

STAVEBNÍ PARTNER

E-Magazín 1/2018



EVROPSKÁ UNIE
Evropský fond pro regionální rozvoj
Operační program Podnikání
a inovace pro konkurenceschopnost



NÁRODNÍ DŘEVAŘSKÝ KLASTR, z.s.

Otakara Jeremiáše 6235/38

708 00 Ostrava-Poruba

tel.: +420 558 272 430

e-mail: info@wood-cluster.cz

www.wood-cluster.cz

**VÝZKUM · VÝVOJ · INOVACE · ODBORNÉ VZDĚLÁVÁNÍ · STÁŽE · KONFERENCE
VÝSTAVY · SEMINÁŘE · MEZINÁRODNÍ SPOLUPRÁCE**

Výzkumné inovační centrum

- dlouhodobé zkoumání a monitorování objektu
- unikátní učební pomůcka postavená v měřítku 1:1
- organizace workshopů

Vývojové a odborné centrum

- vývojové a vzdělávací aktivity
- transfer znalostí z výzkumu do praxe
- motivace žáků ke studiu dřevozpracujících a stavebních oborů

Střediska praxe klastru

- rozvoj odborné kvalifikace a zručnosti žáků
- práce žáků s novými technologiemi
- zvýšení zájmu žáků o praktické vyučování

Školící středisko

- další vzdělávání pracovníků ve školství
- semináře pro odbornou veřejnost
- vzdělávání široké veřejnosti

Mezinárodní spolupráce

- spolupráce s výzkumnou organizací Fraunhofer IWU
- mezinárodní klastrové sítě
- exportní strategie pro nové tržní destinace

Marketing a propagace

- publikační činnost
- akce pro veřejnost
- veletrhy, výstavy, konference



EVROPSKÁ UNIE
Evropský fond pro regionální rozvoj
Operační program Podnikání
a inovace pro konkurenceschopnost

VZNIK KLASTRU A JEHO ČINNOST

Národní dřevařský klastř, z.s. (dříve Moravskoslezský dřevařský klastř, o.s.) vznikl jako jedna z prvních klastrových iniciativ v České republice na základě výsledku projektu – vyhledávací studie, jehož garantem a nositelem bylo Sdružení pro rozvoj Moravskoslezského kraje. Při mapování klastrového potenciálu regionu se po důkladné analýze ukázal dřevozpracující průmysl jako jeden z klíčových faktorů konkurenceschopnosti Moravskoslezského regionu.

Členskou základnu tvoří soukromé podniky, zástupci středních a vysokých škol a další instituce, jejichž společným jmenovatelem je podnikání a činnost úzce spojená s dřevozpracujícím průmyslem, stavebnictvím a příbuznými nebo navazujícími obory. Společně pak tyto členové pokrývají celý hodnotový řetězec dřevozpracujícího průmyslu od pěstování dřevní hmoty a její těžbu, přes následné zpracování a výrobu produktů s vysokou přidanou hodnotou až po služby z oblasti podpory, rozvoje spolupráce a vzdělávání.

Členové aktivně spolupracují na realizaci společných projektů v oblastech výzkumu, vývoje, inovací, vzdělávání a propagace. Hlavním cílem je inovovat a dále rozvíjet dřevařský klastř o aktivity, které zlepšují podmínky pro podnikání v dřevozpracujícím průmyslu a posilují vazby mezi výzkumem, vysokými školami a podnikatelskou sférou.

CÍLE

Vytvořit a rozvíjet funkční uskupení dřevařských firem, jejich subdodavatelů a poskytovatelů služeb, které bude působit na zlepšení podmínek pro podnikání v dřevozpracujícím a stavebním průmyslu a posilovat vazby mezi výzkumem, vysokými školami a podnikatelskou sférou. Stát se jedním z vůdčích subjektů smysluplné spolupráce při rozvoji stavebnictví v ČR a prosazovat dřevo jako ekologický materiál ve stavebnictví.

VIZE

- podporovat expanzi stávajících členů klastru, jejich podnikání a získávání dotací
- podílet se na výzkumu a rozvoji inovací v oblasti dřevěných materiálů, konstrukcí a dřevostaveb
- analyzovat nové trendy, výrobní procesy a podporovat inovace a nové technologie
- podporovat rozvoj lidských zdrojů, zvyšování kvalifikace
- popularizaci dřevozpracujících a stavebních studijních oborů
- posilovat mezinárodní spolupráci, hledání nových příležitostí a partnerů pro mezinárodní expanzi



www.wood-cluster.cz



Spolupráce se středními školami

Cílem spolupráce je oživení praktické výuky zaměřené na dřevozpracující a stavební obory na základě potřeb potencionálních zaměstnavatelů.

- rozvoj odborné kvalifikace a zručnosti žáků
- práce s novými technologiemi
- spolupráce žáků s odborníky z firem
- odborné konzultace
- zvýšení zájmu žáků o praktické vyučování

PARTNEŘI:

- Střední škola stavební a dřevozpracující, Ostrava, www.soustav-ostrava.cz
- Střední průmyslová škola, Hranice, www.spshranice.cz
- Střední škola nábytkářská a obchodní, Bystřice pod Hostýnem, www.ssno.cz
- Střední škola řemesel, Frýdek-Místek, www.ssremesel.cz
- Střední odborná škola, Frýdek-Místek, www.sosfm.cz
- Střední odborná škola sv. Jozefa Robotníka, Žilina, www.sos.sdb.sk

INFORMACE O PROJEKTU



INTERREG V-A
SLOVENSKÁ REPUBLIKA
ČESKÁ REPUBLIKA



EURÓPSKA ÚNIA
EURÓPSKY FOND
REGIONÁLNEHO ROZVOJA
SPOLOČNE BEZ HRANÍC

ROZVOJ STAVEBNÍCH OBORŮ V ČESKO-SLOVENSKÉM PŘÍHRANIČÍ

Operační program INTERREG V-A SK-CZ

Realizace: 1. 1. 2018 – 31. 12. 2019

Rozpočet: 218 616 EUR

Spolufinancování z EU: 85%

Dřevozpracující a stavební průmysl, podobně jako další průmyslová odvětví, je závislý na kvalifikované, odborné a kvalitně připravené pracovní síle. Významnou oblastí činnosti NÁRODNÍ DŘEVAŘSKÉHO KLAŠTRU jsou proto také aktivity a projekty, které zkvalitňují a rozvíjí výuku dřevozpracujících a stavebních studijních oborů na všech úrovních – od učebních oborů až po vysokoškolské studijní programy. Ke stěžejním činnostem, které napomáhají zastavit nepříznivý trend ve vzdělávání tohoto průmyslového odvětví, patří rozšiřování praktických poznatků studentů a žáků formou interaktivních workshopů, seminářů, odborných praxí, exkurzí a stáží ve firmách. Další oblastí je rozvoj profesního vzdělávání a posílení odborných kompetencí pedagogických pracovníků při výuce získáním informací o nových materiálech, technologiích a zařízeních. Vzhledem k tomu, že příhraniční region mezi Ostravou a Žilinou v podhůří Beskyd má bohaté zásoby dřeva a dlouhodobou tradici ve zpracování této suroviny, rozšířili jsme novou spolupráci také mezi příhraničními středními školami a zaměstnavateli.

Odborná příprava žáků bude probíhat na strojním vybavení i software pro navrhování staveb, interiérů a nábytku včetně kalkulací cen, spotřeby materiálů a generování výrobních postupů s optimalizací nářezových plánů. Společná praktická výuka bude zaměřena na rozvoj odborné kvalifikace žáků, jejich zručnost a schopnost postupovat samostatně tak, aby co nejvíce vyhověli potřebám zadavatele práce daného regionu.

Výměna zkušeností, získání nových informací a kvalitní příprava praktické výuky s důrazem na potřeby dřevozpracujících a stavebních firem přispěje k uplatnitelnosti absolventů dřevařských oborů a tím i k zvýšení konkurenceschopnosti zaměstnavatelů na česko-slovenském příhraničí.

PROJEKTOVÝ MANAŽER:

- Ludmila Maková, e-mail: l.makova@wood-cluster.cz



EVROPSKÁ UNIE
Evropský fond pro regionální rozvoj
Operační program Podnikání
a inovace pro konkurenceschopnost



prof. Ing. Darja Kubečková, Ph.D.
Akademický pracovník

VŠB-TU Ostrava
Fakulta stavební
Katedra pozemního stavitelství

tel.: +420 597 321 306
e-mail: darja.kubeckova@vsb.cz



doc. Ing. Antonín Lokaj, Ph.D.
Akademický pracovník

VŠB-TU Ostrava
Fakulta stavební
Katedra konstrukcí

tel.: + 420 597 321 302
e-mail: antonin.lokaj@vsb.cz



doc. Ing. Jiří Brožovský, Ph.D.
Akademický pracovník

VŠB-TU Ostrava
Fakulta stavební
Katedra stavební mechaniky

tel.: + 420 597 321 321
e-mail: jiri.brozovsky@vsb.cz



doc. Dr. Ing. Pavel Král
Akademický pracovník

Mendelova univerzita v Brně
Lesnická a dřevařská fakulta
Ústav nauky o dřevě

tel.: + 420 545 134 160
e-mail: kral@mendelu.cz



doc. Dr. Ing. Zdeňka Havířová
Akademický pracovník

Mendelova univerzita v Brně
Lesnická a dřevařská fakulta
Ústav dřevařských technologií

tel.: +420 545 134 086
e-mail: havirova@mendelu.cz



Ing. Pavla Kotásková, Ph.D.
Akademický pracovník

Mendelova univerzita v Brně
Lesnická a dřevařská fakulta
Ústav inženýrských staveb, tvorby a ochrany krajiny

tel.: +420 545 134 010
e-mail: pavla.kotaskova@mendelu.cz



Ing. Kristýna Vavrušová, Ph.D.
Akademický pracovník

VŠB-TU Ostrava
Fakulta stavební
Katedra konstrukcí

tel.: +420 596 991 375
e-mail: kristyna.vavrusova@vsb.cz



Ing. Jiří Labudek, Ph.D.
Akademický pracovník

VŠB-TU Ostrava
Fakulta stavební
Katedra prostředí staveb a TZB

tel.: +420 597 321 975
e-mail: jiri.labudek@vsb.cz



Ing. Miroslav Vacula
Vedoucí vývoje

CIDEM Hranice, a.s.,
divize CETRIS

tel.: +420 581 676 393
e-mail: vacula@cetris.cz



Ing. Jitka Čechová
Akademický pracovník

Mendelova univerzita v Brně
Lesnická a dřevařská fakulta
Ústav základního zpracování dřeva

tel.: +420 545 134 162
e-mail: cech@mendelu.cz



Ing. et Ing. Jan Klepárník, Ph.D.
Akademický pracovník

Mendelova univerzita v Brně
Lesnická a dřevařská fakulta
Ústav techniky

tel.: +420 545 134 155
e-mail: jan.kleparnik@mendelu.cz



Ing. Pavla Mocová
Akademický pracovník

Mendelova univerzita v Brně
Lesnická a dřevařská fakulta
Ústav dřevařských technologií

tel.: +420 545 134 013
e-mail: pavla.mocova@mendelu.cz

STAVEBNÍ PARTNER

číslo 1, rok 2018
článek č. 1

MAREK JAŠEK, KATEŘINA KUBENKOVÁ, JIŘÍ LABUDEK
ÚPRAVA DIFÚZNÍCH VLASTNOSTÍ OSB DESEK

ABSTRAKT

Pasivní domy patří do kategorie budov, které mají velmi nízkou spotřebu energie na vytápění budovy. Jejich celkovou energetickou náročnost z konstrukčního hlediska ovlivňuje však řada ukazatelů, mezi něž patří: stavební řešení konstrukcí na systémové hranici budovy a jejich skladba, druhy použitých materiálů pro konstrukce na systémové hranici budova. Při návrhu objektu pasivního charakteru se přednostně snažíme využívat solárních (sluneční záření) a vnitřních zisků. Ale vzhledem ke klimatickým podmínkám ve Střední Evropě musíme v extrémnějších podmínkách využívat i vlastní promyšlený systém vytápění. Tento systém vytápění je nutno vždy posoudit efektivitu a realizovatelnost. V současné době však přibývá stavebníků, kteří se zajímají i o stránku ochrany životního prostředí v souvislosti s volbou systému a materiálů pro pasivní domy. Energeticky úsporná výstavba a vytápění mohou výrazně přispět k potřebnému snížení emisí oxidu uhličitého - a tím i k ochraně zemské atmosféry.

