

Optické datové infrastruktury – jejich potenciál a problematika budoucího rozvoje

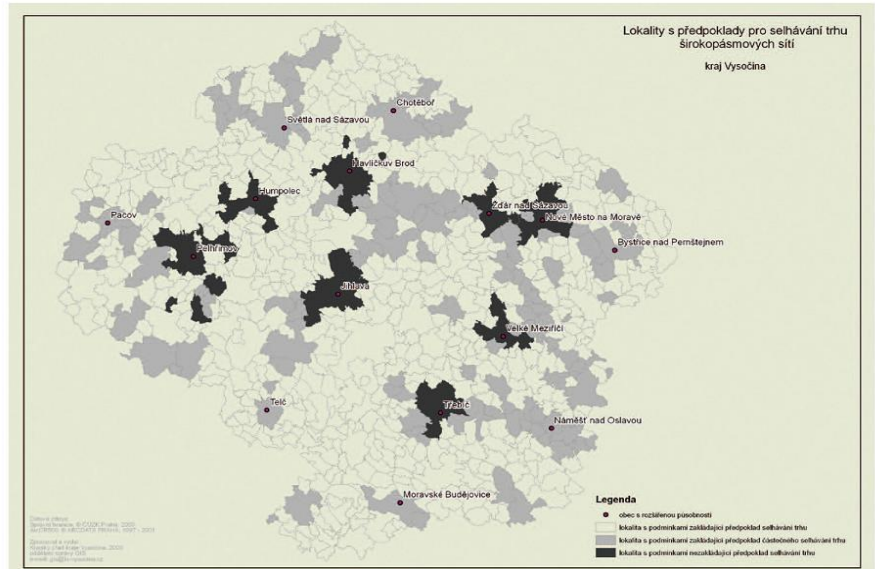
Ing. arch., MArch. Jan KRISTEK

Optické datové infrastruktury byly zvoleny jako perspektivní technologie při naplňování strategických cílů a priorit Národního strategického referenčního rámce v souvislosti se zpřístupňováním širokopásmových datových služeb veřejnosti v rámci projektů financovaných z Regionálního operačního programu NUTS II Jihovýchod. I alternativy ve formě rádiových nebo metalických sítí mají svá pozitiva, jedna vlastnost je však u optického vlákna jedinečná. Lze na něm do budoucna zvyšovat kapacity přenosů a to velmi výrazně v porovnání např. s metalickými sítěmi, typicky telefonní dvojlinky nebo koaxiálního kabelu, ale teoreticky i rozvodů elektrické energie. Optické sítě sice představují vysokou prvotní investici vzhledem k budování zcela nové infrastruktury, na jednu již položenou vedení lze ale dosahovat rychlostí v řádech gigabitů za sekundu a s příslušnou technologií bez problémů i v řádech terabitů za sekundu. To je však stále zlomek vzhledem k teoretickým limitům.

Již Římané a jiné starověké národy stavěli úžasné a ve své době technicky vyspělé infrastruktury, nejznámější asi ve formě aquaduktů nebo silnic, ale teprve moderní doba odstartovaná první průmyslovou revolucí se stala vskutku dobou budování infrastruktur, které svým rozsahem nemají obdoby. Málokdo dnes již pochybuje o tom, že zažíváme zásadní novou éru někdy také nazývanou třetí průmyslovou revolucí⁽¹⁾, kterou provází nebyvalý rozvoj telematiky.

Předchůdci dnešních informačních sítí byly telegraf a později telefon využívající přenos elektrického signálu po metalických linkách na analogové bázi. Dnešní digitální informační sítě jsou mnohem komplikovanější a využívají kromě metalických linek i linky optické nebo rádiového spojení, stejně tak i různých technik a standardů pro zpracování a přenos dat. Ve výsledku tím nezásadnějším určujícím parametrem pro všechny je ovšem jejich kapacita a rychlost přenosu dat. Je zřejmé, že třeba u silnic je velký (například ekonomický) rozdíl zda je město napojeno na okresní silnici nebo přímo na dálnici. Podobně je tomu i u datových infrastruktur. V případě informačních přenosů, však rychlost také daleko zřetelněji než u jiných transportů určuje nejen „kolik“, ale také „co“ je možno po dané síti přenést a pro jaké účely ji lze prakticky využívat.

