

REALIZACE

ELI – Laserový unikát v betonovém obalu

Komplex budov Mezinárodního (výzkumného) laserového (centra) navržený mezinárodní architektonickou kanceláří Bogle Architects ve spolupráci s inženýrskou kanceláří AED project stihla za necelý rok od uvedení do provozu získat prestižní titul „Nejlepší stavba roku pro průmysl“ na MIPIM Awards 2016 v Cannes i ocenění v Grand Prix Architectů. Moderní architektonická obálka navíc ukrývá špičkové technologie skryté v promyšlené unikátní konstrukci. Betony na stavbu dodávala společnost Českomoravský beton.

Projekt Extreme Light Infrastructure (ELI) je součástí evropského plánu na vybudování nové generace velkých výzkumných zařízení vybraných Evropským strategickým fórem pro výzkumné infrastruktury (ESFRI). ELI je nejmodernějším laserovým zařízením na světě. Vývojové centrum přináší nové poznatky potenciálně využitelné v lékařském zobrazování a diagnostice, při konstrukci nástrojů pro vývoj a testování nových materiálů, v rentgenové optice atd. Navíc slouží jako atraktivní platforma pro výchovu nové generace doktorandů, vědců a inženýrů. Česká republika se tak díky projektu stává hostitelskou zemí špičkového meziná-

rodního výzkumu, což k nám perspektivně přiláká další investice do vyspělých technologií s vysokou přidanou hodnotou.

Projekt

Autoři koncipovali výzkumné centrum jako školní areál. Skládá se ze čtyř samostatných budov: kanceláří, laboratoří, multifunkčního prostoru s posluchárnou a kavárnou a laserovou halou. Jádrem ELI je betonový „box“ o velikosti fotbalového hřiště, který slouží právě jako centrum pro laserové pokusy. Lasery instalované v areálu budou použity na výzkum v oblasti materiálních a technických věd, medicíny, biologie, chemie, farmacie a astrofyziky. Nová generace laserové technologie výraz-

ně přispěje k diagnóze a léčbě rakoviny. Objekt navrhl tým architektů pod vedením Viktorie Součkové z pobočky pražské architektonické kanceláře Bogle Architects. Centrum tvoří administrativní a multifunkční budova, které spojuje vstupní atrium (objekt A), laserová budova s laboratořemi (objekt B) a hospodářství technických plynů a technologie chlazení (objekt C). Laserová budova s laboratořemi je nejrozsáhlejší. Budova A je složena z několika menších celků a tvoří tak kontrast vůči kompaktnímu tvaru budovy B. To je navíc podpořeno v její východní části, kde jsou horní podlaží vykonzolovaná.

Kancelářská a multifunkční budova, vstupní atrium (objekt A)

Hlavní vstup do komplexu je situován do proskleného vstupního atria o světlé výšce přes tři nadzemní podlaží. Na atrium pak navazují objekty kancelářské a multifunkční budovy, které jsou propojeny ve vstupním atriu lávkami. Na jižní fasádě atria je přístup na venkovní dvoranu a z ní na návštěvnickou galerii v laserové budově. Kancelářská budova je pak v každém nadzemním podlaží propojena s budovou laboratoří. V jejím středním traktu jsou tři malá atria, která umožňují přístup světla do budovy a přirozené větrání. Multifunkční objekt plní několik funkcí, nachází se tu jídelna s kuchyní, kanceláře, přednáškový sál, učebna, jednací místnosti a knihovna.

Nároží kancelářské části centra ELI





Vstupní prostory laserového centra

Laboratoře (objekt B)

Objekt má dvě podzemní a tři nadzemní podlaží, uprostřed budovy je atrium se střešním světlíkem. Na úrovni střechy je nástavba pro kotelnu, rozvodnu vytápění a chlazení a strojovnu nákladního výtahu. Při západní fasádě jsou kanceláře a laboratoře pro hostující vědecké týmy, v podzemí místnosti technologického zařízení budovy a další laboratoře. Ve dvou středních traktech jsou malá atria. V traktu při východní stěně se nacházejí prostory, jejichž funkce nevyžaduje nebo vylučuje denní osvětlení, například specializované dílny a laboratoře, velíny, místnosti ultrasonického čištění, materiálové a osobní propusti do čistých prostor.

