

## CESNET A JEHO AKTIVITY V MEDICÍNĚ

Jiří Navrátil, Sven Ubik, Radovan Igljar, Pavel Pečiva

### Anotace

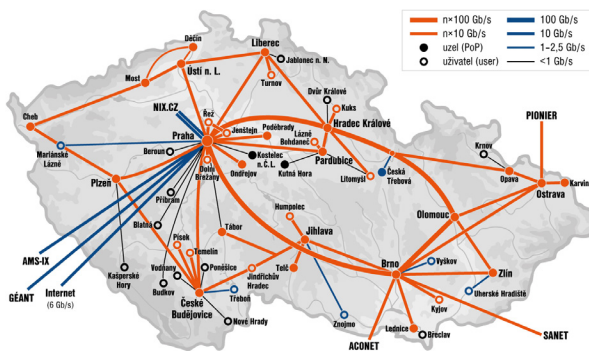
Cesnet propojuje všechny vysoké školy a akademické pracoviště sítí, která je jednou z nejvýkonnějších sítí na světě. Zajišťuje nejen přístup do Internetu, ale i možnost přímého propojení tuzemských uživatelů s podobnými institucemi v zahraničí. Mezi významné uživatele patří všechny fakultní nemocnice a další zdravotnická zařízení. Pro uživatele vytváří vhodné prostředí pro spolupráci specialistů v mnoha oborech, provoz nestandardních aplikací, živé přenosy z operací vhodné pro výuku nebo pro prezentace na národní odborné konference nebo na mezinárodní symposia. V příspěvku budou ukázány příklady zajímavých přenosů z posledních let a naznačeny směry další spolupráce s medicínskou komunitou.

### Klíčová slova:

Internet, e-infrastruktura, přenos videa, výuka, 4K video, SAGE, živé operace

### 1. Úvod

Cesnet z.s.p.o. je výzkumná organizace, která získává stále větší vliv na celou akademickou komunitu. Propojuje všechny vysoké školy a akademické pracoviště a nabízí jim i další služby, jako jsou např. výpočetní služby nebo služby datových úložišť. Síť CESNET je postavena na pronajatých optických vláknech a vybavena technologií DWDM, která dovoluje využít jednotlivé optické kanály (barvy světla) uvnitř jednoho optického vlákna pro vícenásobné použití a využívat je pro různé paralelně probíhající přenosy. Vedle zvýšení celkové propustnosti páteřní sítě to umožňuje vyhradit přenosové trasy pro speciální účely a kombinovat tak přenosové experimenty s přenosy extrémních objemů dat a běžným provozem, aniž by se vzájemně ovlivňovaly či dokonce ohrožovaly.



Obrázek 1 – Současná konfigurace sítě ESNET

Síť zajišťuje nejen propojení všech tuzemských uživatelů, kterými jsou mimo jiné i všechny fakultní nemocnice s dalšími akademickými pracovišti v celém světě a také mimořádně rychlý a výkonný přístup do Internetu. Její stávající konfigurace je na obrázku (obr.1).

Vedle síťového propojení a služeb, které jsou tím bezprostředně spojené, v posledních letech byly všechny další služby, které vznikly nad sítí, integrovány do společné e-infrastruktury, kterou nazýváme VI CESNET (Velká Infrastruktura CESNET).

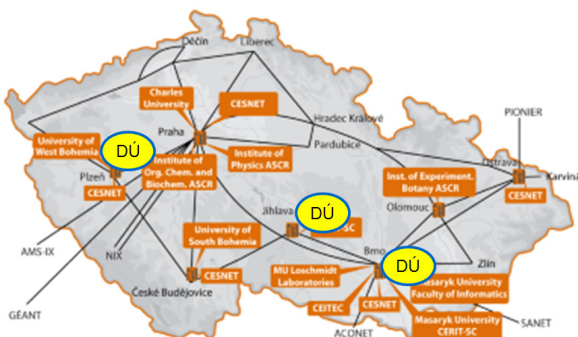
## 2. VI CESNET

Ve VI CESNET máme čtyři základní složky:

- komunikační infrastrukturu
- gridovou infrastrukturu
- infrastrukturu datových úložišť
- a infrastrukturu prostředí pro spolupráci

Komunikační infrastruktura je základem pro všechny ostatní složky. Tvoří ji vícevrstvá síťová infrastruktura, která je v jednotlivých vrstvách propojena se sítěmi uživatelů na jedné straně a se zahraničními sítěmi národního výzkumu a vzdělávání (NREN), evropskou sítí GÉANT a dalšími sítěmi s globálním rozsahem, jako jsou GLIF, TEIN, Orient, Internet2 a samozřejmě i celým komerčním Internetem na straně druhé. Svým uživatelům nabízí souběžnou podporu protokolů IPv4 i IPv6, možnost vytváření speciálních síťových konfigurací pro poskytování vyhrazených služeb v jednotlivých vrstvách, včetně lambda služeb (na optické páteři), které zajistí dálkový přístup ke specializovaným výzkumným zařízením v reálném čase.