V pionýrských začátcích digitálních telekomunikačních přenosů dostačovala rychlost okolo 1 kbit/s k přenosu poměrně nedlou-



Obr. 1 – Analýza problémových lokalit s potenciálem selhávání trhu

Odbor informatiky KrÚ Kraje Vysočina

hých textových zpráv. Rychlost 64 kbit/s – 128 kbit/s (ISDN), kdysi tak populárního vytáčeného připojení přes standardní telefonní linku, už ale umožňovala přenos rozsáhlých textových souborů a obrázků v přiměřených časech. To umožnilo příslušnou aplikaci těchto možností do praxe, jako byly například online obchody nebo reklama někdy také souhrnně označovaných jako Web 1.0.⁽²⁾

V dnešní době není výjimkou pro běžného uživatele mít přístup k připojení o rychlostech i v řádu desítek Mbit/s a brouzdat tak po interaktivních webových stránkách, poslouchat streamovanou hudbu nebo uskutečňovat videohovory a videokonference nebo hrát online hry ve 3D prostředí.

Internet ovšem není jedinou platformou využívající současné informační infrastruktury. Souběžně mohou vedle sebe probíhat na jedné infrastruktuře přenosy televizního signálu, telefonních operátorů nebo třeba bank. Stejně tak si volnou kapacitu může nárazově pronajmout firma, typicky například z filmového průmyslu. Dnešní filmy plné digitálních triků mohou být prakticky v jeden moment vyráběny po celém světě. Víť Komrzí, generální ředitel pražské produkční společnosti UPP, popsal pro Českou televizi nastupující praxi při výrobě filmů v květnu tohoto roku: Materiál natočený v USA může být v reálném čase přenesen do trikového studia v Praze upraven, pomocí videokonference zkontrolován a prostřednictvím sítě odeslán na nějaké jiné místo glóbu k další postproduk-

ci. Velmi nedávnou praxí přitom bylo posílání harddisků s materiálem ke zpracování. Vzhledem k požadované kvalitě obrazu se jedná o enormní množství dat, které ať už z finančních nebo technických důvodů nebylo možné v rozumném čase dříve po sítích zvládnout.⁽³⁾

Dalším příkladem mohou být video-konzultace lékařských odborníků v reálném čase, ve vysokém rozlišení a třeba přímo při operaci pacienta, nebo například distribuce obrovského množství dat produkovaných výzkumným urychlovačem CERN v Ženevě, které nelze zpracovat místně, a proto jsou přenášeny do ostatních výzkumných center po světě (u nás do Fyzikálního ústavu Akademie věd) kvůli výpočetní analýze.

Všechny tyto aplikace by nebyly možné bez optických informačních sítí a jejich prudkého rozvoje zejména od poloviny devadesátých let 20. století, spojené s přehnaným investičním optimismem bujícího okolo rozmachu internetu dnes nazývaným jako „dot.com bubble“, nebo česky někdy jako „internetová horečka“. Vrcholem investic do internetových firem byl podle hodnot indexu NASDAQ rok 2000 a telekomunikační firmy proinvestovaly do té doby do optických infrastruktur asi jeden trilion dolarů. Spolu s „prasknutím bubliny“ tak nastala i velká nadkapacitnost sítí a skokové zlevnění telekomunikačních služeb.⁽⁴⁾

Informace je přenášena světelnými záblesky, které se šíří optickým vláknem nejčastěji z křemičitého skla, přičemž praktické aplikace nedosahují ani zlomku teoretických

možností přenosu co se rychlosti a kapacity týče. Optická vlákna jako přenosová infrastruktura mají proto obrovskou rezervu v potenciálu do budoucna.