Laserová budova (objekt B)

Spodní stavba má rozměry 110 x 71 m, horní stavba je půdorysně menší (80 x 48 m). Na jihu a severu jsou k budově přisazeny tři schodišťové věže, další tři jsou po obvodu rozšířeného suterénu a nad terén vystupují jako samostatné objekty. S budovou laboratoří je objekt propojen na úrovni 2. PP a 1. a 3. NP. Na severní fasádě je vstup na návštěvnickou galerii. V budově jsou umístěny zejména experimentální haly a jejich velíny, místnosti laserové technologie a podpůrných systémů a technická místnost kapalného dusíku. Z hlediska provozu má tři zóny: experimentální haly v suterénech, místnosti laserů a související technologie v nadzemních podlažích a strojovny technických zařízení budovy v bočních traktech.

Strojovna chlazení a technických plynů (objekt C)

Budova se nachází jižně od budovy B. Zahrnuje nezbytné technologické zařízení potřebné pro provoz ELI, zejména strojov-

nu chlazení a strojovnu technických plynů. S ostatními objekty je spojena jednak podzemním vedením chladicího potrubí a jednak kanálem pro vedení technických plynů.

Stavba objektů A

Multifunkční a kancelářská budova mají železobetonový skelet, jsou nepodsklepené. Vstupní atrium má střechu se světlíky, střešní plášť podepírá ocelová konstrukce, tvořená ocelovými sloupy a vazníky. Ocelová konstrukce střechy se kotvila do betonových atik kancelářské a multifunkční budovy. Konstrukce lávek je z ocelových průvlaků s plechobetonovou deskou. Na objektu A je několik fasádních systémů. Provětrávaná fasáda z desek bond je bez parapetů, s vertikálním členěním přerušeným páskem v rovině stropních desek. Na západní fasádě kancelářské

budovy jsou osazeny svislé hliníkové stínicí prvky. Multifunkční budova má zčásti obklad horizontálním dřevěným laťováním, další typ provětrávané fasády tvoří cementovláknité desky s vertikálním členěním. Systémová celoprosklená fasáda atria má hliníkovou nosnou konstrukci a hliníkové profily s pohledovou šířkou 60 mm.

Stavební část B

Budovu laboratoří tvoří železobetonový skelet, její obvodový plášť má provětrávanou fasádu se zavěšenými deskami typu bond. Na západní fasádě jsou svislé hliníkové stínicí prvky. Laserová budova je rozdělena na tři pásy – ve středním se nachází jádro centra ELI s laserovou technologií a experimentálními prostory, na severu a na jihu k němu přiléhá pás se strojovny TZB. Tyto tři pásy jsou důsledně dilatovány po celé výšce konstrukce z důvodu omezení přenosů vibrací ze strojoven do experimentálních prostor. U laserové haly je také provětrávaná fasáda ze zavěšených systémových desek, tepelná izolace je z desek Rockwool Superrock. Vzduchová mezera má tloušťku 60–70 mm a její provětrání zajišťují spára v patě nad soklem a spára pod atikovými plechy.

Atypická řešení

Hydroizolace spodní stavby: Základová spára objektu B se nachází cca 7 m pod hladinou podzemní vody. Bylo nutné navrhovat hydroizolaci proti tlakové vodě. Požadavkem zadavatele bylo vybudovat dva nezávislé 100% funkční systémy ochrany proti spodní tlakové vodě. Prvním systémem je soustava povlakových izolací z asfaltových hydroizolačních pásů, druhým vodotěsná vana tvořená železobetonovou konstrukcí spodní stavby. Pro zajištění stability stavby při vztlaku podzemní vody se objekt kotvil pomocí



Atrium v kancelářské části

MEZINÁRODNÍ VÝZKUMNÉ LASEROVÉ CENTRUM ELI

Místo: Dolní Břežany

Investor: Fyzikální ústav Akademie věd ČR, v. v. i.