Druhou složku tvoří Národní gridová infrastruktura (NGI). To je v podstatě systém, který umožňuje uživatelům využívat výpočetní kapacity, které jsou soustředěny v MetaCentru <https://metavo.metacentrum.cz/>. Metacentrum má dnes k dispozici několik set výpočetních uzlů s více než 10 tisíci CPU a bohatým programovým vybavením. Do budoucna se předpokládá další integrace



Obrázek 2 – Infrastruktura NGI a datových úložišť

nově pořizovaných výpočetních prostředků (zejména clustery), pořizované v současnosti různými vědeckými skupinami na národní, tak i mezinárodní úrovni a poskytnout jim jednotný a bezbariérový přístup k takto organizovaným prostředkům. Samostatnou aktivitou NGI je zajištění a koordinace nákupů licencí vybraného aplikačního programového vybavení pro širokou komunitu uživatelů z různých oblastí vědy, která využívá různý komerční SW.

Třetí složku tvoří infrastruktura datových úložišť. Kapacity datových úložišť jsou poskytovány ve dvou úzce souvisejících oblastech. První z nich jsou datová úložiště clusterů a výpočetního gridu obecně, druhou pak úložiště pro vědecká, výuková a související obecná data. Úložné kapacity zajištěny v tzv. Hierarchical Storage Management (HSM) řešení. To kombinuje rozsáhlé úložné kapacity na magnetických páskách s předřazenými diskovými poli. V současnosti má CESNET 3 DÚ, v Plzni, Brně a v Jihlavě s celkovou kapacitou 25 TBytů. Služby navázané na DÚ jsou v současnosti asi nejvíce aktuální.

Čtvrtou složkou VI CESNET je infrastruktura pro vzdálenou spolupráci. Jejím cílem je poskytnutí nástrojů pro videokonference, web konference, sdílené práce s daty apod. Uživatelům jsou k dispozici prostředky nabízené centrálně, ale do systému jsou integrovány i prostředky členů připojených do sítě CESNET. To umožňuje výzkumným týmům i jednotlivým uživatelům spolupracovat bez extenzivního cestování, a tudíž operativněji, efektivněji a ekologičtěji.

## 2.1 Nabídka služeb

Uživatelem může být jak organizace, tak i jednotlivec, který splňuje podmínky pro přístup k VI CESNET. Podmínka pro přístup je vcelku jednoduchá, vyplývá z poslání CESNETU. Infrastrukturu mohou používat všechny organizace, které se zabývají vědou, výzkumem včetně uplatnění svých výsledků v praxi, šířením vzdělanosti, kultury a prosperity a také organizace patřících do sféry státní správy. Detaily viz <http://www.cesnet.cz/sdruzeni/dokumenty/zasady-pro-pristup-do-velke-infrastruktury-cesnet-access-policy-ap/>.

Přehled služeb zde uvádíme, protože si myslíme, že pro mnohé posluchače je dobré poznat jejich rozsah, ale i věcný obsah, protože je to může navést k jejich budoucímu použití ve své oblasti. Občas každý z nás potřebuje někam odložit větší množství dat z nějakého experimentu a později na něm udělat nějaká statistická vyhodnocení. Nebo poslat obrázky ve velkém rozlišení kolegům a poštovní server to odmítne, pro nadměrnou velikost příloh. A asi nemá smysl ani kupovat specializovaný software (např. Matlab nebo Gaussian), když ho potřebuji použít párkrát za rok a vím, že ho v Metacentru mají.