Průspěvek pojednává o posouzení variant systému vytápění rodinného domu pasivního charakteru z hlediska vztahu k životnímu prostředí, tak i z hlediska ekonomického.

KLÍČOVÁ SLOVA

Pasivní domy, systém vytápění, environmentální aspekt.

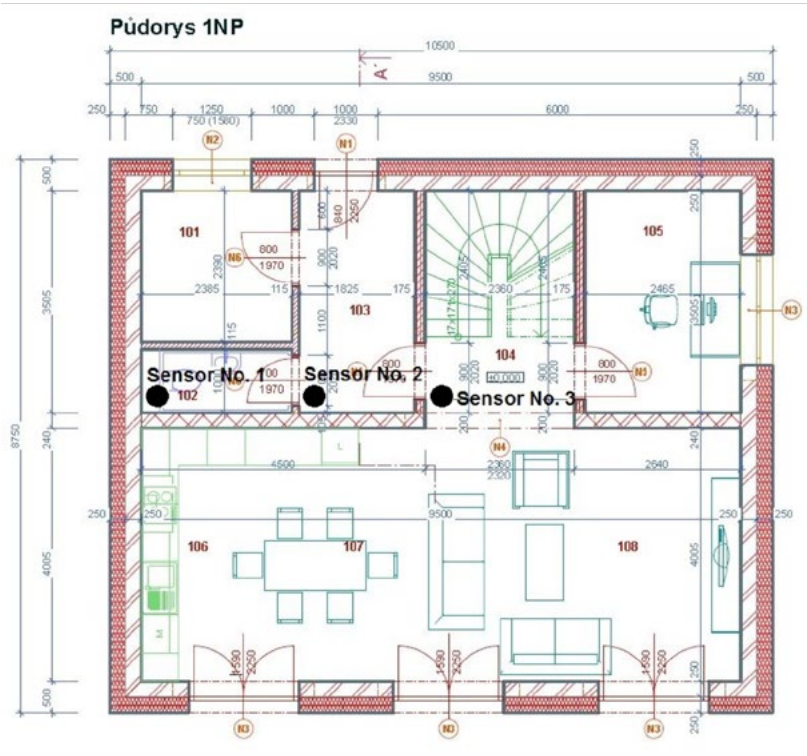
1 ÚVOD

Článek pojednává o posouzení variant zdrojů systému vytápění a ohřevu teplé vody nejen z hlediska neobnovitelné primární energie, ale i z hlediska ekonomického. Hodnocení je provedeno na objektu rodinného dvoupodlažního domu s vnějšími rozměry 10,5 x 8,75 m (včetně zateplení) postaveného v pasivním standardu v Moravskoslezském kraji. Jedná se o budovu s pultovou střechou o spádu 5°. Obvodové zdivo je navrženo z keramických bloků o tloušťce 250 mm, vnitřní nosné zdivo tl. 240 mm. Obvodové zdivo je zatepleno tepelnou izolací z pěnového polystyrénu s příměsí grafitu tl. 250 mm (součinitel prostupu tepla pro obvodové stěny 0,09 W·m-2·K-1). Střešní plášť je zateplen tepelnou izolací z minerální vlny o tloušťce 400 mm (součinitel prostupu tepla střechy 0,10 W·m-2·K-1). Podlaha na zemině je zateplena ze strany zeminy tepelnou izolací z pěnového skla tl. 400 mm (součinitel prostupu tepla podlahy na terénu 0,12 W·m-2·K-1). Okenní a balkonové otvory jsou plastové s izolačním trojsklem se součinitelem prostupu tepla okna max. 0,80 W·m-2·K-1. Vstupní dveře také plastové se součinitelem prostupu tepla vstupních dveří 0,90 W·m-2·K-1 [1]. Větrání objektu je nucené s rekuperační jednotkou [2]. Otopný systém je proveden jako velkoplošný sálavý - podlahové vytápění, s maximálním teplotním spádem 45/35°C.

Ing. Marek JAŠEK, Ph.D., Ing. Kateřina KUBENKOVÁ, Ph.D., Ing. Jiří LABUDEK, Ph.D.

VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební (FAST) 17. Listopadu 15/2172, 708 33 Ostrava - Poruba
e-mail: marek.jasek@vsb.cz, katerina.kubenkova@vsb.cz, jiri.labudek@vsb.cz,

Celková energeticky vztažná podlahová plocha je 183,75 m², celková podlahová plocha (z vnitřních rozměrů) 147,25 m². Celkový obestavěný objem vytápěných prostor je 634 m³. Měrná roční potřeba tepla na vytápění pasivního domu EA vychází 14 kWh·m-2·a-1 [3, 4].



Obr. 1: Půdorys rodinného domu

2 ENVIROMENTÁLNÍ VYHODNOCENÍ

Pro případ realizace novostaveb je stavebník povinen splnit požadavky na energetickou náročnost budovy, která se v ČR dokládá tzv. průkazem energetické náročnosti budovy (dale jen PENB), zpracovaným dle zákona č. 406/2000 Sb. a vyhlášky č. 78/2013. Součástí PENB je hodnocení ukazatelů energetické náročnosti budovy. Jedním z ukazatelů, který je nutné splnit pro novostavby vytápěných budov, je neobnovitelná primární energie za rok. Neobnovitelná primární energie za rok pro hodnocenou budovu se stanovuje jako součet součinů dodané energie v rozdělení po jednotlivých energonositelích a příslušných faktorů primární energie. Vybrané hodnoty faktorů neobnovitelné primární energie jsou uvedeny v tabulce č. 1.

Tab. 1 Faktory neobnovitelné primární energie v ČR pro vybrané energonositele

Energonositel	Faktor neobnovitelné primární energie
Zemní plyn	1,1
Černé uhlí	1,1
Hnědé uhlí	1,1
Elekřina	3,0
Dřevěné peletky	0,2
Kusové dřevo, dřevní štěpka	0,1
Energie okolního prostředí	0,0

Pro posouzení z hlediska neobnovitelné primární energie pro podmínky České republiky a pro posouzení ekonomické náročnosti jsou zvoleny tyto varianty zdrojů systému vytápění a ohřevu teplé vody:

1. tepelné čerpadlo země-voda,
2. tepelné čerpadlo země-voda a solární fotovoltaický ohřev vody pomocí AC a DC na střídavý a stejnosměrný proud,
3. plynový kondenzační kotel,
4. elektrokotel,
5. elektrokotel a krbová vložka s teplovodním výměníkem,
6. elektrokotel a krbová vložka s teplovodním výměníkem a solární fototermický ohřev vody.

V tabulce č. 2 jsou uvedeny vypočtené hodnoty měrné neobnovitelné primární energie za rok pro vybranou budovu při instalaci různých zdrojů tepla pro ohřev teplé vody a pro vytápění.

Tab. 2 Hodnocení neobnovitelné primární energie pro vybranou budovu dle instalovaného zdroje tepla pro vytápění a ohřev teplé vody

Číslo varianty	Zdroj tepla pro vytápění a ohřev teplé vody	Účinnost výroby energie zdrojem tepla [%]	Požadovaná měrná neobnovit. primární energie za rok [kWh/(m ² .a)]	Vypočtená měrná neobnovit. primární energie za rok [kWh/(m ² .a)]	Klasif. třída	Splnění požadavku
1	Tepelné čerpadlo země - voda	---	183	68	A	Ano
2	Tepelné čerpadlo země – voda + fotovoltaický ohřev vody	---		42	A	Ano
3	Plynový kondenzační kotel	94		87	A	Ano
4	Elektrokotel	94		165	C	Ano
5	Elektrokotel + krbová kamna s teplovodním výměníkem	94 + 75		106	B	Ano
6	Elektrokotel + krbová kamna s teplovodním výměníkem + solární kolektory	94 + 75		56	A	Ano

3 EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ

Správný návrh pasivního domu má spočívat nejen v tepelné ochraně a stabilitě stavby, ale musí také brát na zřetel cenovou náročnost zdrojů systému vytápění a ohřevu teplé vody. Na základě konkrétních nabídek na dodávku, dle sborníku cen stavebních prací (datovou základnou) z prvního pololetí roku 2017 a odborného odhadu byly vyhodnoceny pořizovací náklady systému vytápění a ohřevu teplé vody, včetně montáže. Všechny náklady jsou uváděny bez DPH.

3.1 VARIANTA Č. 1 1 TEPELNÉ ČERPADLO ZEMĚ-VODA

Zdrojem teplé vody je tepelné čerpadlo typu země/voda o výkonu 5 kW se zemním kolektorem o délce 250 m a s přídatnou akumulací nádobou o objemu 100 l. Stanovení finanční náročnosti varianty č. 1 je uvedeno v tabulce 3.

Tab. 3: Cena varianty č. 1 tepelné čerpadlo země-voda

Poř. č.	Popis	MJ	Množství	Cena/MJ Kč	Cena celkem Kč
1.	Tepelné čerpadlo země-voda včetně dopravy	kpl	1	215000	215000
2.	Materiál a montáž pro připojení tepelného čerpadla	kpl	1	25000	25000
3.	Materiál a montáž plošného kolektoru	kpl	1	28000	28000
4.	Výkop a zához zeminy pro kolektor na pozemku	kpl	1	12000	12000
5.	Autorizované uvedení TČ do provozu, topná zkouška a zaregulování systému	kpl	1	7500	7500
6.	Akumulační nádoba 100 litrů + montáž + ventily	kpl	1	25000	25000
Cena celkem bez DPH		zaokrouhлено na koruny		312500	

3.2 VARIANTA Č. 2 TEPELNÉ ČERPADLO ZEMĚ-VODA A SOLÁRNÍ FOTOVOLTAICKÝ OHŘEV VODY POMOCÍ AC A DC NA STŘÍDAVÝ A STEJNOSMĚRNÝ PROUD

Ohřev teplé vody je zajištěn výše zmíněným tepelným čerpadlem a předehřev fotovoltaickým ohřevem vody AC/DC o objemu 160 l. Tento ohřev je vybaven elektrickou topnou spirálou se dvěma termostaty (pro stejnosměrný a střídavý proud) [5]. Ohřev bude primárně zajištěn přes třicestý přepínací ventil z okruhu tepelného čerpadla. V případě odstávky fotovoltaického systému i tepelného čerpadla je zásobník dohříván z elektrické sítě. Na střechu rodinného domu je navrženo 8 kusů polykrystalických panelů 8*1,64*0,992 = cca 13,01 m², s účinností 15,4 %. Jmenovitý výkon 1 panelu je 250 Wp, celkový instalovaný výkon 2 kWp. Náklady na stanovení finanční náročnosti variant č. 2 jsou uvedeny v tabulce 4.