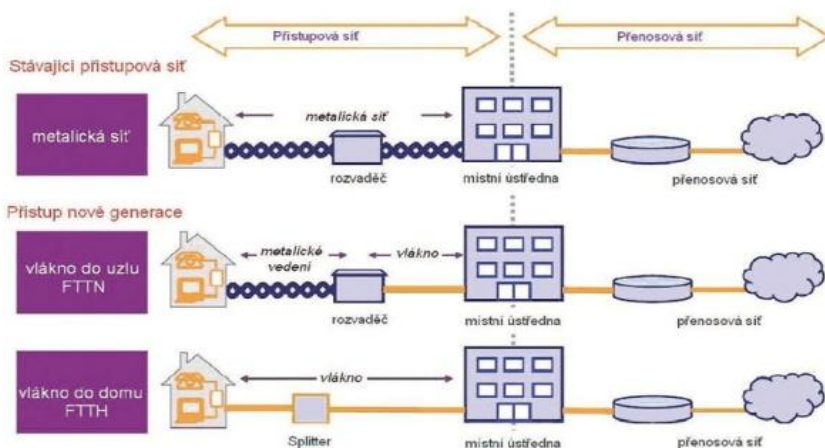
Vzhledem ke způsobu přenosu je možné datové infrastruktury rozdělit na rádiové, jejichž hlavním atributem je plošné pokrytí, ale zároveň představují omezený přírodní zdroj, protože využitelné kmitočtové pásmo není bez limitu. Druhou základní možností je pak přenos po kabelu, kde jednoznačně do budoucna vzhledem ke svým vlastnostem vede optické vlákno. Využití těchto vlastností ovšem předpokládá fyzické připojení vlákna a jeho zavádění je mnohem nákladnější než u sítí rádiových. Předpokládá se proto, že do budoucna se budou paralelně vyvíjet rádiové sítě zaměřené na mobilitu a optické sítě s velkými možnostmi navyšování kapacit přenosů.⁵⁾

Budování nových informačních infrastruktur je stále nákladná záležitost, a proto jejich zavádění z pohledu soukromého investora do některých oblastí s malou hustotou osídlení se nevyplácí. Podobně jako v minulosti u zavádění telefonu se dostupnost datových služeb nejdříve koncentruje ve větších městech, kdežto venkov a menší sídla mají v zavádění srovnatelných služeb značný časový odstup. V souvislosti s tím se někdy mluví z pohledu municipalit o „selhání trhu“ nebo riziku vzniku „informačních ghet“, tedy skupin obyvatel, kteří nebudou mít obvykle z ekonomických důvodů přístup ke srovnatelným datovým službám jako obyvatelé městských regionů a budou tak stále větší měrou vyloučeni s tím, jak bude význam datových služeb stoupat (také tzv. Digital Divide).

Oblasti „selhávání trhu“ (viz obr. 01) ve smyslu nabídky a rozvoje datových služeb představují místa, kde návratnost soukromých investic je nulová nebo velmi malá. Nejčastější překážkou je právě nutnost budování nových infrastruktur. Tyto nemalé prvotní náklady odrazují většinu investorů před vstupem do oblasti. Šedá místa pak představují typicky oblasti, kde sice existuje nezbytná infrastruktura, ta je ale často vlastněna zároveň poskytovatelem datových služeb, který tak získává v dané oblasti monopol a vstup dalších konkurenčních subjektů je značně problematický, což se pak projevuje na ceně, kvalitě nebo užším spektru služeb.

Tyto geografické a ekonomické disproporce má za úkol řešit například Regionální operační program NUTS II Jihovýchod, z jejichž fondů existuje záměr financovat v Kraji Vysočina a Jihomoravském výstavbu nové infrastruktury pro otevřené a nediskriminační datové sítě.

Tedy infrastruktury provozované a kontrované neutrálním subjektem, tak aby byl zajištěn rovný přístup všem zájemcům o provozování služeb. Konečným cílem projektu je zpřístupnit širokopásmové datové služby veřejnosti, a to i v bílých místech se selhávajícím trhem.



Obr. 2 – Současné tendence v zavádění optických vláken i v rámci přístupové sítě

V principu lze mluvit o subvencování výstavby nových infrastruktur pomocí veřejných zdrojů respektive tzv. evropských peněz. Podle slov Petra Pavlince, vedoucí Odboru informatiky KrÚ Kraje Vysočina, se práh lukrativnosti pro vstup soukromých investorů do výstavby pohybuje mezi 40 – 60% dotačních investic z celkové ceny.

Obecně z pohledu investora je nejproblematictější tzv. poslední míle, tedy připojení jednotlivých budov, domácností a firem v rámci tzv. přístupové sítě. Pro překlenutí této poslední míle se v současné době nejčastěji používají již stávající metalické infrastruktury typicky telefonní dvojlinka, případně koaxiální kabel. V menších sídlech se pak vzhledem k nízkým nákladům a plošnému pokrytí používají často rádiové vlny technologií jako je Wifi nebo WiMAX. Všechny tyto přístupy však mají jednu společnou vlastnost, a tou je nepřímá úměra dosahu a rychlosti přenosu dat. S tím, jak se zvyšují požadavky na rychlost a kvalitu, snižuje se akční rádius zmíněných technologií, případně je proces doprovázen negativními efekty, jako je zvýšené vyzařování. U metalických sítí je sice možné ještě zvyšovat výkon pomocí sofistikovaných modulačních technik, ale jejich technické provedení není nejlevnější a nikdy nepřijde o násobky navyšení, tak jako je to možné u optických vláken.