Některé služby jsou ze své podstaty určeny pro organizace, některé pro jednotlivce. Přístup ke službám je řízen centrálně, což uživatelům jednotlivých služeb zjednodušuje proces registrace, ale i jejich používání. Jedna registrace bude platná pro všechny služby, které jsou poskytovány na individuální bázi. Přehled hlavních služeb je členěn podle oblastí popsanych v úvodu. Přístup k detailním informacím o službách je na <http://www.cesnet.cz/sluzby/>

### **Přístup do sítě a síťové služby**

- Připojení internetovým protokolem (IP) – základ připojení členů a všech dalších organizací
- Vyhrazené okruhy a sítě (Circuit, Lambda, a Fotonic) – pro speciální požadavky přenosů
- Sledování provozu sítě – monitorování síťové infrastruktury a datových přenosů v síti uživatele
- Monitorování kvalitativních parametrů sítě
- Řešení bezpečnostních incidentů (CSIRT)
- Přidělování adresových zdrojů (NIC) – potřebné pro organizace, které nemají vlastní IP adresy
- Záložní poštovní server – výhodné pro menší organizace, které nemají vlastní IT
- Antispam Gateway – antispamová a antivirová kontrola příchozí pošty

### **Výpočetní a vývojová prostředí**

- Náročné výpočty (MetaCentrum) – Národní Gridová Infrastruktura
- Přístup k licencovanému software (Matlab, Mathematica, Gaussian, Fluent, ANSYS, AMBER, atd.)
- Prostedí pro vývoj a testování (PlanetLab) – platforma pro vývoj síťových protokolů a aplikací

### **Ukládání a zálohování dat**

- Datová úložiště – ukládání, zálohování a archivace dat
- Zasílání velkých souborů (FileSender – přes DÚ)
- ownCloud – uložení a synchronizace dat pro individuální uživatele

### **Podpora spolupráce a multimédia**

- Videokonference – komunikace vzdálených uživatelů
- Webkonference – komunikace vzdálených uživatelů s minimálními požadavky na vlastní zařízení
- IP telefonie – telefonní hovory po síti
- Streaming – internetové vysílání akcí a přednášek
- Speciální obrazové přenosy – multimediální přenosy se špičkovými parametry
- Videoarchiv – archiv multimediálních materiálů

### **Správa identit – základ federalizovaných aplikací**

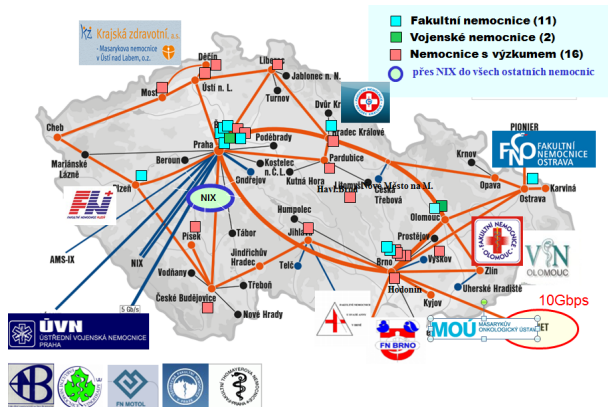
- eduroam – roaming uživatelů, připojení k wifi síti v navštívené organizaci
- eduID.cz – federalizovaný přístup k síťovým službám
- Certifikáty pro uživatele a servery (PKI)

### 3. Aktivity CESNETu ve zdravotnictví

#### 3.1 Přímé spojení účastníků

Do VI CESNET jsou připojeny všechny vysoké školy a tedy i všechny lékařské fakulty. Pozitivní je, že jsou do VI CESNET zapojeny i všechny fakultní nemocnice a další mnohá zdravotnická zařízení. To může na první pohled vypadat zcela přirozené a žádoucí. Fakultní nemocnice jsou v mnoha směrech provázány s lékařskými fakultami, jak personálně, tak teritoriálně, takže by bylo dost nesmyslné, aby nemohly být propojeny i společnou počítačovou sítí. Bohužel naše zákonodárství to tak přirozené nevidí. Zapojení fakult do VI CESNET vyplývá z jejich členství v organizaci CESNET z.s.p.o., zatímco Fakultní nemocnice jsou nezávislé subjekty, které musí o všechny služby soutěžit ve výběrových řízeních, tedy i o připojení do VI CESNET. To samozřejmě platí i pro všechny ostatní nemocnice a zdravotnická zařízení.

To následně vede k tomu, že nemocnice jsou připojeny do Internetu přes mnoho různých ISP (Internet Service Provider) a vytvořit nějaké jednotné prostředí na tomto základě je dost problematické. Z praxe dnes vidíme, že některé ústavy, které do CESNETu připojeny nejsou, mají dnes problémy přenést video data na kongres nebo dokonce spustit videokonferenci se zahraničním partnerem. Mnohé nemocnice jsou připojeny do CESNETu po mnoho let a přesto dnes musí opakovaně hledat cesty, jak toto spojení udržet. My považujeme VI CESNET za unikátní infrastrukturu, která není srovnatelná s pouhým připojováním do Internetu. Uživatelé se připojují do VI CESNET, protože chtějí používat celou infrastrukturu a ne jen její část. Na základě právních analýz jim doporučujeme, aby zájemci o připojení oslovovali CESNET přímo ve výběrovém řízení bez uveřejnění. Problém není jen v tom, že CESNET se nemůže standardních výběrových řízení účastnit, ale CESNET ani nemůže dovolit, aby do jeho infrastruktury (bez jeho svolení), vstupovaly komerční subjekty, které by chtěly takové připojení realizovat. Je to paradox, když stát