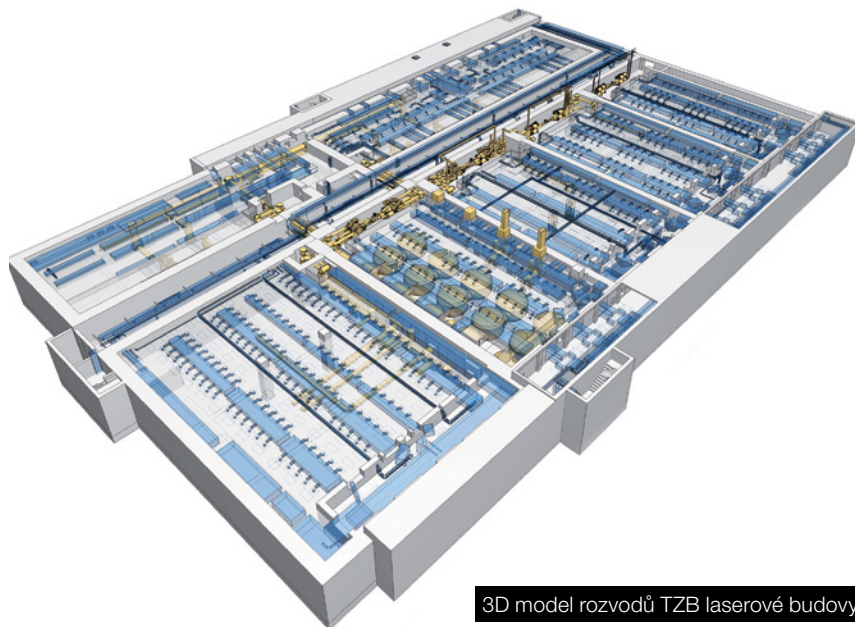
Stavební dokumentace: AED project, a. s.; předchozí stupně dokumentace: Hamiltons Architects Masterplanners, London – Ian Bogle, Holm Bethge; Hamiltons Prague – Oliver Blumschein

Generální dodavatel stavby: Sdružení MVO – ELI II – Metrostav, a. s., VCES, a. s., OHL ŽS, a. s.

Budova A: zastavěná plocha 2418 m²; plocha půdorysu 2564 m²; obestavěný prostor 34 328 m³

Budova B: zastavěná plocha: 4978 m²; zastavěná plocha spodní stavby 8854 m²; obestavěný prostor (včetně obvodových konstrukcí) 147 515 m³

Náklady: 6,8 miliardy Kč (částku 5,8 miliardy Kč zaplatí EU)



3D model rozvodů TZB laserové budovy

tahových mikropilot. Pod laserovou budovou je základová deska o tloušťce 800 mm, zesílena byla na 1000 mm pod sloupy a nosnými stěnami. Strojovny vzduchotechniky jsou založeny na základové desce o tloušťce 1000 mm z důvodu snížení přenosu vibrací z technologického zařízení do skalního podloží.

Ochrana proti vibracím: Vzhledem k umístění citlivých laserových systémů bylo nutné chránit budovu před vibračním zatížením nejen od instalované technologie včetně TZB, ale i od vibrací seizmických, od dopravy, zatížení větrem aj dalších. Bylo třeba navrhnout vysoce stabilní budovu, což vedlo k projektu masivních železobetonových konstrukcí tlustých místy až 1,6 m. Kromě toho bylo nutné řešit všechny stavební detaily i detaily osazení veškerých zařízení s důslednou ochranou proti vibracím.

Stínění proti ionizujícímu záření: Při experimentech dochází k ionizujícímu záření, před kterým je nutné chránit zaměstnance i okolí stavby. Smyslem návrhu stínících opatření bylo umožnit pobyt pracovníků v místnostech přilehlých k experimentálními halám ve 2. PP v průběhu pokusů. Základním prvkem opatření jsou tedy zesílené železobetonové stěny a stropy. Část konstrukcí byla na přání zadavatele navržena tak, aby bylo možné jejich přebudování, tyto jsou proto z betonových stínících bloků o objemové hmotnosti až 3450 kg/m³.