Tab. 4: Cena varianty č. 2 tepelné čerpadlo země-voda solární fotovoltaický ohřev pro kombinovaný ohřev vody pomocí AC a DC

Poř. č.	Popis	MJ	Množství	Cena/MJ Kč	Cena celkem Kč
1.	Tepelné čerpadlo země-voda včetně dopravy	kpl	1	215000	215000
2.	Materiál a montáž pro připojení tepelného čerpadla	kpl	1	25000	25000
3.	Materiál a montáž plošného kolektoru	kpl	1	28000	28000
4.	Výkop a zához zeminy pro kolektor na pozemku	kpl	1	12000	12000
5.	Autorizované uvedení TČ do provozu, topná zkouška a zaregulování systému	kpl	1	7500	7500
6.	Akumulační nádoba 100 litrů + montáž + ventily	kpl	1	25000	25000
7.	Materiál a montáž fotovoltaických panelů	kpl	1	55000	55000
8.	Materiál a montáž solární fotovoltaický ohřev	kpl	1	18000	18000
Cena celkem bez DPH		zaokrouhлено na koruny		385500	

3.3 VARIANTA Č. 3 PLYNOVÝ KONDENZAČNÍ KOTEL

Zdrojem tepla pro vytápění objektu a pro ohřev teplé vody je plynový kondenzační kotel o výkonu 12 kW. Součástí systému je samostatný externí zásobník vody o objemu 150 litrů. Pořizovací cena varianty č. 3 je uvedena v tabulce 5.

Tab. 5: Cena varianty č. 3 plynový kondenzační kotel

Poř. č.	Popis	MJ	Množství	Cena/MJ Kč	Cena celkem Kč
1.	Plynový kondenzační kotel	kpl	1	28000	28000
2.	Materiál a montáž pro připojení kotle	kpl	1	18000	21000
3.	Odkouření kotle	kpl	1	20000	20000
4.	Zásobník vody 150 litrů + montáž + ventily	kpl	1	18000	18000
5.	Autorizované uvedení kotle do provozu, topná zkouška a zaregulování systému	kpl	1	8000	6000
6.	Plynovodní přípojka	kpl	1	15000	15000
Cena celkem bez DPH		zaokrouhleno na koruny			108000

3.4 VARIANTA Č. 4 ELEKTROKOTEL

Zdrojem tepla pro vytápění objektu a pro ohřev teplé vody je elektrokotel o výkonu 9 kW s externím zásobníkem teplé vody o objemu 120 l. Finanční náklady na pořízení varianty č. 4 jsou uvedeny v tabulce 6.

Tab. 6: Cena varianty č. 4 elektrokotel

Poř. č.	Popis	MJ	Množství	Cena/MJ Kč	Cena celkem Kč
1.	Elektrokotel	kpl	1	20000	20000
2.	Materiál a montáž pro připojení elektrokotel	kpl	1	8000	8000
3.	Zásobník vody 150 litrů + montáž + ventily	kpl	1	16000	16000
4.	Autorizované uvedení kotle do provozu, topná zkouška a zaregulování systému	kpl	1	5000	7500
Cena celkem bez DPH		zaokrouhleno na koruny			51500

3.5 VARIANTA Č. 5 ELEKTROKOTEL A KRBOVÁ VLOŽKA S TEPOVODNÍM VÝMĚNÍKEM

Zdrojem tepla pro vytápění objektu a pro ohřev teplé vody je elektrokotel o výkonu 9 kW, který je doplněn o krbovou vložku s teplovodním výměníkem o výkonu 8,5 kW. Součástí systému je akumulární zásobník o objemu 500 l s externím zásobníkem teplé vody o objemu 120 l. Pořizovací cena varianty č. 5 je uvedena v tabulce 7.

Tab. 7: Cena varianty č. 5 elektrokotel a krbová vložka s teplovodním výměníkem

Poř. č.	Popis	MJ	Množství	Cena/MJ Kč	Cena celkem Kč
1.	Elektrokotel	kpl	1	20000	20000
2.	Materiál a montáž pro připojení elektrokotel	kpl	1	8000	8000
3.	Zásobník vody 120 litrů + montáž + ventily	kpl	1	14000	14000
4.	Zásobník vody 500 litrů + montáž + ventily	kpl	1	16000	16000
5.	Krbová vložka s výměníkem	kpl	1	18000	18000
6.	Materiál a montáž pro připojení vložky	kpl	1	15000	15000
7.	Obezdnění krbové vložky	kpl	1	20000	18000
8.	Odkouření kotle	kpl	1	15000	15000
9..	Autorizované uvedení do provozu, topná zkouška a zaregulování systému	kpl	1	12000	12000
Cena celkem bez DPH		zaokrouhleno na koruny			136000

3.6 VARIANTA Č. 6 ELEKTROKOTEL A KRBOVÁ VLOŽKA S TEPOVODNÍM VÝMĚNÍKEM

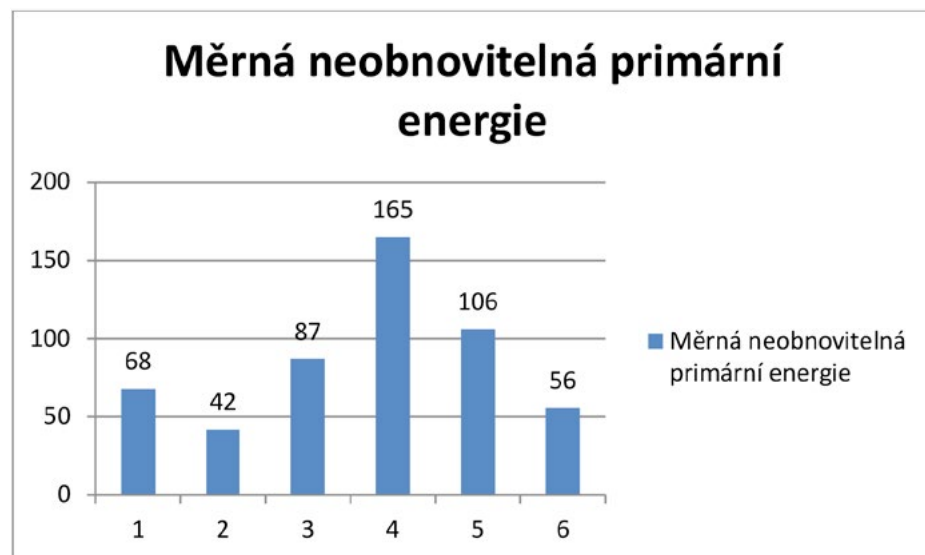
A SOLÁRNÍ FOTOTERMICKÝ OHŘEV VODY

Zdroj tepla pro vytápění objektu a pro ohřev teplé vody je obdobný jako u předchozí varianty č. 5 a jako alternativní zdroj pro ohřev vody jsou navrženy 3 kusy termických solárních panelů 2,0 x 1,0 m o celkové ploše 6 m2 umístěné na střeše objektu. Stanovení finanční náročnosti varianty č. 6 je uvedeno v tabulce 8.

Tab. 8: Cena varianty č. 6 elektrokotel a krbová vložka s teplovodním výměníkem a solární fototermický ohřev vody

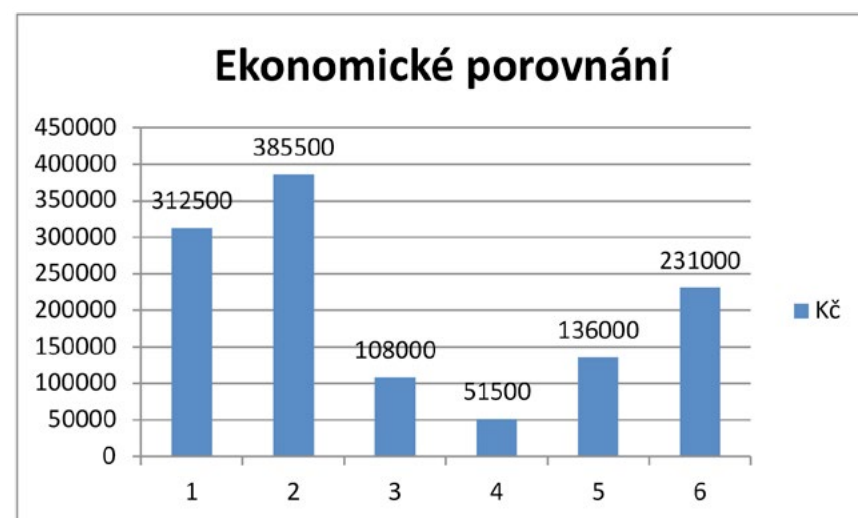
Poř. č.	Popis	MJ	Množství	Cena/MJ Kč	Cena celkem Kč
1.	Elektrokotel	kpl	1	20000	20000
2.	Materiál a montáž pro připojení elektrokotel	kpl	1	8000	8000
3.	Zásobník vody 120 litrů + montáž + ventily	kpl	1	14000	14000
4.	Zásobník vody 500 litrů + montáž + ventily	kpl	1	16000	16000
5.	Krbová vložka s výměníkem	kpl	1	18000	18000
6.	Materiál a montáž pro připojení vložky	kpl	1	15000	15000
7.	Obezdnění krbové vložky	kpl	1	20000	18000
8.	Odkouření kotle	kpl	1	15000	15000
9.	Materiál a montáž fototermického ohřevu vody	kpl	1	85000	85000
10.	Autorizované uvedení do provozu, topná zkouška a zaregulování systému	kpl	1	12000	12000
Cena celkem bez DPH		zaokrouhleno na koruny			231000

V grafu č. 1 je uvedena měrná neobnovitelná primární energie pro vybranou budovu dle instalovaného zdroje tepla pro vytápění a ohřev teplé vody.



Graf 1 Grafické znázornění měrné neobnovitelné primární energie

Pořizovací náklady jednotlivých variant dle instalovaného zdroje tepla pro vytápění a ohřevu teplé vody jsou souhrnně uvedeny v grafu č. 2.