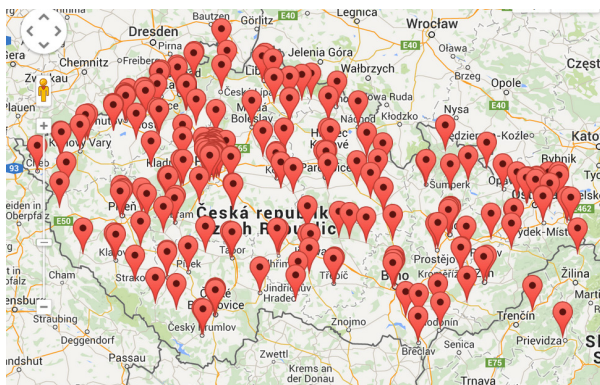


Obrázek 3 – Připojené nemocnice do VI CESNET

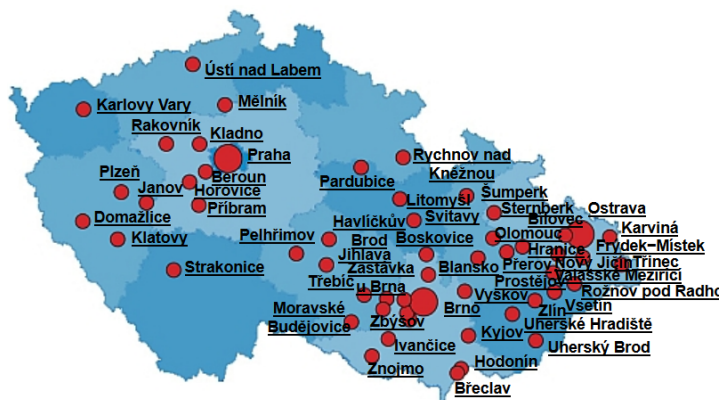
na jedné straně buduje infrastrukturu a na druhé straně ji nedovolí automaticky používat subjektům, které by ji používat mohly.

V následující mapce jsou pro ilustraci zobrazeny všechny velké nemocnice, které jsou do VI CESNET připojeny. Všechny ostatní subjekty se do sítě také dostanou, ale jen prostřednictvím NIX. Takové připojení však umožňuje použít jen omezenou množinu služeb, které CESNET nabízí.

Příkladem použití sítě CESNET pro přímou spolupráci zdravotnických zařízení jsou systémy, které zajišťují interaktivní přenosy radiologických snímků. V ČR existují dva takové systémy ePACS a ReDiMed. Oba systémy spravují organizace, které jsou připojeny do sítě CESNET přímo, VFN Praha (ePACS) a ÚVT MU Brno (RediMed). Podle informací některé nemocnice využívají oba, zřejmě to má své důvody.



Obrázek 4 – Systém ePACS (226 připojených organizací, viz <http://www.epacs.cz/faces/pages/index.xhtml>)



Obrázek 5 – Systém ReDiMed (180 připojených organizací, viz <http://www.medimed.cz/redimed/ucastnici/index.shtml>)

### 3.2 Příklad federalizovaného přístupu k aplikacím

Všichni asi znáte vzdělávací portál MEFANET <http://www.mefanet.cz/>, který nabízí společnou platformu pro prezentaci výukových pomůcek (článků, videí, moodle kurzů, atd.) pro všechny participující lékařské fakulty a další zdravotnické organizace. To je klasický příklad federativního přístupu k problematice. Je založen na službě eduID o které byla řeč v předchozím textu o službách. Každá organizace, která je v tomto systému zapojena, si udržuje vlastní databázi klientů (studentů, učitelů, atd.) a má vlastní databázi výukových materiálů, které jsou stále pod správou toho, kdo je do systému vložil. Avšak používání studijních materiálů je sdílené pro všechny partnery. Tedy přesněji, přístup k materiálům mají jen ti, kterým to jejich mateřská organizace dovolila. Systém tak má značně zjednodušenou správu, šetří náklady na tvorbu, a díky sdílení společných dat zefektivňuje výuku na všech fakultách.