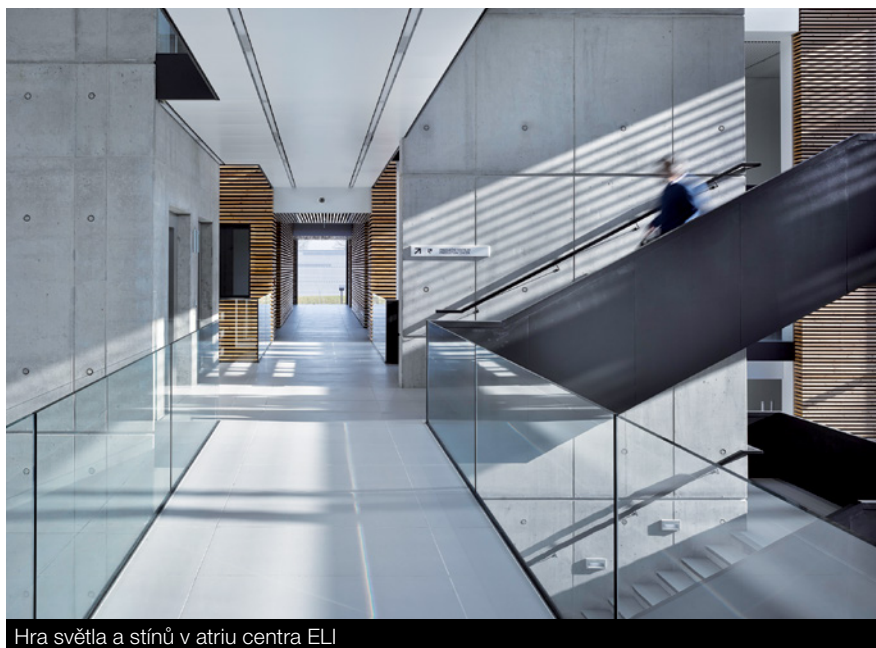
Pro zamezení ionizujícího záření bylo nutné navrhnout i úpravy veškerých prostupů mezi experimentálními a chráněnými prostory. Pro každý prostup v budově byly zhotoveny speciální ocelové pozinkované pažnice, které se vkládaly přímo do bednění před betonáží. Jejich příruby jsou opatřeny závit v přesné

rozteči, jež slouží ke kotvení laserových technologií, které prostupkami povedou. Prostupky jsou na hraničních konstrukcích vyplněny stínícím materiálem z důvodu ochrany před ionizujícím zářením. Přítomnost ionizujícího záření bylo třeba řešit mj. v systému chlazení. V rozvodech chladicí vody pro experimentální prostory se používá tzv. demineralizovaná voda, proto byl vytvořen samostatný uzavřený systém pro chlazení touto vodou, kterou je nutné po určité kontaminaci pravidelně měnit a celý rozvod při výměně vyčistit.

Stínění proti elektromagnetickému pulzu (EMP): Dalším vedlejším efektem laserových pokusů je vznik elektromagnetického pulzu. Úkolem projektanta bylo ochránit budovu, veškerá zařízení a osoby před jeho působením. Bylo navrženo několik opatření:

▲ důsledné a zcela nadstandardní uzemnění budovy projektované právě na účinky EMP. Během výstavby proběhlo několik pokusů pro ověření funkčnosti uzemnění, při kterých se zemnicí síť zatěžovala impulzy od rázového generátoru zcela mimořádného výkonu.

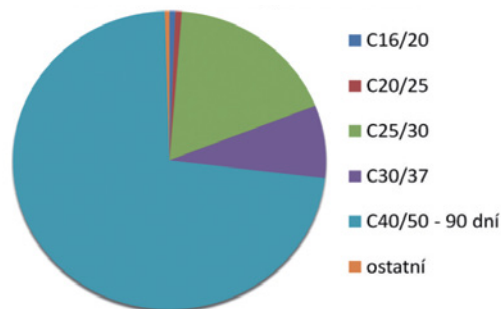
▲ Dalším navazujícím opatřením je uzemnění veškerých kovových prvků instalovaných v prostorách zatížených EMP (včetně těch nejmenších kovových prvků). Instalace stínících prvků do již zmíněných pažnic – pažnice jsou opatřeny stínícími kovovými krycími deskami. V pažnicích, kterými prochází trubní a kabelové rozvody, byly použity speciální, na míru navrhované stínící průchodky. Zároveň byla také provedena opatření proti přenosu EMP na veškerých procházejících rozvodech. U vzduchotechniky se vkládaly tzv. EMP mřížky, kovové trubní rozvody byly přerušeny v místech



