



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

## ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

## TEORETICKÝ NÁVRH OCELOVÉ VÝROBNÍ HALY

THEORETICAL DESIGN OF THE STEEL PRODUCTION HALL

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Filip Ratica

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Milan Kalivoda

BRNO 2018

# Zadání bakalářské práce

Ústav:	Ústav strojírenské technologie
Student:	<b>Filip Ratica</b>
Studijní program:	Strojírenství
Studijní obor:	Strojírenská technologie
Vedoucí práce:	<b>Ing. Milan Kalivoda</b>
Akademický rok:	2017/18

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

## **Teoretický návrh ocelové výrobní haly**

### **Stručná charakteristika problematiky úkolu:**

Teoretická studie předkládá dokumentaci k jedné z několika možných podob výrobních hal současnosti.

### **Cíle bakalářské práce:**

- Přehled konstrukčních typů hal
- Rozbor konkrétního typu haly
- Obráběcí procesy u vytypovaných elementů – konstrukce haly
- Technicko–ekonomické zhodnocení

### **Seznam doporučené literatury:**

FOREJT, Milan a Miroslav PÍŠKA. Teorie obrábění, tváření a nástroje. Brno: CERM, s. r. o., 2006. 225 s. ISBN 80-214-2374-9.

FREIBAUER, Martin, Hana VLÁČILOVÁ a Milena VILÍMKOVÁ. Základy práce v CAD systému SolidWorks. 2. vyd. Brno: Computer Press, a. s., 2010. 326 s. ISBN 978-80-251-2504-5.

FREMUNT, Přemysl a Tomáš PODRÁBSKÝ. Konstrukční oceli. Brno: CERM, s. r. o., 1996. 262 s. ISBN 80-85867-95-8.

KOCMAN, Karel a Jaroslav PROKOP. Technologie obrábění. 2. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2005. 272 s. ISBN 80-214-3068-0.

LEINVEBER, Jan, Jaroslav ŘASA a Pavel VÁVRA. Strojnické tabulky. 3. vyd. Praha: Scientia, s. r. o., 2000. 986 s. ISBN 80-7183-164-6.

Příručka obrábění, kniha pro praktiky. Praha: Sandvik CZ, s. r. o. a Scientia, s. r. o., 1997. 857 s. ISBN 91-972299-4-6.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2017/18

V Brně, dne

L. S.

---

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.  
ředitel ústavu

---

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.  
děkan fakulty

## ABSTRAKT

Bakalárska práca obsahuje prehľad oceľových konštrukčných typov hál a zásady navrhovania oceľovej nosnej konštrukcie halového objektu. Práca sa zaoberá konštrukčným riešením dispozície haly, jednotlivými elementami konštrukcie, ako sú napríklad stĺpy, väznice, väzníky, žeriavová dráha a taktiež strešným a obvodovým opláštením. Ďalej práca obsahuje obrábacie a iné procesy pri výrobe oceľových konštrukčných elementov haly. A nakoniec sú zhodnotené technicko-ekonomické požiadavky a náklady pri výstavbe oceľovej haly.

### Kľúčové slová

halový objekt, stĺp, väznica, väzník, priečna väzba, stužidlo, opláštenie, náklady

## ABSTRACT

The bachelor's thesis contains a summary of the steel structural types of the halls and the principles of designing the steel supporting structure of the hall building. The thesis deals with the design of the layout of the hall, the individual elements of the structure, such as columns, purlins, trusses, crane runway and also roof and perimeter cladding. Furthermore, the thesis contains machining and other processes in the production of steel structural elements of the hall. And finally, the technical and economic requirements and costs of the construction of the steel hall are evaluated.

### Key words

hall building, column, purlin, truss, traverse link, stiffener, cladding, costs

## BIBLIOGRAFICKÁ CITÁCIA

RATICA, Filip. *TEORETICKÝ NÁVRH OCELOVÉ VÝROBNÍ HALY*. Brno 2018. Bakalárska práca. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. 54 s. 1 příloha. Vedúci bakalárskej práce Ing. Milan Kalivoda.

**PREHLÁSENIE**

Prehlasujem, že som bakalársku prácu na tému **TEORETICKÝ NÁVRH OCELOVÉ VÝROBNÍ HALY** vypracoval samostatne s použitím odbornej literatúry a prameňov, uvedených na zozname, ktoré tvoria prílohu tejto práce.