To vše společně s rostoucími nároky spotřebitelů na větší rychlost a kvalitu, tak povede nevyhnutelně k pronikání optických vláken hlouběji k našim domovům.

V současné době je standardním požadavkem při výstavbě nových informačních sítí poskytnout koncovému spotřebiteli služby typu „Triple play“, tedy schopnost přenášet zároveň obraz, zvuk i data. To dnes odpovídá rychlosti asi 10 Mbit/s.⁶⁾ Předpokládá se ale nárůst zařízení v domácnosti s on-line konektivitou a zvyšováním požadavků na rychlost.

Příkladem může být televize s obrazem ve vysokém rozlišení. To se dostáváme řádově do desítek Mbit/s směřující k, případně o uží-

vatele. To je ale stále zlomek toho, co lze teoreticky po jednom jediném optickém vlákně přenést. U stejného vlákna, které může vést přímo do našeho obýváku prakticky již dnes, lze dosáhnout astronomických rychlostí.

Stejně tak je možné navyšovat kapacitu sítí vyššího řádu, tzv. přenosových nebo páteřních sítí. Dnešní technologie využívají okolo desítky tzv. „barev“. Světlo lze totiž rozložit na jednotlivé vlnové délky, tedy barvy, a každá barva pak představuje samostatný datový kanál a násobí se tak kapacita vlákna. V laboratorních podmínkách, lze bez problému dosáhnout počtu barev i v řádu tisíců. Jeden kabel pak může obsahovat stovky vláken.

Takovou kapacitu by ovšem na současném trhu nebylo možné prodat, proto jsou dnešní optické sítě často budovány systémem mikrotrubiček. Jedná se v podstatě o svazek „prázdných“ pastových trubiček, které se uloží do země a do kterých je možno instalovat obvykle 4, 12 nebo 24 vláken později, v případě že potřeba konektivity nastane. Vlákna se instalují metodou tzv. zafukování (viz níže) a je možné je opět vytáhnout a nahradit vláknem kvalitnějšími, například s nižším útlumem.

Tato technika se také s oblibou používá souběžně s novou výstavbou, která v prvním plánu nemusí přímo souviset s budováním datových sítí. Souběžně s výkopovými pracemi pro novostavby budov nebo silnic se do země uloží i systém mikrotrubiček v případě, kdyby v budoucnu požadavek na konektivitu, nebo navyšování kapacity vznikl.

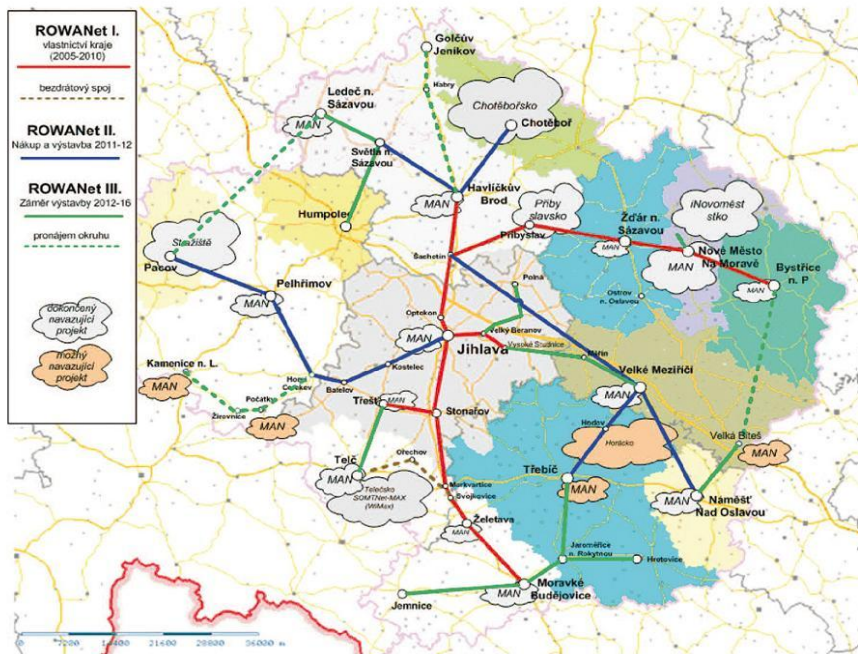
Obdobnou technikou je systém chrániček, který byl využit při budování páteřní optické datové sítě veřejné správy v Kraji Vysočina ROWAnet. V případě ROWAnetu byly pokládány obvykle tři chráničky ve třech barvách kvůli rozlišení. Typicky se jedna chránička nechává prázdná jako rezerva, jedna se uloží s optickým kabelem, jehož vlákna se postupně rozprodají, a jedna se nechá čistě pro potřeby Kraje Vysočina.