Obrázek 6 – Aplikace eduID v MEFANETu

### 3.3 Speciální přenosy

Na lékařských kongresech, na výročních konferencích odborných komunit lékařů nebo v rámci doškolování lékařů se objevují videa se zajímavými případy operačních postupů nebo dokonce živé přenosy operací. CESNET v posledních několika letech pomohl uskutečnit celou řadu takovýchto přenosů, jak v rámci ČR, tak i do zahraničí. Odborné konference jsou dnes snad jediná událost, na kterou si lékaři – specialisté udělají čas a mají zde příležitost vyměnit si své zkušenosti. Služba integruje použití komunikačních a multimediálních prostředků. Přenáší se obraz (video v různém formátu a kvalitě) i zvuk z různých pracovišť a prostředí do míst, kde se takové akce konají. Nabízíme různý přístup pro různou úroveň a velikost konferencí. CESNET poskytuje tuto službu na objednávku. Je to komplexní služba, kterou lze těžko jinde koupit, a ani CESNET ji často nemůže zajistit jen svými prostředky. Každý typ a velikost konference/workshopu je důležitý nejen pro postup přípravy, ale i pro vlastní provedení.

Bohužel ani v dnešní době nejsou všechny nemocnice vybaveny tak, aby se mohlo říci „zítra budeme přenášet operaci ze sálu X“. V současnosti spolupracujeme jen s několika nemocnicemi, kde to tak je, a příprava přenosu je asi tak rychlá, jako příprava samotné operace. Ve většině případů se musí natahovat speciální spojení (flexibilní optický kabel – patchcord) z nějakého centrálního bodu připojení nemocnice na sál, kde se bude operovat. Ještě horší je situace na druhé straně přenosové cesty, tedy v místě, kde se koná konference nebo workshop. Jde často o velké hotely, kulturní stánky nebo přednáškové místnosti jiných nemocnic nebo universit, avšak připojení těchto míst je také na nízké úrovni, takže kvalitní videosignál se tam nedá přenést bez toho, že by se spoj posílil nebo vybudoval aspoň dočasně spoj nový. To vše potřebuje jistý čas.

Jak už bylo naznačeno, tak velikost konference hraje svoji roli a to především tím, v jakém sále se koná. Velké konference s mnoha sty účastníků potřebují velká plátna a výkonné projektory, které mohou osvitit kvalitním signálem. Je potřeba mít mixážní pulty, které dovolí mixovat několik videosignálů, používat metodu okno v okně apod. Ještě složitější je situace v případě, kdy je potřeba ukázat obraz ve 3D. Jeden z posledních příkladů je např. konference ve Španělském sále Pražského hradu, kde se nedal použít žádný projektor, ale musela se tam postavit diodová stěna 4x12m, která byla dostatečně jasná a také částečně zastínila ohromná okna, která tam jsou po celé jedné stěně. Cena takové projekce je pak také hodně vysoká.

### 3.3.1 Několik technických poznámek

Vývoj v oblasti video přenosů se prudce rozvíjí. A protože vysoké rozlišení je jedním z hlavních parametrů, po kterém lékaři volají, rozlišení videa a kapacita přenosu jsou v přímé úměře, a tak i nároky na přenosové cesty rostou. V minulosti jsme používali pro živé přenosy videokonferenční systémy. Ty pracují s velkou kompresí dat, takže nároky na přenosové cesty nebyly vysoké. Požadované pásmo se pohybovalo v rozsahu od 128 Kb/s do 6 Mb/s podle stupně komprese. Avšak podle našich zkušeností je 4 Mb/s pásmo minimum pro HD rozlišení. Je potřeba si uvědomit, jaký je rozdíl mezi tím, kdy videokonferenční jednotky přenášejí obraz z dobře osvětlených místností a situacemi, kdy je potřeba přenášet obraz z minikamer umístěných uvnitř těla pacienta. Nízká světelnost a vysoká komprese zhoršuje kvalitu a může obraz kompletně znehodnotit. Začali jsme proto používat systémy, které pracují bez komprese. Jedním z takových systémů je DVTS (Digital Video Transport System) [4]. Je to software, který se dá stáhnout a instalovat na jakémkoliv PC. Požadavek na přenos digitálního videa je 30–35 Mb/s. V medicíně našel uplatnění od roku 2004, kdy ho začali intenzivně používat Japonští lékaři z Kyushu University a během krátké doby ho rozšířili ho do celé Asie v rámci aktivit APAN MWG (Asian Pacific Advanced Network – Medical Working Group). My jsme ho používali v letech 2008–2012, protože jsme s touto skupinou aktivně spolupracovali. Pomocí DVTS jsme přenášeli do Japonska a Číny několik operací neurochirurgů z hostování prof. Fukushimy v MNUL v Ústí nad Labem a z Prahy (CENS 2012).