Graf 2 Grafické znázornění pořizovacích nákladů jednotlivých variant zdroje tepla pro vytápění a ohřevu teplé vody

4 ZÁVĚR

Nejen volba konstrukčního řešení je důležitá při návrhu pasivního domu. Důležitá je i volba systému vytápění a ohřevu vody. V tomto příspěvku bylo vyhodnoceno variantní řešení systému vytápění a ohřevu vody, z hlediska neobnovitelné primární energie, ale i z hlediska ekonomického. Jak je patrné z grafu č. 1, vypočtená měrná neobnovitelná primární energie za rok [kWh/(m².a)] vychází nejlépe u alternativních zdrojů vytápění a ohřevu teplé vody využívající energií živelů (sluneční energie, energie země) jako tepelné čerpadlo, solární termický a fotovoltaický systém. Nejhorší vychází zdroj tepla využívající dodávanou elektrickou energii ze sítě. Všechny varianty však splňují požadavek požadované měrné neobnovitelné primární energie za rok [kWh/(m².a)]. Nevýhodou zdrojů vytápění a ohřevu teplé vody využívajících obnovitelnou energii je jejich pořizovací cena (investiční náročnost) viz graf č. 2. Jejich provozní náklady jsou však velmi nízké.

LITERATURA

1. ORAVEC P. Windows in Buildings - Diagnostics of Selected Properties after Time of Using. In International Conference on Buildings and Environment, EnviBUILD 2013, Bratislava, Slovakia, 17. 10. 2013. Advanced Materials Research, Vol. 899, 2014, pp. 184-187.
2. HORÁK P., PAVEL A., AMBROŽOVÁ I. A New Type of Heat Exchanger for Ventilation in Buildings with Nearly-Zero Energy Consumption. In International Conference on Buildings and Environment, EnviBUILD 2013, Bratislava, Slovakia, 17. 10. 2013. Advanced Materials Research, Vol. 899, 2014, pp. 231-234.
3. KUBENKOVÁ K., JAŠEK M. The Issue of Including the Influence of Thermal Bonds in the Passive House. In International Conference on Buildings and Environment, EnviBUILD 2014, Brno, Czech Republic, 18. - 19. 9. 2014. Advanced Materials Research, Vol. 1041, 2014, p. 121-124. ISSN: 1022-6680. ISBN: 978-3-03835-280-8.
4. KUBENKOVÁ K., JAŠEK M., PANOVEC V. Research of the Temperature Field Process in the Soil for a Home - Founded on a Foam Glass Granulate. In International Conference on Buildings and Environment, EnviBUILD 2014, Brno, Czech Republic, 18. - 19. 9. 2014. Advanced Materials Research, Vol. 1041, 2014, p. 257-260. ISSN: 1022- 6680. ISBN: 978-3-03835-280-8.
5. CHUCHMA L., KALOUSEK M. Electricity Storage in Passive House in Central Europe Region. In International Conference on Buildings and Environment, EnviBUILD 2013, Bratislava, Slovakia, 17. 10. 2013. Advanced Materials Research, Vol. 899, 2014, pp. 213-217.

COMPARISON OF HEATING SYSTEMS IN PASSIVE STANDARD OBJECTS

KEYWORDS

Passive house, heating system, environmental impact.

SUMMARY

Passive houses primarily belong to the category of buildings with very low energy consumption for object heating. Their overall energy performance is affected by a number of indicators, including in particular: solution of building structures and details on boundary of building heated space, characteristics of the used materials and the choice of opening fillings. In the initial design phase of the building it is necessary to ensure maximum utilization of solar gains and internal gains from people and appliances. However, due to climatic conditions in Central Europe, we also have to use sophisticated systems of heating and forced ventilation. For these systems is then always necessary to assess their effectiveness and feasibility in the specific case. At present the number of builders who are interested in a site of environmental protection in connection with elected structure system and materials for passive houses is growing. Energy-efficient building structures and used heating systems can substantially contribute to the necessary reduction of carbon dioxide emissions - and thus to protect the earth's atmosphere. The paper describes the assessment of heating system alternatives applicable in house of passive character with respect to the environment and long-term economic viewpoint.

STAVEBNÍ PARTNER

číslo 1, rok 2018
článek č. 2

PAVEL KRÁL, TOMÁŠ PIPÍŠKA, VLADIMÍR LINHART

DIGITALIZACE A ROBOTIZACE ZPRACOVÁNÍ VELKOPLOŠNÝCH MATERIÁLŮ

ABSTRAKT

Témata digitalizace a robotizace jsou již dlouho diskutována a často i realizována napříč průmyslem zpracování dřeva a materiálů na bázi dřeva. Hovoří se o nich zejména v kontextu s akutním nedostatkem pracovníků (jakýchkoliv) na trhu práce a zvýšením produktivity práce. Podle všeho představují jedinou cestu, jak dlouhodobě obstát v tvrdém konkurenčním prostředí. Článek se zabývá digitalizací skladu velkoplošných materiálů a robotizací ukládání dílců na pracovní stůl CNC obráběcích center v sériové a zakázkové výrobě.

KLÍČOVÁ SLOVA

Průmysl 4.0, materiály na bázi dřeva, skladování materiálu, CNC obráběcí centrum

1 ÚVOD

V případě zpracování velkoplošného materiálu se již používá systém automatického skladu, který řeší nejen uskladnění všech používaných materiálů, ale provádí také automatizované zakládání do velkoplošné dělicí pily, případně nestingového obráběcího centra. Sklad se skládá z plochy, kde jsou umístěny pozice jednotlivých balíků materiálů a dále z manipulačního ramene, které pomocí podtlakových přísavek provádí přesun desek v rámci skladu (pohyb v osách X a Y, včetně otočení). Jednotlivé pozice jsou buďto pevně definované (stejný typ materiálu), nebo jsou složené z kombinace různých desek. Zakládání do skladu probíhá tak, že pracovník zaveze celý balík desek do vyhrazené pozice, ze které si podtlakový manipulátor postupně všechny desky přesune na pozice ve skladu.

Příprava materiálu pro danou výrobní dávku je řízena z nadřazeného softwaru, který v kombinaci s automatickým skladem s předstihem připraví potřebný materiál na další den. Předností tohoto systému je zcela autonomní chod, jehož cyklus je optimalizovaně řízen dle požadované výrobní dávky.

Rozměry skladu jsou modulární dle počtu požadovaných pozic a dále pak podle orientace a napojení obsluhovaných strojů. Obecně se rozměry mohou pohybovat v těchto hodnotách: 7 až 16 m (šířka), 12 až 60 m (délka). Výška balíku desek ve skladu je cca 2 metry (viz obr. 1).

doc. Dr. Ing. Pavel KRÁL

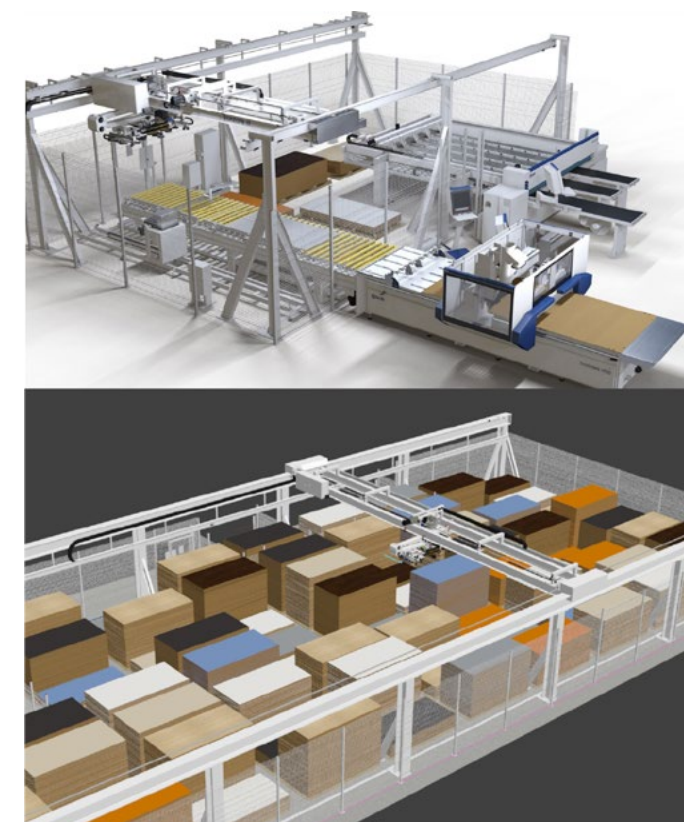
Ústav nauky o dřevě, Lesnická a dřevařská fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1665/1, 613 00 Brno
tel.: +420 604 847 509, e-mail: kral@mendelu.cz

Ing. et Ing. Tomáš PIPÍŠKA

Ústav nauky o dřevě, Lesnická a dřevařská fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1665/1, 613 00 Brno
tel.: +421 910 417 933, e-mail: xpipiska@node.mendelu.cz

Ing. Vladimír LINHART

Ústav nauky o dřevě, Lesnická a dřevařská fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1665/1, 613 00 Brno
tel.: +420 732 102 027, e-mail: vlinhart@seznam.cz



Obr. 1: Automatizovaný sklad SCM (FlexStore)

2 ROBOTIZACE

U CNC obráběcích center (s pohyblivým ramenem či portálem) lze realizovat automatizaci např. v podobě robota (obr. 2), který provádí operace zakládání a odebírání obrobků. Uchopování materiálu probíhá ve většině případů pomocí podtlaku, ale existují i speciální hlavy např. s mechanickým upnutím do svěrek. Na trhu je k dispozici velké množství robotů, které je možné pro tyto činnosti využít. Klíčovým faktorem je však úroveň komunikačního a řídicího propojení mezi robotem a CNC strojem. Důležitá je také otázka bezpečnosti a certifikace dle CE norem. Po přidání robota k CNC stroji přestávají platit jednotlivé CE normy obou zařízení a je nutná nová certifikace celého řešení. Zejména z těchto důvodů se doporučuje zvolit řešení přímo od výrobců CNC strojů.



Obr. 2: Robot pro zakládání a odebírání obrobků

Nejjednodušší aplikace je v **sériové výrobě**, kde se ke stroji doveze paleta stejných dílců a obsluha robota „naučí“ pohyb, který je potřeba vykonávat. Robot pak postupně stejnými pohyby zpracuje celou paletu. Pracovní program a nastavení CNC stroje je v těchto případech pro všechny dílce z palety stejné, takže není nutné žádné pokročilé řešení. Robot se strojem sdílí signály pro upnutí/uvolnění dílce, spuštění pracovního cyklu a bezpečnostní zóny pro eliminaci kolize.

Výrazně složitější je robotizace v **zakázkové výrobě**, kde každý dílec má nejen různý rozměr, ale i odlišný pracovní program. K tomu je nutné pro každý dílec nastavit správné uspořádání pracovního stolu (trámce a přísavky). Obsluha stroje ke stroji přiváží paletu s různými dílci vyrovnanými do stohu, který je dostatečně stabilní i po obrobení (opačné uspořádání). Pořadí dílců je buďto předem pevně dané a CNC stroj dle toho automaticky spouští jednotlivé programy (včetně nastavení pracovního stolu). Pořadí dílců může být libovolné (dle toho, jak je nachystá obsluha). V tomto případě musí být každý dílec na horní straně opatřen etiketou s **čárovým kódem**, který je nasnímám pomocí kamery umístěné na upínací hlavě robotického ramene. Po načtení kódu je vyvolán příslušný pracovní program a nastaven stůl.