.....  
Dátum.....  
Filip Ratica

**POĎAKOVANIE**

Týmto ďakujem pánovi Ing. Milanovi Kalivodovi za cenné pripomienky a pomernú voľnosť pri vypracovaní bakalárskej práce.

Ďalej ďakujem rodine, hlavne rodičom, ktorí mi verili a podporovali ma pri štúdiu.

**OBSAH**

ABSTRAKT .....	3
PREHLÁSENIE.....	4
POĎAKOVANIE .....	5
OBSAH.....	6
ÚVOD.....	8
1 PREHLAD KONŠTRUKČNÝCH TYPOV HÁL.....	9
1.1 Typy halových stavieb .....	9
1.2 Delenie halových objektov.....	14
1.2.1 Statické schémy halových objektov.....	14
2 ROZBOR KONKRÉTNÉHO TYPU HALY .....	16
2.1 Skladba jednodňovej haly.....	16
2.2 Konštrukčné riešenie dispozície jednodňovej haly s mostovým žeriavom .....	18
2.3 Stĺpy, pätky a zavetrovanie .....	20
2.3.1 Plnostenné stĺpy .....	21
2.3.2 Priehradové stĺpy .....	22
2.3.3 Pätky stĺpov.....	22
2.3.4 Zavetrovanie .....	23
2.4 Nosná konštrukcia strechy .....	24
2.4.1 Väznice .....	24
2.4.2 Väzníky.....	26
2.4.3 Prievlaky .....	28
2.4.4 Strešné stužidlá .....	29
2.5 Žeriavové dráhy .....	30
2.6 Opláštenie haly.....	32
2.6.1 Strešný plášť .....	33
2.6.2 Nosná vrstva strešného plášťa .....	34
2.6.3 Obvodové steny .....	35
3 OBRÁBACIE PROCESY U VYTIPOVANÝCH ELEMENTOV - KONŠTRUKCIA HALY .....	36
3.1 Dielenská výroba.....	36
3.1.1 Skladovanie valcovaného materiálu .....	36
3.1.2 Obrábacia dielňa .....	36
4 TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOTENIE.....	42
4.1 Výroba a montáž .....	42

4.2	Výrobná dokumentácia .....	42
4.3	Cena ocelevej konštrukcie .....	43
4.3.1	Cena ocelevej konštrukcie – projektant .....	43
4.3.2	Cena ocelevej konštrukcie – dodávateľ .....	44
4.3.3	Ostatné náklady .....	47
4.3.4	Príklad stanovenia ceny haly .....	47
	ZÁVER .....	49
	ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV .....	50
	ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK .....	52
	ZOZNAM PRÍLOH .....	54

## ÚVOD

Skladba nosného systému halových objektov má zaistiť ich požadované tuhostné a deformačné vlastnosti ekonomickým využitím vhodných stavebných materiálov. Oceľ má z nich vynikajúcu pevnosť v ťahu. Pri namáhaní tlakom odolnosť konštrukčných prvkov však znehodnocujú stabilítne efekty.

Keďže objemová tiaž ocele je značná, hospodárny návrh má vylúčiť nadmernú spotrebu materiálu, ktorá by neefektívne zvyšovala vlastnú hmotnosť konštrukcie. Oceľové profily sú preto tenkostenné. Avšak namáhanie tlakom vedie k predčasnemu porušeniu vydutím stien alebo vybočením prvkov pred vyčerpaním pevnosti. Návrh by mal preferovať prvky namáhané ťahom. Avšak ich spoje sú náročnejšie, pretože okrem spojovacích prostriedkov si nárokuje príložky, niekedy v kombinácii s vložkami. Tlakové sily často stačí preniesť jednoduchým kontaktným stykom.

Oceľ vykazuje dobrú vodivosť. Jej izolačné a akustické charakteristiky sú v prípade stavieb nepriaznivé. Prispieva k tomu aj subtlnosť prierezov a tým ich menšia masívnosť. Avšak v kombinácii s vhodným materiálom sa dajú zhotoviť konštrukčné prvky s dobrou izolačnou alebo akustickou schopnosťou. Príkladom sú sendvičové obvodové alebo priečkové panely. Kombinujú oceľovú obálku so sklenenou alebo minerálnou vatou, resp. polystyrénom. Zvláštnu pozornosť treba pri návrhu venovať spojom týchto prvkov v rohoch a pri otvoroch, aby nevznikali akustické alebo tepelné mosty s prípadným usporiadaním, nevhodným z hľadiska korózie ocele.