CESNET je nejen servisní organizace, ale zabývá se i výzkumem v oblasti



přenosu dat. V rámci výzkumu byla vyvinuta dvě přenosová zařízení, která mohou zajistit medicínské přenosy v té nejvyšší kvalitě. První z nich je 4KGateway (dříve označované jako MVTP (Modular Video Transfer Platform)). To umožňuje přenos až 8 nezávislých video HD kanálů v obou směrech s minimálním interním zpožděním (pod 2 ms). Dovoluje přenášet 3D obraz v rozlišení 4K. Více na <http://www.infvision.cz/>. Originální zařízení pracuje bez komprese, což má ohromnou výhodu, protože nedochází k žádnému internímu zpoždění, avšak pro takový přenos požaduje použití optického vlákna s kapacitou 10Gbps. Vlastní přenos jednoho full HD signálu potřebuje cca 1,2 Gbps. V případě 3D obrazu 2x1,25 Gbps, atd.) Druhým prostředkem je Ultragrid. To je softwarové řešení, které pracuje také s rozlišením 4K a mnoha dalšími režimy. Jde o volně přístupný software, který lze stáhnout a instalovat do vhodných PC viz <http://www.ultragrid.cz/en>. Obě řešení dnes mohou používat moderní kompresní metody např. JPEG2000, které výrazně snižují požadavky na přenosové pásmo a mohou pracovat na 1Gbps linkách.

### 3.3.2 Příklady realizovaných přenosů

Na několika typických příkladech ukážeme, jaké přenosy jsme v posledních 3 letech pro medicínskou komunitu realizovali. S ohledem na komunitu, kde tento příspěvek přednášíme, nebudeme detailně popisovat, jaké technologie a konfigurace zařízení jsme použili pro jednotlivé přenosy, ale spíše zde ukážeme jen hrubé schéma spojení a výsledek, jak je prezentován účastníkům akce.

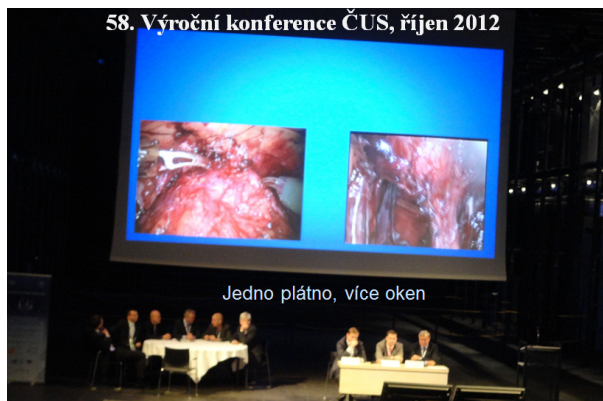
Telemost Ústí nad Labem – Banská Bystrica pro cca 200 účastníků. (Byl promítán 3D záznam operace z robota da Vinci s komentářem operujícího lékaře). Akci dokumentují 3 fotografie (obr. 7). Nejvíce vlevo je vidět celkové uspořádání promítacích pláten, ve středu je pohled na auditorium a diváky s jednoduchými papírovými 3D brýlemi. Vpravo je pak pohled brýlemi diváka na 3D obraz.



Obrázek 7 – Příklady 3D přenosů na kongresy

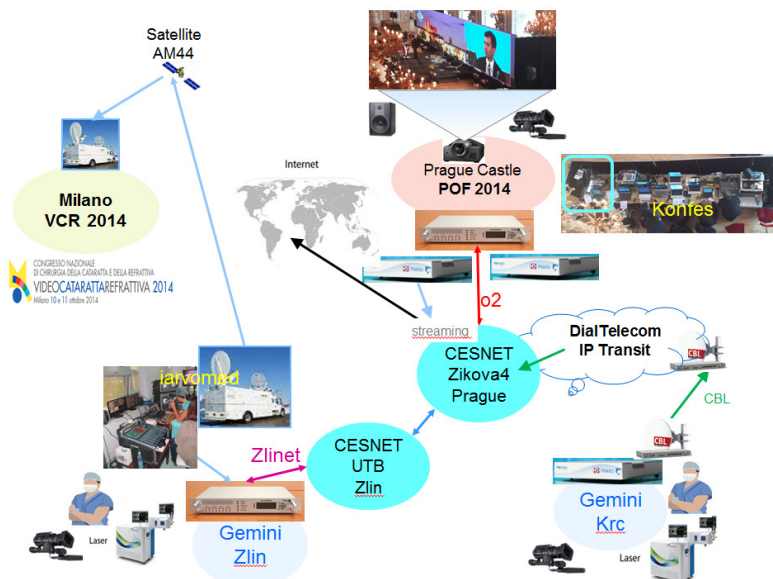
Na podzim 2012 jsme se podíleli na zajištění přenosů pro 58. výroční konferenci urologů, která se konala v nové Ostravské hale „Gong“. Akce byla zajímavá tím, že se organizátoři dohodli, že budou účastníkům promítat současně dvě podobné operace prostaty. Jednu pomocí laparoskopické techniky a druhou pomocí robota da Vinci. Ukázka z prezentace (obr. 8.)