Důležitým bodem je fáze **zarovnání dílců vůči referenčním dorazům**. Jedním z řešení nepřesné orientace dílce je provedení jeho dotlačení vůči dorazům na pracovním stole. To však klade zvýšené nároky na přesnost naskládání dílců na paletě a funguje jen do určité míry nepřesnosti. Druhou možností je odložení dílce do **rovnací stolice**, kde je dílec uvolněn. Ten vlastní vahou sjede po šikmé ploše do dorazového rohu. Podtlakové rameno dílec znovu upne a umístí ho na pracovní stůl stroje. Jedná se sice o časově delší operaci, ale eliminuje se tím riziko nepřesného založení.

Klasická CNC obráběcí centra mají různě velké pracovní stoly. Většinou se jejich délka pohybuje v rozpětí od 3 do 6 m. Akční rádius **stacionárních** (nepojízdných) robotů se dosahuje max. do cca 3,5 metru. S tímto dosahem však nelze, při dodržení všech bezpečnostních odstupových vzdáleností, plnohodnotně obsáhnout 3 m verzi stolu. V takových případech je proto robot často určen pro použití pouze na jedné polovině pracovního stolu. Dochází tak k prodlevám, protože během činnosti robota nemůže stroj obrábět dílec na opačné straně stolu (tzv. kyvadlové obrábění). Naproti tomu použití **pojízdného robota** (obr. 3) dovoluje plně využít **kyvadlové obrábění** při jakékoliv rozměrové variantě CNC stroje. Toto řešení je nejčastěji řešeno tak, že za strojem je umístěna pojízdná dráha, po které se robot pohybuje. Další výhodou je získání více prostoru pro zakládací a odebírací palety. V neposlední řadě je důležité, aby bylo možné robotickou manipulaci zcela vypnout a mít možnost stroj obsluhovat standardně z přední strany bez jakéhokoliv omezení.



Obr. 3: Pojízdný robot KUKA umístěný ze zadní strany CNC stroje Accord 40 FX (SCM)

PODĚKOVÁNÍ

Příspěvek byl realizován v rámci projektu Partnerství v oblasti stavebnictví a architektury, č. projektu: CZ.1.07/2.4.00/17.0064.

LITERATURA

1. Firemní podklady firmy PANAS, spol. s r.o.
2. https://www.scmgroup.com/en_US/scmwood/products/machining-centres.c874/machining-centres-for-boring-routing-edge-banding.876

DIGITALIZATION AND ROBOTIZATION OF MANUFACTURING WOOD BASED MATERIALS

KEYWORDS

Industry 4.0, wood based materials, storage of material, CNC machining center

SUMMARY

This topics about digitalization and robotization have been discussed for a long time. They are implement in the industry of wood working and wood based materials too. We are talking about with acute lack of labor in the labor market and increasing of productivity. It seems to be the only way to be successful in a hard competitive surroundings. This article talking about digitalization of material storage and robotization of loading of wood based panels on working place in the CNC machining center in series or working for customer.

STAVEBNÍ PARTNER

číslo 1, rok 2018
článek č. 3

PAVLA KOTÁSKOVÁ
DŘEVĚNÉ KONSTRUKCE ZASTŘEŠENÍ SPORTOVNÍCH HAL

ABSTRAKT

Článek je zaměřen na možné způsoby řešení nosné konstrukce střech objektů sportovních hal s velkým rozpětím dřevěnou konstrukcí. V současné době je větší zájem o dřevěné konstrukce i v oblasti zastřešení objektů velkých rozpětí, jako jsou zimní stadiony, plavecké bazény nebo jiné sportovní haly. Dřevěné konstrukce se ponechávají pohledové, vyhledávané jsou zejména pro přírodní a esteticky příjemný vzhled. Ze dřeva je tak možné vytvořit i technicky velmi zajímavé konstrukce. Průměr stromů sice omezuje velikost řezaného sortimentu, ale výroba lepeného lamelového dřeva nebo vrstveného dřeva poskytuje projektantům několik kompenzačních alternativ. Prvky lepených konstrukcí jsou prakticky neomezené ve výšce, šířce i délce a mohou být vyráběny v širokém rozsahu tvarů. Lepená konstrukce poskytuje vyšší návrhové pevnosti než běžné řezivo a poskytuje lepší využití dostupných zásob dřeva tím, že dovoluje výrobu velkých dřevěných konstrukčních dílců z menších profilů řeziva. Technický pokrok v lamelování za posledních pět desetiletí dále zvýšil vhodnost a technické vlastnosti dřeva pro moderní užití i u konstrukcí zastřešení.

KLÍČOVÁ SLOVA

vazníky, rámové konstrukce, příhradové konstrukce, dřevěné spoje, lepené lamelové dřevo, vrstvené dřevo

1 ÚVOD

Stavby občanské, jako jsou i větší sportovní haly, bývají navrhovány se specifickými požadavky na vzhled objektu a z toho vychází i různé geometrické tvary střechy a zajímavá architektonická řešení střešní konstrukce.

Nosné konstrukce s velkým rozpětím často dosahují stejné konstrukční výšky, jako je užitková výška nacházející se pod ní. Při začlenění nosné konstrukce do prostoru se dosáhne účinné výšky prostoru až po střešní plášť. Nosná konstrukce se potom stává architektonickým prostorotvorným prvkem a její zformování hraje důležitou úlohu. [1]

Velikost rozpětí střešní konstrukce vychází z dispozice a podpůrné konstrukce pro zastřešení sportovní haly. Velikosti těchto objektů závisí na tom, zda se jedná o halu pouze pro trénování nebo je navrhována i pro určitý počet diváků. Základní rozměry hrací plochy se odvozují především podle potřeb sportovní činnosti, která bude v hale provozována. Dispozice sportovních hal sice nezahrnuje jen hrací plochy, ale je třeba z těchto rozměrů vycházet. Pro každý sport jsou rozlišné potřebné půdorysné rozměry i světlá výška haly viz tab. 1.

Ing. Pavla Kotásková, Ph.D.

Ústav inženýrských staveb, tvorby a ochrany krajiny, LDF MENDELU, Zemědělská 1, 613 00 Brno
tel.: +420 545 134 010, e-mail: pavlakot@mendelu.cz

Tab. 1: Rozměry jednotlivých sportovních hřišť [2]:

druh sportu	rozměry hrací plochy
volejbal	18 x 9 m + výběhy
tenis	23,77 x 10,97 m + výběhy (např. 36 x 18 m)
malá kopaná (futsal)	40 x 20 m + výběhy
házená	40 x 20 m + výběhy
basketbal	minimálně 26 x 14 m
nohejbal	25 x 15 m
vybíjená	16 x 18 m
florbal	40 x 20 m
hokej	61 x 30 m, minimálně 56 x 26 m

V dnešní době se navrhují často haly víceúčelové pro možnost provozovat několik sportů. Příklady rozměrů multifunkčních sportovních hřišť:

- 43 x 23 m – pro házenou, malý fotbal, tenis, badminton, volejbal, nohejbal a košíkovou,
- 34 x 17 m - tenis, badminton, volejbal, nohejbal a košíkovou

Dřevěné konstrukce zastřešení se navrhují i v halách s plaveckými bazény. Bazény mohou být navrhovány pro plavání, vodní pólo, skokanské nebo jako víceúčelové pro možnost kombinace těchto sportů, dále bazény relaxační - welnes centra apod. Relaxační bazény se mohou navrhovat libovolných tvarů a velikostí.

Plavecké bazény jsou o rozměrech 50 x 25 m nebo 25 x 12,5 m. Plavecké dráhy jsou u 25-ti metrového bazénu 2,0 m a u bazénu 50-ti metrového 2,5 m. Počet drah se doporučuje sudý. Krajiní dráhy mají být rozšířeny o 0,25 m u 25-ti metrového bazénu a 0,5 m u 50-ti metrového. Pokud se navrhují menší bazény, které mají sloužit i pro závodění např. ve školách, mají mít délkové rozměry 10 m, 12,5 m nebo 16,67 m. Šířka je libovolná, doporučuje se 6 až 8 m pro vytýčení 3 – 4 drah. Bazény pro vodní pólo se samostatně nestaví, vyhovují i běžné plavecké bazény 25 x 12,5 m. Skokanské bazény nejsou většinou problematické půdorysnými rozměry, ale jejich hloubkou, která u 10 metrové věže musí být až 5 m. [3]

Požadavky na prostory pro diváky v hledištích se zabývá norma ČSN EN 13200-1, v níž je stanoven mimo jiné i výpočet křivky viditelnosti. Technická kritéria pro navrhování nových hygienických (sanitárních) a pomocných zařízení a šaten, požadavky na rozměry a vybavení (i pro osoby s omezenou schopností pohybu nebo orientace) stanovuje ČSN 73 4108.

Způsob zastřešení tedy vychází zejména z požadavku na architektonický vzhled, rozpětí a možnosti podepření střešní konstrukce. Jak uvádí ČSN 73 1901 Navrhování střech – Základní ustanovení, střechy musí splňovat základní požadavky jako je mechanická odolnost a stabilita, požární odolnost, ochrana vnitřního prostředí proti hluku, hygiena, ochrana zdraví a životního prostředí (vyloučení výskytu plísní, průsaku vody a vyloučení vlhnutí stavebních konstrukcí a následné zhoršení vnitřního prostředí vlhkostí), úspora energie a tepelná ochrana, ale je třeba při návrhu splnit i estetické požadavky na vzhled střechy.

Nosná konstrukce střechy má být navržena tak, aby její trvanlivost byla stejná jako nosná konstrukce stavby. Spolehlivost se zajišťuje odpovídajícím technickým řešením a údržbou střech. Musí být projektantem stanoven režim prohlídek, kontrol, údržby a obnovy střechy včetně odvodňovacích prvků. [4]

Tradičním materiálem pro střešní nosné konstrukce je dřevo. Pevnost dřeva, nízká hmotnost a schopnost pohlcování energie poskytují vlastnosti nezbytné i pro dřevěné střešní konstrukce velkých rozpětí. Dřevo je schopné přenášet zejména krátkodobé přetížení bez nepříznivých účinků. V rozporu s všeobecným přesvědčením o hořlavosti dřeva, velké dřevěné prvky poskytují dobré ohnivzdorné vlastnosti, které se rovnají nebo převyšují vlastnosti jiných materiálů při extrémním působení požáru. Z ekonomického hlediska, dřevo je konkurenční s dalšími materiály na základě nákupní ceny a ukazuje výhody při srovnávání nákladů na životnost.

Dřevo je náchylné k hnilobě nebo napadení hmyzem ve specifických podmínkách, je to však neodmyslitelně velmi trvanlivý materiál, když je chráněno před vlhkostí. Použití konzervačních prostředků na dřevo prodloužilo životnost dřeva použitého i ve vlhkém prostředí jako jsou haly s bazény. Použitím moderních aplikačních technik a ochranných chemických prostředků, může být dřevo nyní efektivně chráněno před poškozením pro období 50 nebo více let.

