa pokrovi z nosilnostjo do 12,5 T.

Tesmec tehnologija je primerna za daljše in ravne trase. Za to tehnologijo se odločimo na glavnih linijah, kjer zadostuje 6-cevna kanalizacija. Dnevni učinek trenčerja je od 50 do 100 m¹ izvedene kanalizacije z vsemi fazami – rezkanje, izkop, polaganje do 6 cevi v odrezkani jarek, betoniranje jarka do kota obstoječega terena. Dolžina dnevno izvedene trase je odvisna od sestave terena, kjer se izvaja kabliranje, od ovir na cesti, od vremenskih pogojev in konfiguracije terena. Delovno skupino, ki spremlja trenčer, sestavljajo strojnik na trenčerju, dva mini nakladalca s strojnikom, tovornjak za odvoz ruševin ter dva delavca, ki predstavljata zapore in čistita traso za trenčerjem.

Spreminjanje nivelete pri kasnejši rekonstrukciji

Asfaltirane mestne ceste in druge prometne površine so zaradi okoliške pozidave vezane na obstoječo niveleto (robniki, uvozi k objektom ipd.), zato večje spremembe nivelete niso izvedljive. Pri rekonstrukciji dotrajanih asfaltnih vozišč se običajno odstrani del konstrukcije v debelini obrabne in vezane nosilne plasti. Glede na dimenzioniranje cestišča v prihodnjem 20-letnem obdobju za prevzem lahkih in srednjih prometnih obremenitev zadostujejo asfaltne obloge v debelini do 10 cm. Če se s projektom rekonstrukcije predvidevata izkop dela obstoječe konstrukcije cestišča in vgradnja novih slojev, je možno z ustreznimi konstrukcijskimi ukrepi ohraniti kabelsko kanalizacijo, ki je izvedena po Tesmec tehnologiji.

Tehnološki postopek Tesmec je sodoben postopek in ima pomembno prednost v primerjavi z doslej izvajanimi postopki vgrajevanja komunalnih vodov. Pomisleki o slabosti tehnološkega postopka Tesmec so z vidika strokovnega področja racionalnega vzdrževanja asfaltnih mestnih cest in drugih prometnih površin zgoraj opisani in tako neutemeljeni.



Slika 9: Prerez kanala po položitvi cevi

Vir: <http://www.gratel.si/>, 27. 4. 2011



Slika 10: Trenčer med obratovanjem

Vir: <http://www.gratel.si/>, 27. 4. 2011

4.2 Izvedba kabelske kanalizacije s klasično metodo

Izvedba kanalizacije z PEHD Ø 50 mm (1 x 50, 2 x 50, 4 x 50 ali 6 x 50 mm cevne kanalizacije)

Na asfaltni površini :

- cevi se polagajo v izkopen jarek širine min. 25 cm;
- načrtovanje dna jarka z niveliranjem +/-5 cm;
- cev se polno obbetonira z betonom C12/15 do nivoja asfaltne površine;
- teme položene vrhnje cevi je na globini 40 cm od nivoja terena.

Na makadamski površini :

- cevi se polagajo v izkopen jarek širine min. 25 cm;
- načrtovanje dna jarka z niveliranjem +/-5 cm;
- cev se polno obbetonira z betonom C 12/15 min 20 cm nad temenom cevi;
- preostali jarek se zasuje s tamponskim materialom ali ustreznim obstoječim izkopanim materialom;
- teme položene vrhnje cevi je na globini 50 cm od nivoja terena.

Na zelenici :

- cevi se polagajo v izkopen jarek širine min. 25 cm;
- načrtovanje dna jarka z niveliranjem +/-5 cm;
- cev se polno obbetonira z betonom C 12/15 min 20 cm nad temenom cevi;
- preostali jarek se zasuje z obstoječim izkopanim materialom;
- teme položene vrhnje cevi je na globini 50 cm od nivoja terena.

Izvedba kanalizacije z PE Ø 110, Ø 125 ali Ø 160 (6 x 125, 8 x 125, 10 x 125 ali več)

- cevi se polagajo na peščeno posteljico deb. 10 cm;
- izvede se obsip cevi do višine 10 cm nad temenom;
- na peščeni obsip se izvede zaščitna plast betona C 12/15 deb 10 cm;
- zasip se izvede v plasteh z ustreznim tamponskim materialom do nivoja asfalta;
- v debelini obstoječega asfalta se vgradi beton C 12/15;
- na globini 40–50 cm se položi PVC-opozorilni trak z napisom »pozor optični kabel«;
- teme položene vrhnje cevi je na globini 80 cm od nivoja terena.

Uporaba cevi večjih premerov – prečkanje cest

- cevi tipa Mapikan ali Terakan s temensko togostjo min. 8 kN (16 kN) in zunanjega prereza $\varnothing$ 250 mm ali $\varnothing$ 300 mm se uporabljajo pri prekopih cest, ki jih zaradi odvijanja prometa ni mogoče prekopati v enem delu ali kjer potrebujemo večjo kapaciteto cevi $\varnothing$ 50;
- cev se polno obbetonira do vrha cestišča, betonska podlaga 10–15 cm;
- teme cevi na koti min. 50 cm od višine cestišča;
- cevi $\varnothing$ 50 se po končanem prekopu takoj vložijo v zaščitno cev.