Hra světla a stínů v atriu centra ELI

POUŽITÉ BETONY, SKUPINA ČESKOMORAVSKÝ BETON

Na dodávaný beton do masivní konstrukce stěn a desek byly kladeny vysoké nároky z důvodu funkčního požadavku na stínění proti ionizujícímu záření a vibracím. Jako rozhodující pro výstavbu a zkoušení byl určen beton C 40/50 – 90 dní s cementem CEM III/B – 32,5 N – LH/SV ze závodu ČMC v Mokré. Betony byly míchány na betonárně TBG Metrostav v Písnici (člen skupiny Českomoravský beton). Na základě výsledků řady zkoušek byly vyrobeny čtyři varianty betonu, které se aplikovaly v různých částech konstrukce, podle požadavku stavby. Před započítím betonáží prošly všechny betony zkouškou na modelech konstrukce 1 : 1.



prostupů EMP odolnými materiály. Dalším ochranným opatřením proti EMP je vedení veškeré kabelové instalace v experimentálních prostorách v ocelových trubkách. Všechny přístroje včetně svítidel nebo reproduktorů požárního rozhlasu musely být v těchto prostorách zkoušeny na odolnost proti EMP, případně chráněny speciální EMP mřížkou.

Čisté prostory: Všechny experimentální a laserové prostory včetně některých prostor v budově laboratoří jsou navrženy jako tzv. čisté prostory, jejichž úroveň se hodnotí podle počtu prachových částic. To vyžadovalo jednak speciální dispoziční řešení, zajišťující ochranu těchto prostor před kontaminací, dále vytvoření trvalého přetlaku vzduchotechnikou, instalaci vzduchotechniky s čistícími filtry, včetně správného návrhu systému větrání s patřičným rozmístěním koncových elementů a návrhových rychlostí vzduchu. Čisté prostory si vyžádaly také speciální řešení

všech detailů tak, aby bylo minimalizováno usazování nečistot a zároveň zajištěna čistitelnost veškerých povrchů speciálními, většinou agresivními čistícími prostředky. Všechny prvky a materiály v těchto prostorách musely mít atesty pro použití pro tzv. čisté prostory.

Tepelná a vlhkostní stabilita budovy:

V experimentálních prostorách bylo třeba zajistit mimořádně tepelně a vlhkostně stabilní prostředí. Podle těchto požadavků bylo navrženo jak vytápění, chlazení a větrání budovy, tak veškeré obvodové konstrukce, které se projektovaly a posuzovaly ve 3D modelu.

Instalace speciálních technologií:

V neposlední řadě je třeba zmínit instalaci některých technologií potřebných pro experimentální provoz, jako je potrubí pro rozvod vakua včetně umístění vývěv, rozvody některých technických plynů, jako je kapalný dusík, plynný dusík, stlačený vzduch. Zároveň jsou v experimentálních

VÝSTAVBA

Unikátnost celého objektu se samozřejmě projevila i při samotné výstavbě. Základová deska laboratoří má tloušťku 700 mm, základová deska laserové haly s přílehlými prostory 800 mm a je pod sloupky a stěnami zesílena nahoru na 1000 mm. Obvyklá tloušťka stěn je 1200 mm, v místech ionizačního záření mají stěny tloušťku 1600 mm. Stropy nad laserovou halou jsou silné 1600 mm, nad experimentálními místnostmi tvoří strop obvykle komůrková konstrukce o tloušťce 1500 mm. Všechny desky byly betonovány na celou výšku konstrukce. Prostupy v železobetonových stěnách a stropních konstrukcích jsou opatřeny chráničkami různých složitých tvarů.

a laserových halách rozmístěny skříně s možností umístění lahví s dalšími druhy plynů včetně plynů výbušných a bylo nutné řešit jejich umístění společně s požadovanými vývody elektro, chlazení, vakua a dalších. ■