MOŽNOSTI ZASTŘEŠENÍ

Zastřešení pro velká rozpětí je možné řešit rovinnými dřevěnými konstrukcemi (konstrukce přenáší zatížení, které působí v jejich rovině, zatížení působící kolmo na jejich rovinu je nutné převést ztužidly - zavětrováním konstrukce) nebo prostorovými dřevěnými konstrukcemi (působí jako jeden celek, přenáší zatížení působící v libovolném směru, na únosnosti se podílejí všechny prvky).

ROVINNÉ DŘEVĚNÉ KONSTRUKCE

Vazníky

Nejjednodušším a nejpoužívanějším typem rovinné dřevěné konstrukce zastřešení jsou vazníky. Z hlediska konstrukčního mohou být navrhovány vazníky plnostěnné nebo příhradové. Vazníky jsou horizontální nosné konstrukční prvky, které jsou ukládány na vertikální nosné konstrukční prvky (stěny, průvlaky nebo přímo sloupy). Prostorová stabilita nosné konstrukce, která vznikne spojením vazníků a podpěr, se zajistí ztužidly - zavětrováním. [5]

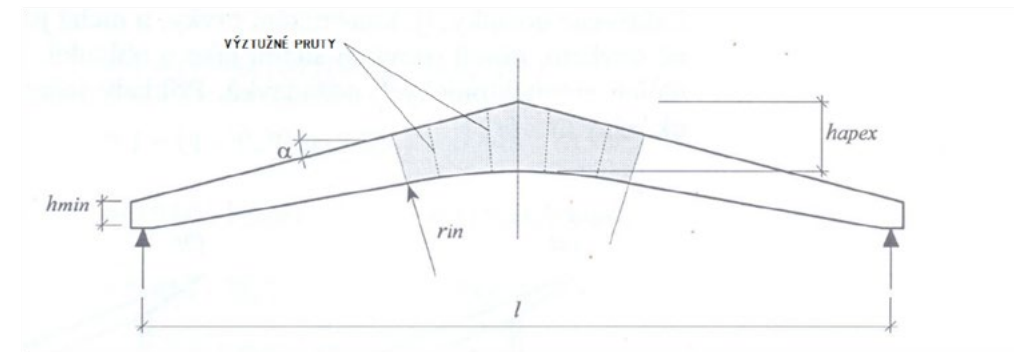
Plnostěnné vazníky

Překlenutí velkých rozpětí plnostěnnými vazníky lze zajistit nejlépe lepenými lamelovými nosníky. V zásadě je možné vyrobit nosníky jakékoli velikosti, ale je třeba počítat nejen s možnostmi výrobních závodů, ale i s dopravou prvků z výroby na stavbu. Jak uvádí Larsen [6] při šířkách větších než 240 mm je lamela obvykle vytvořena ze dvou přířezů, uložených vedle sebe. To však zvyšuje náklady a cenově příznivější je používání zdvojených prvků. Pokud je nutné spolupůsobení vedle sebe uložených prvků, lze ho zajistit mechanickými spojovacími prostředky nebo lepením.



Obr. 1: Kanadský olympijský park - winssport arenas Calgary Alberta, Kanada

Vazníky pak mohou být řešeny jako nosníky konstantního průřezu, pultové nebo sedlové. Výhodou sedlových nosníků je lepší využití výšky nosníku, která sleduje momentovou čáru. Zajímavou alternativou po stránce architektonické jsou zakřivené nosníky nebo nosníky s nadvýšeným průřezem, u kterých je však nutné počítat s vysokým napětím v tahu kolmo k vláknům [8]. Na obr. 2 je ukázka zesílení vazníku (konstrukce s namáháním tahem kolmo k vláknům) a vyztužení vlepenými ocelovými tyčemi.



Obr. 2: Nadvýšený sedlový vazník – střední část (šrafovaná vrcholová oblast) je na dolní straně zakřivená a je vyztužena výztužnými pruty

Jak uvádí Kuklík [5], u dřevěných nosníků dochází při dlouhodobém zatížení vlivem dotvarování ke zvětšení průhybu, který dosahuje přibližně dvojnásobku okamžitého pružného průhybu. Proto je výhodné navrhovat nosníky s nadvýšením odpovídajícím 1/300 rozpětí.



Obr. 3: Střešní konstrukce sportovní haly v Plzni realizována v r. 2007 - lepené dřevěné sedlové vazníky se spodní částí obloukovou, ve střední části mají vazníky výšku lepeného profilu 2 750 mm. Konstrukce je dále doplněna lepenými dřevěnými ztužidly a ocelovým zavětrováním. [10]

PŘÍHRADOVÉ VAZNÍKY

Střešní příhradové vazníky mohou být realizovány z řeziva, ale v dnešní době je výhodné využívat pro jednotlivé pruty lepené lamelové dřevo nebo i vrstvené dřevo (LVL – Laminated Veneer Lumber). U vrstveného dřeva i lepeného lamelového dřeva se použitým výrobním postupem a skladbou účinně kompenzuje nestejnoroďost suroviny.

Vrstvené dřevo na příhradové vazníky je vyráběné slisováním několika vrstev dých opatřených lepidlem, podobně jako u výroby překližky. Na rozdíl od překližky jsou dýhy pokládány na sebe s vzájemně rovnoběžnými vlákny. Požadavky pro vrstvené dřevo na nosné účely jsou stanoveny v ČSN EN 14374 Vrstvené dřevo pro nosné účely – Požadavky. Výrobní postup je založen na využití několikanásobně vyšší pevnosti dřevních vláken v podélném směru než ve směru příčném [11]. Jak srovnává Koželouh [12], průměrná variabilita pevnosti v ohybu vrstveného dřeva byla zjištěna menší než 15 %, zatímco u pevnostně tříděného rostlého dřeva je tato hodnota 20 až 30 %.

Příhradový vazník je typická prutová soustava, která sestává z dolního a horního pásu a výplňových prutů – diagonál a svislic. Pro spojování prutů ve styčnicích se používají různé druhy spojovacích prostředků [13]:

- připojení pomocí tradičních mechanických spojovacích prostředků (hřebíků, svorníků, vrutů) se stále používá, ale pro rozpětí zpravidla do 15 m event. 18 m,
- připojení pomocí kovových desek s prolisovanými trny - desky Gang-Nail je vhodné pro rozpon vazníků až do 30 m,
- připojení pomocí hmoždíkových spojů – ozubené hmoždíky typu Bulldog zalisované do spár spojovaných dřev,
- připojení pomocí vnitřních nebo vnějších ocelových styčnickových plechů – styčnickové plechy jsou vkládány do výřezů ve dřevěných profilech, pro spojení dřeva a plechů malé tloušťky se používají hřebíky, pro spojení s plechy tloušťky nad 4 mm se používají ocelové kolíky nebo samovrtné vruty,
- připojení pomocí speciálních spojovacích prvků, např. ocelové desky s navařenými trny – systém MKD

Poslední z uvedených způsobů patří mezi novější typy. Jak uvádí Straka [13], výhodou vazníků s připojením pomocí vnitřních nebo vnějších ocelových styčnickových plechů je velká únosnost a možnost vytvářet geometricky složité tvary na velká rozpětí. Spojovací desky (hmoždíky) MKD jsou spojovací prostředky, které lze používat pro spojování příhradových prutů z rostlého dřeva, lepeného lamelového dřeva nebo vrstveného dřeva. Jedná se o ocelové desky tl. 10 mm, na ně jsou oboustranně navařeny hřeby v předepsaných roztečích. Tyto spojovací desky (hmoždíky) MKD jsou zalisovány mezi dva dřevěné prvky.

Dřevěné prvky se složí do tvaru požadované příhradoviny a aretují se. Potom se ve styčnicích do těchto dřevěných prutů zalisují pomocí hydraulického lisu spojovací desky MKD. Druhé poloviny dřevěných prvků se uloží na hroty hřebíků spojovacích desek MKD a zalisují se na speciálním lisovacím zařízení. [14]

Terminologie pro spojovací desky (hmoždíky) MKD není v české odborné literatuře zatím sjednocena. V německy psané literatuře se používá názvů MKD (Multi-Krallen-Dubel), v anglicky psané literatuře název MNC (Multiple Nail Connectors = spojovací desky s vícenásobnými hřebíky).

Vazníky MKD působí velmi elegantně, neboť na jejich povrchu nejsou vidět žádné spojovací prostředky, na rozdíl od vazníků spojovaných hřebíky, kolíky, svorníky nebo deskami s prolisovanými hroty (Gang-nail). Tím, že jsou spojovací prostředky (hmoždíky MKD) z obou stran chráněny dřevem dosahují vazníky MKD velmi vysokou požární odolnost. Požární odolnost do 30 minut je prakticky vždy splněna a to bez použití jakýchkoliv protipožárních nátěrů, či nástřiků. [14]

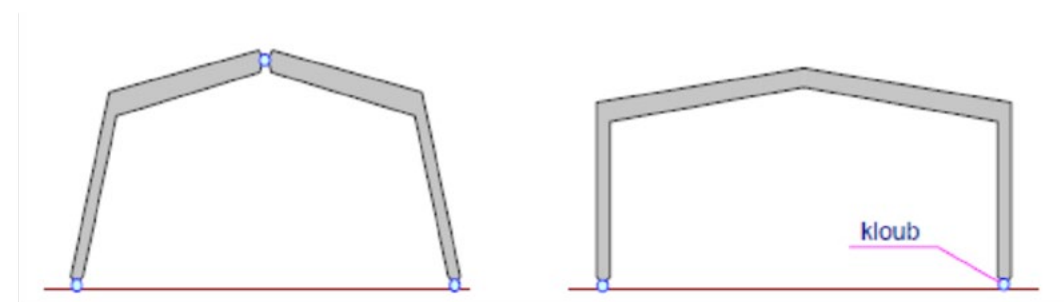
Navíc působí velmi čistě a elegantně, neboť na povrchu nejsou vidět žádné spojovací prostředky. Na rozdíl od předchozího systému lze tedy tyto konstrukce ponechat v interiéru jako pohledové. [15]



Obr. 4: Zastřešení tenisové haly v Turnově - dřevěná příhradová konstrukce s ocelovými styčnickovými deskami s prolisovanými trny

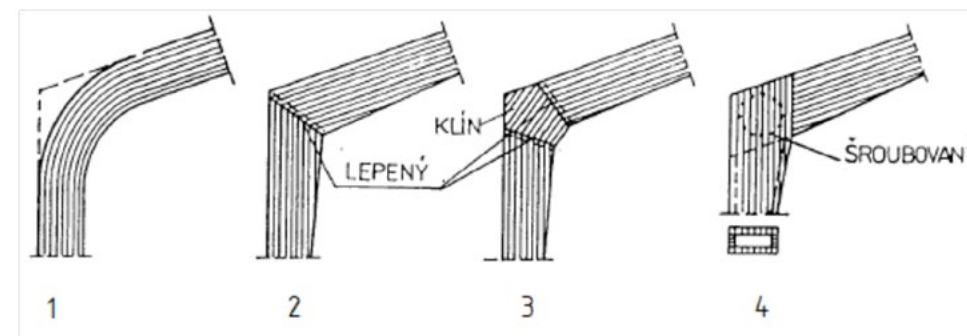
RÁMOVÉ SOUSTAVY

Nosná střešní konstrukce u rámové soustavy je tvořena příčlím rámu, která je propojena s rámovými stojkami. Rámy mohou být plnostěnné i příhradové. Po stránce statické se nejčastěji na haly velkých rozpětí navrhuje rámy trojkloubové a dvojklobové.