Akce ZOF/POF Zlínský/Pražský optický festival pořádaný firmou Gemini. Konference očních lékařů, které se odehrávají střídavě ve Zlíně a v Praze, CESNET přenášel několikrát. Organizátoři obvykle spolupracují se zahraničními partnery, kteří se na akci aktivně účastní nebo naopak chtějí, aby přenosy, které

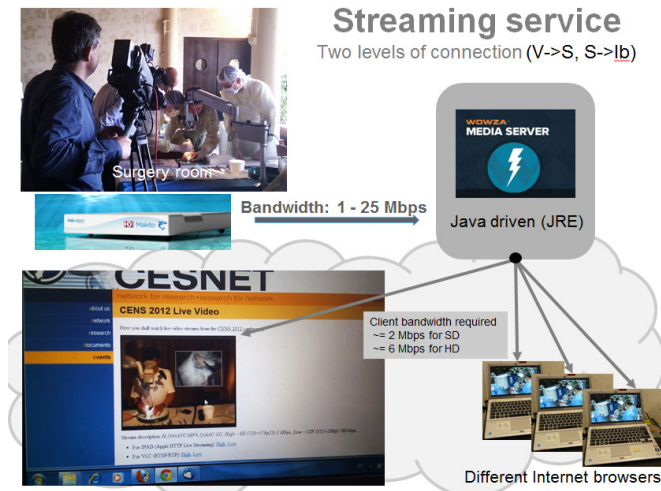


Obrázek 8 – Přenos dvou operací na urologickou konferenci

jsou určeny pro českou konferenci, byly přeneseny do zahraničí, naposledy do Itálie. V podstatě šlo o propojení dvou konferencí s podobným obsahem a ve stejném termínu (POF2014 a VCR2014), kdy jedna probíhala v Praze a druhá v Miláně. Vzhledem k tomu, že Milánská akce byla na místě, kam nedosahuje kvalitní internetové spojení, musel se použít pro přenos satelit. Schéma propojení takovéto akce bylo opravdu dost složité (obr. 9)



Obrázek 9 – Schéma propojení konferencí POF 2014/VCR2014



Obrázek 10 – CESNET streaming servis

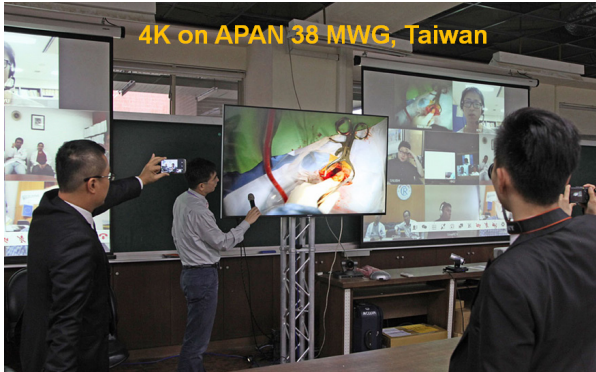
### 3.3.3 Streamování do Internetu

Akce, které mohou mít ohlas na Internetu, se snažíme streamovat. V takových případech vytváříme speciální webovou stránku, která je přístupná z celého světa, a z ní se pak mohou vzdálení účastníci připojit na streamovací server CESNETu, který jim poskytne signál v několika typech rozlišení. Příklad je na následujícím obrázku.