Životnosť objektu môže znehodnocovať korózia. Ide o tvorbu hrdze, produktov z hydratovaných oxidov železa na povrchu vystavenom vplyvu vonkajšieho prostredia, najmä atmosférickým nečistotám a vlhkosti. Vhodný systém protikoróznej ochrany, patinujúce alebo nehrdzavejúce ocele dnes už túto nevýhodu potláčajú [1].

Výhodou oceľových konštrukcií je to, že sú ľahšie než konštrukcie masívne (oceľ je najpevnejším z bežne používaných stavebných materiálov) a že sa pri ich továrenskej výrobe dosahuje vyššia produktivita práce než je bežné v stavebníctve. Okrem toho sa po dožití oceľových stavieb konštrukcie zošrotujú a oceľ sa znovu použije, čo u výstuže v betóne zatiaľ nemožno povedať. V tomto zmysle je oceľ vysoko ekologickým materiálom, pretože sa kompletne recykluje a nezapĺňa skládky [2].

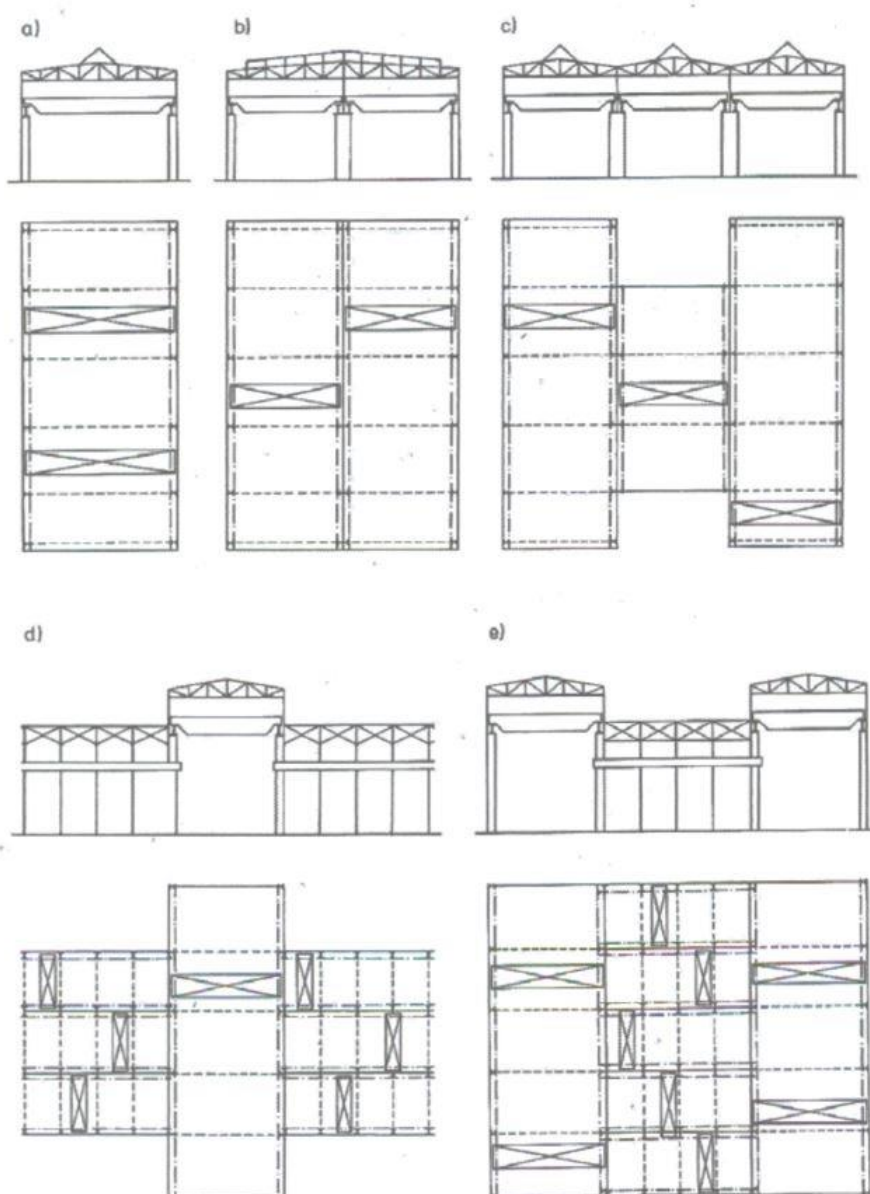
Oceľové konštrukcie majú aj ďalšie prednosti znižujúce náklady na stavbu. Umožňujú väčšie rozpätia halových objektov s deliacimi stenami minimálnej hrúbky a s obmedzeným počtom stĺpov vo vnútri pôdorysu. Využitím oceľí vyššej pevnosti, ktorých cena býva len málo vyššia, rezultujú ľahšie prierezy a tým takisto úspory.