Obr. 5: Trojkloubové a dvojklobové rámy

Provedení rámového rohu - napojení příčle ke stojce je nejdůležitějším detailem. U plnostěnných rámu se řeší několika způsoby, viz obr. 6:



Obr. 6: Možnosti provedení rámového rohu [5]: 1 – stykování zakřivením střednice rámu, 2 – lepený zubovitý spoj, 3 – lepený spoj s vloženým klínem, 4 - šroubovaný rámový roh

Zakřivené rámy jsou zpravidla vyráběny s vnitřním poloměrem křivosti v rámovém rohu 3 až 5 m. Je nutné navrhnout dostatečnou tloušťku lamel, neboť jejich ohýbáním při výrobě se vyvozují napětí v ohybu. [9]

Příklad využití rámové lepené konstrukce je na obr. 7. Jedná se o bazénovou halu v Brně – Kohoutovicích, která má nepravidelný půdorysný tvar se základními půdorysnými rozměry přibližně 58 × 38 m a různou výškovou úroveň střešní plochy. Nosnou konstrukci tvoří dvojklobbové rámy se zakřiveným rámovým rohem (rozpětí činí 24,8 m až 35,4 m). Zakřivené rohy nosných rámu působí dobrým dojmem jak uvnitř haly, tak i z venkovní části, a celek je tak architektonicky zajímavý. Průřez hlavních rámu je 240 × 1960 mm, v rohu pak 2945 mm z důvodu dodržení požadovaného tvaru. Konstrukce je zařazena do 3. třídy provozu (vlhké prostředí), a proto je pro tuto konstrukci použito lepeného lamelového dřeva pevnosti SA (GL 24). Vrstvy střešních a stěnových plášťů jsou provedeny z OSB desek. Používanými spoji jsou vložené ocelové plechy s otvory pro čepy (tj. kolíkové spojení). Stabilita jednotlivých segmentů je zajištěna střešním opláštěním a výztuhami. [18]



Obr. 7: Bazénová hala v Brně – Kohoutovicích

Na specifický konstrukční detail rámového rohu, jak uvádí Straka [13], se používají lepené zubovité spoje s délkou zubů cca 50 mm nebo ocelové plechy a kolíkové spojovací prostředky. Lepený spoj lze považovat za tuhý, u spojů s mechanickými prostředky je třeba počítat s poddajností přípoje v rámovém rohu, která se projeví odpovídajícím pootočením a zvýšeným namáháním příčle rámu.

Příhradové rámy se řeší podobně jako příhradové vazníky. Z důvodů přepravy se ve výrobě připraví jednotlivé dílce (nejčastěji stojky a vazníky) a montážními spoji se sestaví na stavbě.

OBLOUKOVÉ KONSTRUKCE

Oblouky jsou pro větší rozpětí vhodnější než rámy, protože ohybové momenty jsou v porovnání s rámy poměrně malé. Na výrobu obloukových konstrukcí lze využít plnostěnné vazníky z lepeného nebo vrstveného dřeva nebo příhradové konstrukce z téhož materiálu, včetně masivního dřeva. Nejčastěji jsou využívány kruhový nebo parabolický tvar oblouku, ale z architektonického důvodu mohou být navrhovány i tvary nepravidelné.



Obr. 8: Multifunkční hala v Kašperských horách (realizace 2015) - lepené obloukové vazníky s ocelovým táhlem a s dřevěnou vzpěrou.

Lepené trojklobbové a dvojklobbové oblouky patří k běžně používaným nosným dílcům halových staveb. Výhodou je příznivé statické působení oblouků, poměrně jednoduchá skladba konstrukce, zavedená technologie výroby oblouků, estetický vzhled, použití standardních konstrukčních detailů a z toho vyplývající, zpravidla ve srovnání s jinými typy příznivé, ekonomické náklady na realizaci konstrukce. [21]

KOMBINOVANÉ KONSTRUKCE

Kombinací dřevěných prvků s ocelovými je možné vytvořit konstrukce vhodné pro velká rozpětí. Jsou to například příhradové vazníky s kovovými taženými pásy, nebo lepené vazníky ze dřeva a oceli, vlepené ocelové tyčové prvky do dřevěného prvku tvořící výztuž. Některé lepené dřevěné obloukové vazníky musí být doplněné o dvojici ocelových táhel, lepená ztužidla, ocelové zavětrovací kříže tak, jak je patrné z konstrukce např. zimního stadionu ve Zlíně (obr. 9) nebo zimního stadionu v Bernu (obr. 10). Aréna v Bernu byla postavena v roce 1967 a pojmul 17 131 diváků. Nosná konstrukce střechy obsahuje oblouky z lepeného lamelového dřeva, je doplněná ocelovými táhly a zavětrováním. Maximální rozpětí těchto oblouků je 85 metrů.

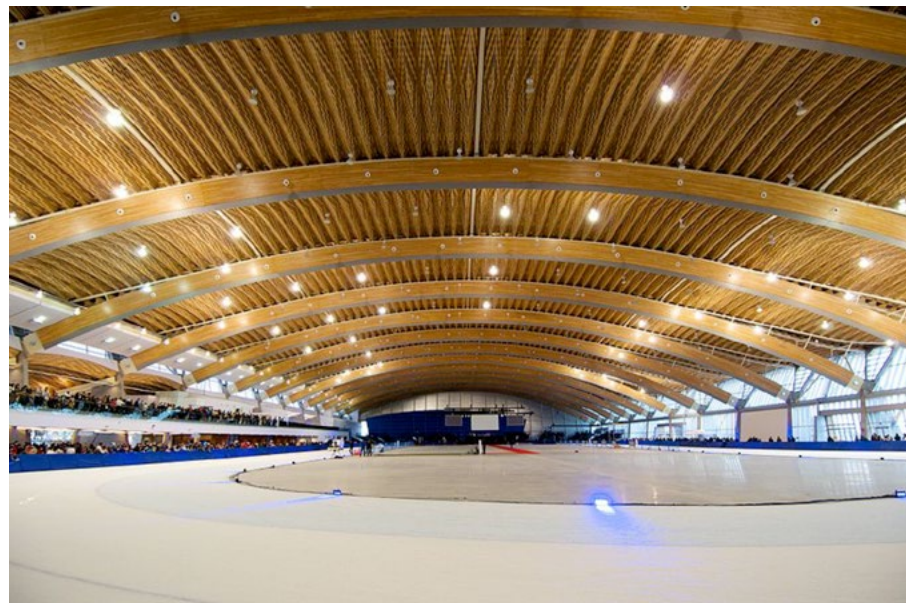


Obr. 9: Zimní stadion ve Zlíně - lepené dřevěné obloukové vazníky s dvojicí ocelových táhel



Obr. 10: Zimní stadion v Bernu - PostFinance Arena, parabolický dvoukloubový oblouk s ocelovým táhlem

Další kombinovaná konstrukce byla realizována v kanadském Richmondu v provincii Britská Kolumbie (obr. 11 a 12). Postavena byla v letech 2006–2008 v nadmořské výšce 4 m pro konání rychlobruslařských soutěží na Zimních olympijských hrách 2010, během ZOH 2010 její kapacita činila 8000 diváků.



Obr. 11: Střecha z lamelových nosníků víceúčelové sportovní haly v kanadském Richmondu. Hala postavena pro konání rychlobruslařských soutěží na zimních olympijských hrách 2010, po jejich skončení slouží k různým sportovním akcím.



Obr. 12: Detailní pohled na kombinovanou konstrukci nosníků

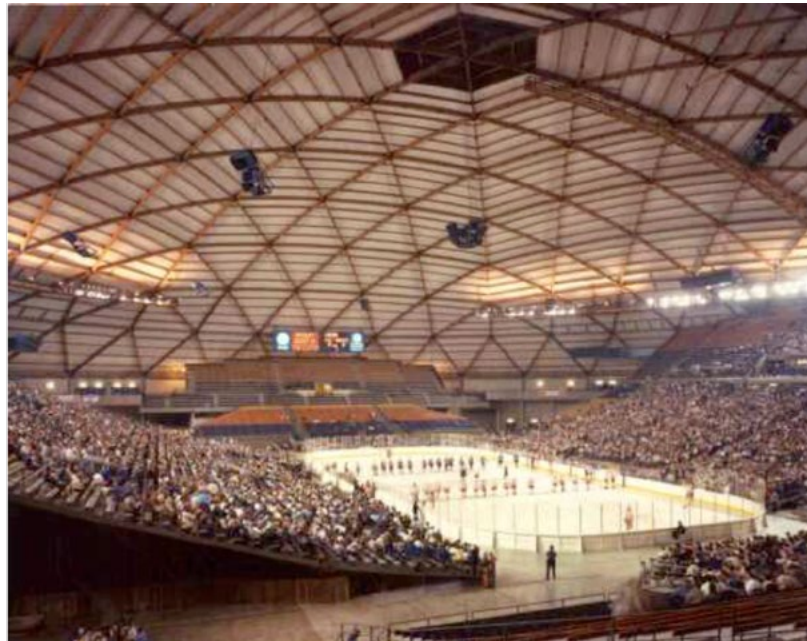
PROSTOROVÉ KONSTRUKCE

Dřevěné prostorové rámové konstrukce nejsou tak časté. Na přenosu zatížení prostorových konstrukcí se podílejí všechny konstrukční prvky. Nevýhodou jsou většinou složitější stavební konstrukce, požadující vyšší náklady a vyšší pracnost a horší protipožární odolnost díky velké povrchové ploše prvků prostorové konstrukce. Naopak výhodou jsou menší deformace oproti rovinovým konstrukcím. Jak uvádí Koželouh [9], selhání jednoho nebo omezeného počtu konstrukčních prvků nevede nutně k selhání celé konstrukce.

Pro zastřešení hal prostorovými konstrukcemi se používá lepené lamelové dřevo nebo vrstvené dřevo. Ve spojích se používají ocelové spojovací prvky. Jedná se o trojrozměrné nosné systémy ve formě trámových roštů u použití plnostěnných nosníků, prostorových prutových konstrukcí u příhradových nosníků nebo použití kopulí. Mezi nejrozšířenější typ kopulí lze zařadit žebrové kopule nad kruhovým nebo mnohoúhelníkovým půdorysem viz obr. 13 a 14.



Obr. 13: Montáž zastřešení haly Skydome (kopule) v roce 1977, průměr 153 m, 1977, Flagsaff, Arizona, USA



Obr. 14: Hala Skydome Flago, Arizona, USA – prostorová konstrukce zastřešení - 15 tisíc pevných sedadel

Dalším typem prostorové konstrukce jsou skořepiny (obr. 15). Jedná se o tenké a tuhé zakřivené membrány, které plní nejen nosnou funkci, ale vytváří tvar povrchu střešního pláště. Tloušťka skořepinové konstrukce je malá v porovnání s ostatními rozměry skořepinové plochy. Plochy skořepiny mohou být jednoduše nebo dvojité zakřivené (hyperbolické a eliptické paraboloidy) vždy tak, aby byly minimalizovány ohybové momenty kolmo k ploše skořepiny na minimum.