### 3.4 4K a SAGE

V posledních 2 letech jsme se zaměřili na přenosy s rozlišením 4K. Díky popularitě 4K TV přijímačů se 4K formát v medicíně stává velmi žádaným. CESNET je jedním z prvních, kteří se o takové přenosy pokoušejí. Pokud víme, tak další akademičtí partneři jsou Brazilci. V dubnu 2014 jsme se společně s Brazilci účastnili mezinárodních konferencí Internet2 Global Summit v USA (Denver). V létě 2014 jsme pak přenášeli 4K operaci Taiwan, kde se konalo setkání APAN a medicínská pracovní skupina měla téma: 4K v medicíně. V obou případech jsme úspěšně přenášeli operace z MNUL živě. Výsledek byl v obou případech velmi oceněn i přes to, že výsledný obraz se promítal jen na 4K TV s 1,2 m úhlopříčkou. To je samozřejmě užitečné jen pro pozorovatele, kteří stojí a pozorují obraz v okruhu 2 – 3 m. Pro větší konference je potřebné použít velká plátna a 4K projektory, které jsou dost drahé. Situace je zachycena na obrázku (obr. 10).

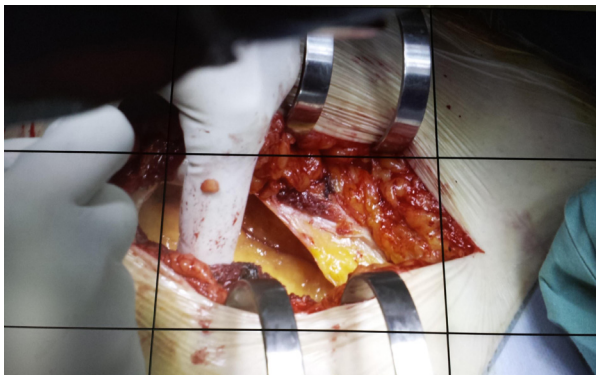
V domácím prostředí, tedy ve společné laboratoři CESNETu a FIT ČVUT, nabízíme zobrazení 4K na stěně SAGE. Stěna dokáže nejen zobrazit obrazy 4K, ale i 8K a větší. Pro ilustraci, jak to vypadá, ukážeme v několika dalších obrázcích.



Obrázek 11 – Přenos operace v rozlišení 4K



Obrázek 12 – Operace na LCD stěně (SAGE)



Obrázek 13 – Operace na LCD stěně (SAGE)

#### 4. Závěr

V článku jsme se snažili ukázat aktivitu CESNETu v oblasti medicíny a naznačit, jakým směrem se může rozvíjet spolupráce s dalšími partnery z oblasti zdravotnictví. Velmi zajímavá spolupráce se ukazuje v oblasti 4K, kde se objevují první lékařské přístroje, které tento typ zobrazení používají. Do budoucna bychom chtěli, aby se do poslucháren na lékařských fakultách dostala zařízení typu SAGE, protože ta dokážou ukázat nitro našeho těla v neskutečných detailech.

#### Literatura

- [1.] *Nové komunikační možnosti sítě CESNET2 pro významné uživatele a jejich spojení v ČR i do zahraničí*, J.Navrátil, V.Novák, I.Hulinský, MEDSOFT 2007, str.157–164, ISBN 978-80-86742-00-7, Agentura Action-M Praha 2007
- [2.] *The da Vinci Surgical System, Intuitive Surgical*, <http://www.intuitivesurgical.com/products/faq/index.aspx>.
- [3.] J. Navrátil, *CESNET Activities for Czech Medicine, 25th APAN Meeting, Hawaii, January 2008*.
- [4.] A. Ogawa, K. Kobayashi, K. Sugiura, O. Nakamura, J. Murai, *Design and Implementation of DV based video over RTP, IEEE Packet Video Workshop, Cagliari, Italy, 2000*.
- [5.] J. Navrátil, M. Sarek, S. Ubik, J. Halak, P. Zejdl, P. Peciva, J. Schraml, *Real-time stereoscopic streaming of robotic surgeries, Healthcom 2011, Columbia, Missouri, USA.*
- [6.] S. Ubik, Z. Travnicek, P. Zejdl, J. Halak. "Remote Access to 3D Models for Research, Engineering, and Art", *EEE Multimedia*, Vol. 19, No. 4, Oct.-Dec. 2012.

#### Kontakt:

**Jiří Navrátil, Ing., CSc.**

email: [jiri@cesnet.cz](mailto:jiri@cesnet.cz)

**Sven Ubik, Ing. PhD.**

email: [ubik@cesnet.cz](mailto:ubik@cesnet.cz)

**Radovan Igliar, Ing.**

email: [radovan.igliar@cesnet.cz](mailto:radovan.igliar@cesnet.cz)

CESNET z.s.p.o

Zikova 4

160 00 Praha 6

<http://www.cesnet.cz>

**Pavel Pečiva, KZ a.s.**

Sociální péče 3316/12A

401 13, Ústí nad Labem

email: [Pavel.Peciva@KZCR.EU](mailto:Pavel.Peciva@KZCR.EU)

<http://www.kzcr.eu/>