Nakoniec oceľ niekedy predstavuje jediný materiál, ktorým sa dajú zvládnuť ekonomické alebo technické obmedzenia. Vďaka svojej malej relatívnej hmotnosti, kovový nosný systém zvládne nevhodné základové pomery, svahovitú topografiu terénu alebo seizmické účinky [1].

# 1 PREHĽAD KONŠTRUKČNÝCH TYPOV HÁL

## 1.1 Typy halových stavieb

Prízemné budovy s jedným podlažím, určené na rôzne výrobné a skladovacie účely sa najčastejšie klasifikujú do kategórie halových stavieb. Ich usporiadanie závisí od účelu, na ktorý sa využívajú. Od priemyselnej prevádzky, skladovania, laboratórií, výstav, športu až po garáže. Halový objekt teda má ochraňovať technológiu výroby a spĺňať požiadavky prevádzky. Má tiež zaistiť pracovný komfort splnením tepelno-izolačných, akustických kritérií a nárokov na osvetlenie. Najmä vo výrobných halách navyše s mostovými žeriavmi umožniť prepravu surovín, polotovarov a hmôt, ktoré tam spracovávajú. Nakoniec aj nakladanie a odvoz hotových výrobkov.



Obr. 1.1. Usporiadanie halových objektov z aspektu technológie [1].

Halové objekty schematicky znázornené na obr. 1.1 sa skladajú z oddelených častí, ohraničenými dvomi rovnobežnými radmi stĺpov, označovanými ako lode haly. Podľa charakteru prevádzky sú dôležité výrobné lode. Dodávky materiálu často vyžadujú priečne pričleniť materiálové alebo zberné lode. Po železničných vlečkách, ktoré zasahujú dovnútra priečných lodí sa dopravujú suroviny a polotovary do týchto častí haly. Pre automobily niekedy postačujú nakladacie a vykladacie rampy, ktoré dnu privádzajú tovar. Žeriavové dráhy pre mostové žeriavy na prepravu materiálu do výrobných priestorov sú v priečných lodiach umiestnené primerane vyššie s konzolovým presahom do hlavných pozdĺžnych lodí. Na horné konce stĺpov sú pripojené strešné väzníky. Vzďialenosť miest ich uloženia určuje rozpätie lode. Časť lode medzi protiahlými dvojicami susedných stĺpov tvorí pole lode. Ich vzdialenosť v smere pozdĺžnej osi lode je rozstupom stĺpov. Šírkou a dĺžkou haly sa rozumejú vonkajšie rozmery haly, teda vzdialenosť vonkajších plôch obvodových stien.

Na obr. 1.2 je uvedený príklad jednoloďovej skladovacej haly s priehradovými strešnými väzníkmi. Obr. 1.3 znázorňuje halový objekt s plnostennými rámovými priečnymi väzbami.

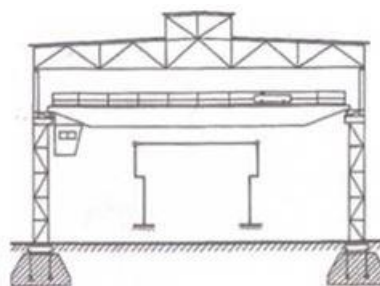


Obr. 1.2. Jednoloďová hala stĺpového systému s priehradovými strešnými väzníkmi [1].



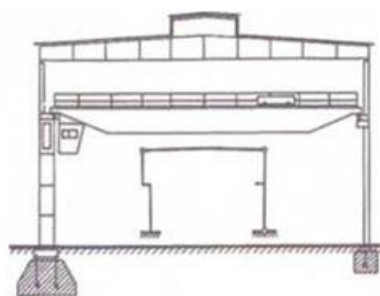
Obr. 1.3. Rámová priečna väzba skladovacej jednoloďovej haly [1].

Charakteristické usporiadanie reálneho halového jednoloďového objektu s dvomi mostovými žeriavmi strojárrenskej haly je na obr. 1.4. Má votknuté zvislé stĺpy s kĺbovo pripojenou priečlou zhotovenou z priehradového väzníka.