Dřevěné skořepiny sestávají ze dvou hlavních částí, samotné skořepinové membrány a okrajových nosníků. U některých střech se také používají výztužná žebra. Mohou být tedy řešeny jako plnostěnné nebo mřížové a síťové, pokud je membrána vyztužena žebry, oblouky nebo mřížovinou. Nosná plocha je tvořena tradičně z železa, ale v dnešní době z materiálů na bázi dřeva nejčastěji překližek nebo vrstveného dřeva.



Obr. 15: Zastřešení tenisové haly v Košicích je navrženo jako příhradová skořepina ve tvaru válcové klenby, která má vzepětí 5,7 m a rozpětí 36,9 m. Základní síť je tvořena rovnostrannými trojúhelníky z prímých lepených dřevěných prvků o průřezu 140 x 400 mm a délce 3 m. Celkem bylo vylepeno 350 kusů diagonál a 2 postranní oblouky. Konstrukce byla navržena tak, aby bylo maximálně využito klenbového efektu, tedy hlavní namáhání v diagonálách bylo tlakové.

V následující části jsou vybrány další stavby, kde je realizováno architektonicky zajímavé řešení zastřešení sportovních hal. Dřevo, jako ideální materiál pro tyto konstrukce, na člověka v těchto prostorách příjemně působí. Střešní konstrukce v solánkových lázních Bad Dürreheim spočívá na pěti stromových podpěrách, žebra skořepiny jsou z lepeného lamelového dřeva. Plášť tvoří dvě vrstvy bednění. Stavba byla postavena před 30 lety a nosná dřevěná konstrukce i v těchto prostorách s bazény se slanou vodou nevykazuje porušení.



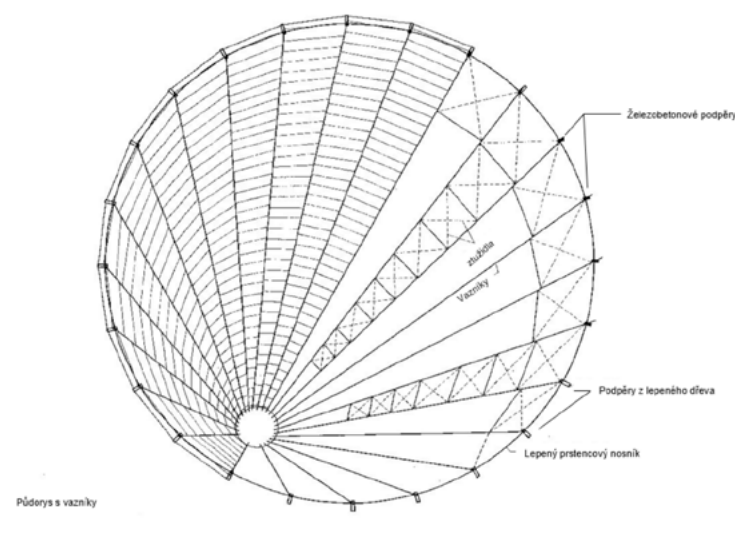
Obr. 16: Žebrová skořepina – zastřešení solánkové lázně, 1987, Bad Dürreheim, Německo



Obr. 17: Žebra dřevěné střešní konstrukce konstrukce - Bad Dürreheim



Obr. 18: Zastřešení bazénu Barsinghausen - průměr 42 m, závěsné lepené nosníky



Obr. 19: Schéma zastřešení bazénu Barsinghausen, průměr 42 m, závěsné lepené nosníky

LITERATURA

1. SCHUNCK, E. Atlas střeš: šikmé střechy. Bratislava: Jaga, 2003. ISBN 80-88905-58-3.
2. KOTÁSKOVÁ, P. Krajinné stavitelství pro rekreační využití. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2009. ISBN 978-80-7375-342-9.
3. APPL, T. Sportovní bazény - jejich konstrukce a využití [online]. 2005 [cit. 2018-08-19]. Dostupné z: http://www.bazeny-wellness.cz/pages/clanky/osveta/sportovni_bazeny.pdf
4. ČSN 73 1901 Navrhování střeš - Základní ustanovení. ÚNMZ Praha 2011.
5. KUKLÍK, P. Dřevěné konstrukce. 1. vyd. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT, 2005. 171 s. ISBN 80-86769-72-0
6. LARSEN, H. J. Zakřivené a nadvýšené nosníky z lepeného dřeva In Koželouh, B. Dřevěné konstrukce podle Eurokódu 5: STEP 2. Vyd. 1. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2004, 401 s. ISBN 80-867-6913-5
7. Projects - Recreation [online]. In: . [cit. 2018-07-12]. Dostupné z: http://www.westernarchrib.com/?page_id=468/
8. KOŽELOUH, B. Dřevěné konstrukce podle Eurokódu 5: STEP 1, Navrhování a konstrukční materiály. Zlín: Zlínské tiskárny, 1998. ISBN 80-238-2620-4.
9. KOŽELOUH, B. Dřevěné konstrukce podle Eurokódu 5. Step 2, Navrhování detailů a nosných systémů. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2004. ISBN 80-86769-13-5.

10. Městská sportovní hala v Plzni [online]. In: . [cit. 2018-07-29]. Dostupné z: <http://www.konstrukce-tesko.cz/reference/sportovni-haly/mestska-sportovni-hala-v-plzni>
11. BÖHM, M., REISNER, J., BOMBA, J. Materiály na bázi dřeva. Praha, ČZU 2012. ISBN 978-80-213-2251-6.
12. KOŽELOUH, B. Konstrukční materiál vrstvené dřevo [online]. 9. 5. 2016 [cit. 2018-09-19]. Dostupné z: https://imaterialy.dumabyt.cz/rubriky/materialy/konstrukcni-material-vrstvene-drevo_43529.html
13. STRAKA, Bohumil. Konstrukce šikmých střeš. 1. vyd. Praha: Grada, 2013, 230 s. Stavitel. ISBN 978-80-247-4205-2
14. Pohledové vazníky MKD [online]. [cit. 2018-09-19]. Dostupné z: <http://www.strechy92.cz/2-pohledove-vazniky-mkd.html>
17. DAŇKOVÁ. Zastřešení hal a tělocvičen pomocí dřevěných konstrukcí [online]. 25. 6. 2008 [cit. 2018-08-10]. Dostupné z: <http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/zastreseni-hal-a-telocvicen-pomoci-drevenych-konst/>
16. ŠRŮTEK, Z. Netradiční technické řešení konstrukce zastřešení tenisové haly v Turnově 2008 [online]. [cit. 2018-09-19]. Dostupné z: https://www.casopisstavbnictvi.cz/netradicni-technicke-reseni-konstrukce-zastreseni-tenisove-haly-v-turnove_N1644
17. HÁJEK, P. Konstrukce pozemních staveš 10: nosné konstrukce 1. Vyd. 2. přeprac. Praha: České vysoké učení technické, 2000. ISBN 80-01-02243-9.
18. STRAKA, B. a kol. Konstrukce bazénové haly v Brně - Kohoutovicích [online]. 28. 01. 2010 [cit. 2018-09-05]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/drevostavby/konstrukce-bazenove-haly-v-brne-kohoutovicich>
19. AQUAPARK KOHOUTOVICE [online]. [cit. 2018-09-09]. Dostupné z: <https://www.aquapark-kohoutovice.cz/bazen-galerie>
20. Multifunkční hala v Kašperských horách [online]. [cit. 2018-09-20]. Dostupné z: <http://www.lekon-tsk.cz/multifunkcni-hala-v-kasperskych-horach>
21. STRAKA, B. a M. ŠMAK. Halové stavby s dřevěnými obloukovými, vazníkovými a rámovými nosnými dílci [online]. 5. 10. 2007 [cit. 2018-08-20].
22. Zimní stadion ve Zlíně (druhá tréninková plocha) [online]. [cit. 2018-09-20]. Dostupné z: <http://www.konstrukce-tesko.cz/reference/zimni-stadiony/zimni-stadion-ve-zline-druha-treninkova-plocha>
23. PostFinance Arena [online]. [cit. 2018-08-16]. Dostupné z: https://www.stadionwelt.de/sw_stadien/index.php?arena=postfinance-arena&folder=sites&site=arena_fotos&sportart=eishockey&id=152&page=1
24. Glulam in sport structures .. [online]. 22.07.2013 [cit. 2018-08-20]. Dostupné z: <http://ghaydaa-hemaida.blogspot.com/2013/07/glulam-in-sport-structures.html>
25. Visionary Legacy Olympic Venue Catalyzes Urban Redevelopment [online]. [cit. 2018-09-12]. Dostupné z: <https://www.cannondesign.com/our-work/work/city-of-richmond-richmond-olympic-oval/>
26. Western wood structures [online]. [cit. 2018-09-10]. Dostupné z: <https://westernwoodstructures.com/index.php/timber-domes/>
27. RÖDER, V., E. VOLKOVÁ a J. VALÍČEK. Zastřešení tenisové haly. [online]. 2016 [cit. 2018-09-10]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/fotogalerie/architektura/zastreseni-tenisove-haly-foto/obr7>
28. Wohlfühltag im Südschwarzwald - Wellness und Aktivurlaub im Schwarzwald [online]. [cit. 2018-09-05]. Dostupné z: <https://hotel-restaurant-linden-hof.de/p/wohlfuehltag-wellness-im-schwarzwald>
29. [online]. [cit. 2018-09-05]. Dostupné z: <http://www.deisterbad.de/zeugnisferien-02-03-februar-2015/>
30. Solemar Bad Dürreheim. Burgbacher [online]. [cit. 2018-09-07] Dostupné z: http://www.burgbacher.de/?page_id=95

WOODEN STRUCTURES OF THE SPORTS HALL

KEYWORDS

truss, frame structures, wooden joints, glued laminated timber, laminated veneer lumber

SUMMARY

The paper deals with possibilities of large-area roofing using wooden structures. Wooden constructions can be designed as planar or spatial. Nowadays, except lumber more glued laminated wood or laminated wood is used. The supporting members can be massive with relatively large profiles, or lattice. The paper presents the possibilities of connections solving with visible or concealed connecting means. Currently, it is recommended to keep supporting structures visible, because wood in the interior excels better. The paper presents realized architecturally interesting roof structure of halls not only from the Czech Republic but also from abroad.



VYDAVATEL:

NÁRODNÍ DŘEVAŘSKÝ KLASTR, z.s.
Otakara Jeremiáše 6235/38
708 00 Ostrava – Poruba

Telefon: +420 558 272 429
E-mail: info@wood-cluster.cz
www.wood-cluster.cz

E-MAGAZÍN je vydáván za finančního přispění Evropské unie v rámci projektu „Podpora a rozvoj činností NDK“, číslo projektu CZ.01.1.02/0.0/0.0/17_149/0011809.