Obr. 3 – Pokládání chrániček v souběhu s výstavbou případně rekonstrukcí silniční sítě – podvrť navazující komunikace
FOTO: Petr Pavlinec



Obr. 4 – „Zafukování“ optického kabelu pomocí kompresoru do chráničky nedaleko Třeště
FOTO: Petr Pavlinec



Obr. 5 – Fáze projektu budování páteřní optické datové sítě veřejné správy v Kraji Vysočina ROWANet
Odbor informatiky KrÚ Kraje Vysočina

Samotný řez vedením pak může představovat mikrosvět ekonomických a vlastnických vztahů. Chráničky si totiž ve vlastnictví pochopává Kraj jako určitý stupeň kontroly.

Tzv. temná vlákna (jedná se pouze o vlákna bez další potřebné technologie, kterou dodá až případný provozovatel) se prodají specializovaným obchodním společností, které nakládají s těmito vlákny jako s běžnou komoditou. Vlákna pak mohou být dále prodána nebo pronajímána dalším

subjektům, které jejich kapacitu přímo využívají, případně ji dále rozdělují mezi různé zájemce, například internetové a televizní poskytovatele, nebo i pro potřeby veřejných subjektů jako jsou kraje, školy, nemocnice.

Firmy obchodující s datovou kapacitou nakupují vlákna obvykle mezi tzv. PoP (Point of presence) – tedy fyzickými body, které se skládají ze serverů, routerů a jiných zařízení, které umožňují přístup do sítě. Ve výsledku

pak mohou být různé úseky sítě vlastněny různými subjekty.

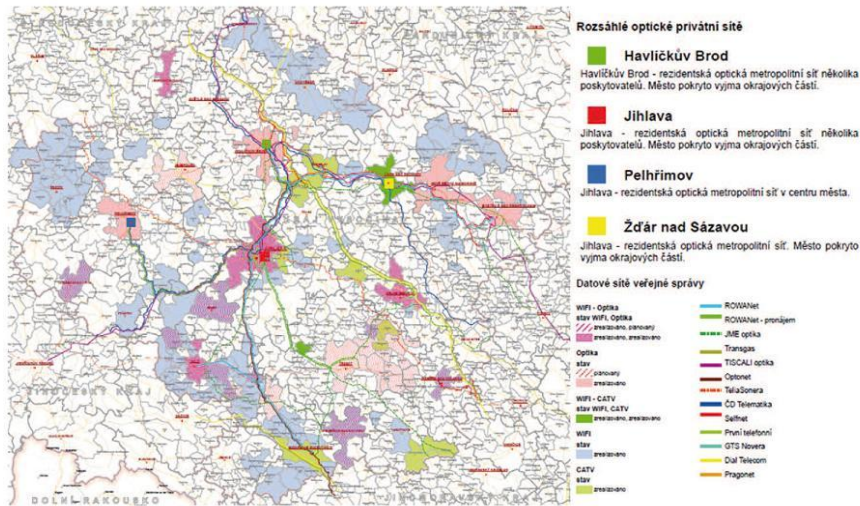
Rozkrýt tyto vztahy je často komplikované, protože představují know-how, které je chráněno, protože může být zdrojem finančních zisků. Znalost toho, kterou trasou spojit dvě lokality v území v dané kapacitě a kvalitě a přitom bez zbytečně vysokých nákladů za pronájem je cenná informace a často firemní tajemství.

„Snažíme se vlastnickou strukturu dlouhodobě rozkrývat, ale získávání údajů je komplikované,“ říká Petr Pavlinec, vedoucí Odboru informatiky KrÚ Kraje Vysočina.