4.3 Ekonomska primerjava

Izvedbo po klasični metodi vgradnje cevi za kabelsko kanalizacijo smo prilagodili Tesmec tehnologiji. Trase, izvedene po Tesmec tehnologiji, so izvedene v bistveno krajšem času. City trenčer dnevno izvede približno 80–100 m trase, medtem ko po klasični metodi izvedemo okoli 60 m trase. Zadeva je cenovno primerljiva, ker je obratovalna ura trenčerja približno 2-krat dražja od obratovalne ure bagra. Iz spodnje tabele je razvidno, da je učinek trenčerja v primerjavi s klasično tehnologijo približno 15 odstotkov večji kot pri klasični tehnologiji. Če upoštevamo še dejstvo, da Tesmec tehnologija ni primerna za vse trase, kot na primer zelenice, makadamsko cestišče, je razmerje med obema načinoma izvedbe relativno izenačeno.

	DNEVNO IZVEDENA TRASA	PORABLJENE URE	CENA VIRA	SKUPAJ
	m	h	EUR/h	EUR
<i>Tesmec tehnologija</i>				
TRENCER	90	8	100	900
MINI NAKLADAČ	90	8	30	240
PKV- DELAVEC	90	8	12	96
KV-DELAVEC	90	8	14	112
KAMION	90	8	40	320
				1508
<i>Klasična metoda</i>				
REZALKA	60	8	15	120
BAGER	60	8	33	264
MINI NAKLADAČ	60	8	30	240
PKV- DELAVEC	60	8	12	96
KV-DELAVEC	60	8	14	112
KAMION	60	8	40	320
				1152

Tabela 2: Primerjava med Tesmec tehnologijo in klasično metodo

Vir: Lasten

FAKTOR MED TRASO, IZVEDENO PO TESMEC TEHNOLOGIJI, IN KLASIČNO IZVEDENO TRASO JE 1,50.

KOREKCIJA CENE KLASIČNE IZVEDBE OB UPOŠTEVANJU IZVEDENE TRASE TRENČERJA V ENAKEM ČASOVNEM INTERVALU:

1152 EUR : 60 m = 19,20 EUR/m (cena metra po klasični metodi)

90 m * 19,20 EUR/m = 1728 EUR

Po klasični metodi za 90 m trase porabimo 1728 EUR.

PRIMERJAVA UČINKA MED KLASIČNO IN TESMEC TEHNOLOGIJO GLEDE NA STROŠKE

1728 : 1508 = 1,15

Učinek trenčerja v primerjavi s klasično tehnologijo je približno 15 odstotkov večji kot pri klasični tehnologiji.

5 ZAKLJUČEK

Izgradnja optičnih povezav po sistemu Tesmec bo uporabnikom omogočila najboljšo povezavo s svetovnim spletom. Izboljšala se bo konkurenca na trgu ponudnikov telekomunikacijskih storitev.

Izvedba kabelske kanalizacije po sistemu Tesmec je zaradi majhne globine dna kanala neprimerna za ceste, ki bodo šle v rekonstrukcijo. Ob rekonstrukcijah cest bo treba kabelsko kanalizacijo položiti v rezervne cevi. Nekateri upravljavci cest zato že sedaj pri izdaji pogojev zahtevajo poglobitev vodov na globino 80 cm. V prihodnosti ne bi bilo odveč razmisliti o nakupu večjega trenčerja, ki omogoča večjo globino izkopa. Nabavna cena takšnega trenčerja je visoka, s tem pa posledično dobimo tudi višjo ceno za meter izvedene kanalizacije.

Gradnja kabelske kanalizacije po sistemu Tesmec je optimalna tehnologija za gradnjo kabelske kanalizacije v urbanih mestnih središčih. Tehnologija omogoča avtomatizacijo delovnega procesa, ker za izvedbo potrebujemo manjšo delovno skupino, in s tem posredno manjše stroške dela.

6 LITERATURA IN VIRI

Literatura:

1. Budin, J.: *Optične komunikacije*, Založba FE, Ljubljana, 1993.

Viri:

1. Navodilo za graditev kabelske kanalizacije, PTT vestnik, št. 6/73.
2. Pravilnik o tehničnih normativih za gradnjo nadzemnih elektroenergetskih vodov z nazivno napetostjo od 1kV do 400 kV, Ur. list SFRJ, št. 65/88.
3. Pravilnik o tehničnih normativih za gradnjo nadzemnih elektroenergetskih vodov, Ur. list SFRJ, št. 51/73) za nizkonapetostna omrežja.
4. Pravilnik o tehničnih pogojih za graditev, obratovanje in vzdrževanje plinovodov z največjim delovnim tlakom 16 bar, Ur. list RS, št. 26/02, 54/02.
5. Sistemska obratovalna navodila za prenos zemeljskega plina, Ur. l. RS, št. 89/05.
6. Tipizacija elektroenergetskih kablov za napetost 1, 10 in 20 kV (Tipizacija DES, januar 1981).
7. Zakon o graditvi objektov (ZGO-1), Ur. l. RS, št. 110/2002.
8. Zakon o elektronskih komunikacijah (ZEKom), Ur. l. RS, št. 43/2004.

Inernetni viri:

1. <http://www.gratel.si>, 27.04.2011.
2. <http://www.vilkograd.com>, 01.03.2011.
3. <http://www.roto.si>, 17.02.2011.
4. <http://www.stigma-cs.si>, 17.02.2011.
5. <http://bigmato.stajerska.com>, 15.02.2011.
6. <http://www.tesmec.com>, 13.02.2011.