Současná strategie Kraje Vysočina je pokládka kabelů respektive chrániček v souběhu se silniční výstavbou. Vyšla totiž ze zpracované studie nejlevněji, a to hlavně kvůli komplikacím s vlastnickou strukturou pozemků, v případě jiných řešení. Nutnost jednat s desítkami až stovkami vlastníků pozemků, které by trasa křížila, vyšla jako nákladná a neefektivní.

Závěr

Hlavní potenciál optických infrastruktur spočívá ve velkých přenosových kapacitách a rychlostech a možnosti jejich dalšího navyšování. Zajímavá je také tendence nahrazovat současné metalické přístupové sítě optickým vláknem. Nejzajímavější, prozatím spíše teoretickou variantou, je potom masové rozšíření přístupu formou FTTH, tedy „optické vlákno až do domu“ a případně dopady takového datového potenciálu přímo v našich oby-



Obr. 6 – Mapa vlastnické struktury datových sítí vytvořená pro potřeby kraje

Odbor informatiky KrÚ Kraje Vysočina

vacích pokojích. Jak již bylo řečeno v úvodu textu, zvyšování rychlosti obvykle nepřináší pouze vyšší komfort u stávajících aplikací, ale také vznik aplikací nových volně přístupných pro každodenní praxi. Nejde tady jen o kvalitnější obraz a ještě širší nabídku programů televize nebo rychlejší stahování hudby. Lze si například snadno představit, že s vysokými rychlostmi se bude zvyšovat i užítelnost při kolaborativních činnostech na dálku v individuální praxi, podobně jako se to děje již v praxi firemní u zmiňovaných filmových produkčních společností. V predikcích se však nechci pouštět na tenký led, a proto úvahy o tom, co by budoucnost mohla přinést, přenechám raději futurologům a autorům sci-fi.

Poznámky a literatura:

- 1) Třetí průmyslová revoluce je koncept zavedený Jeremy Rifkinem a formálně podpořen Evropským parlamentem v roce 2007. Kromě rozvoje informačních sítí je důležitou složkou jeho konceptu i posun k energiím z obnovitelným zdroji a nových systémů uskladnění elektrické energie.
- 2) Pojem Web 2.0 poprvé použila v roce 1999 Darcy DiNucci ve svém článku „Fragmented Future“, kde se kromě jiného zabývá například rozšířením webu jako platformy pro interkonektivitu věcí denní potřeby. Kromě počítače i televize, telefonu, herní zařízení nebo i auta a mikrovlnky. V roce 2003 uspořádala společnost O'Reilly Media a MediaLive konferenci s názvem Web 2.0, která vymezila éru Webu 1.0 jako éru svázanou se společnostmi jako byl Netscape nebo encyklopedie Britannica Online.
- 3) ČT24, Milénium, Zpracování filmového materiálu na vzdálenost 10 tisíc kilometrů, Praha: Česká televize. Premiéra. 16. 5. 2011. Dostupné z URL: <http://www.ceska-televize.cz/porady/10159875412-milenium/211411058030516/video/>
- 4) THOMAS, Friedman L. The World is Flat: Brief History of the Twenty-First Century. 1. vydání. New York: Farrar, Straus and Giroux, 2005. 488 s. ISBN 0374292884.
- 5) SLAVÍK, Jan. Návrh postupu orgánů státní správy při podpoře telekomunikačního trhu tak, aby stimuloval vysokorychlostní přístup domácností a malých a středních podniků k internetu. Vysokorychlostní přístup ke službám elektronických komunikací. Praha: Technický a zkušební ústav telekomunikací a pošt, březen 2006. s. 8.
- 6) NOVOTNÝ, Jakub. Vstupní analýzy tržního prostředí pro potřeby procesu notifikace tématu rozvoje otevřených broadbandových sítí v ROP. Jihlava: Technický, Vysoká škola polytechnická Jihlava, 22. září 2008. s. 5

OBRAZOVÁ PŘÍLOHA: Uložení optických kabelů do konstrukce mostu



Obr. 7 – Schéma řešení při pokládání chrániček pro optické kabely nedaleko obce Kozlov na Vysočině
Krajský úřad Kraje Vysočina

Obr. 8 – Umístění chrániček do konstrukce mostu

Obr. 9 – Kabelová komora

Obr. 10 – Kabelová komora FOTO 8–10: Petr Pavlinec