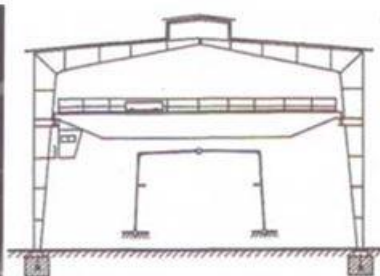
Obr. 1.4. Halový jednolod'ový objekt so stĺpovou priečnou väzbou a priehradovou priečlou obsluhovaný žeriavmi [1].

Priečna väzba haly môže mať alternatívne dole votknuté stĺpy s kĺbovo pripojenou plnostennou priečlou na horných koncoch (obr. 1.5). Dokonca s iba jedným stĺpom tuho uloženým na základ a druhým fungujúcim ako kyvná stojka.



Obr. 1.5. Jednolod'ová hala so stĺpovou priečnou väzbou a plnostennou priečlou [1].

Priečla rámovej priečnej väzby má menlivú výšku, aby sa jej prierez prispôbil namáhaniu (obr. 1.6). Nevhodné základové pomery môžu viesť k použitiu trojklbového rámu s najmenšou výškou plnostennej priečle v strede šírky haly.



Obr. 1.6. Staticky určitá trojklbová priečna väzba [1].

Na obr. 1.7 je dvojlod'ová výstavná hala s priečnou väzbou tvorenou združeným votknutým rámom v priebehu výstavby. Na druhom obrázku je hala po dokončení.



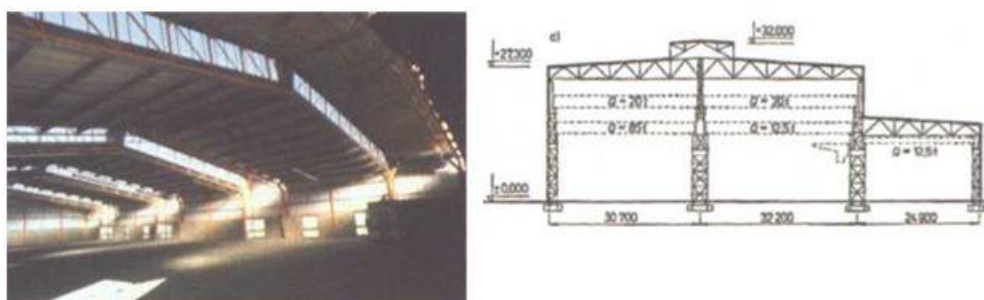
Obr. 1.7. Hala s dvorná loďami v priebehu výstavby a po dokončení [1].

Stĺpová priečna väzba dvojloďovej haly s priehradovými väzníkmi má skladbu ilustrovanú obr. 1.8.



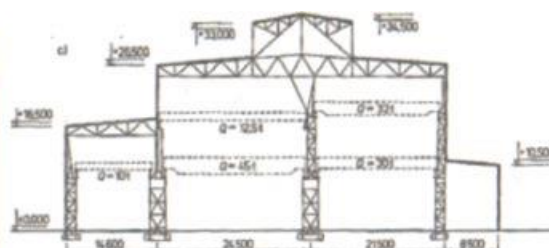
Obr. 1.8. Hala s priehradovými väzníkmi a plnostennými stĺpmi [1].

Okrem technológie výroby a účelu budovy, návrh jej konštrukčnej dispozície ovplyvňujú ďalšie faktory. Požiadavka na osvetlenie a vetranie haly vyžaduje členenie strechy, vhodnú voľbu typu svetlíkov a usporiadanie konštrukcie obvodových stien. Spôsob návrhu haly z týchto aspektov ukazuje obr. 1.9.



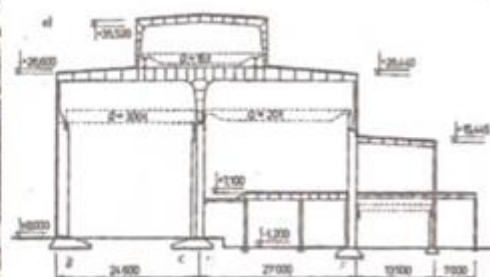
Obr. 1.9. Priečne alebo pozdĺžne strešné svetlíky presvetlenej haly [1].

Typické usporiadanie haly s tromi rovnobežnými loďami znázorňuje obr. 1.10. Nižšie postranné lode slúžia na uskladnenie materiálu a zber výrobkov. Obsluhujú ich mostové alebo konzolové žeriavy v závislosti od technológie prevádzky.



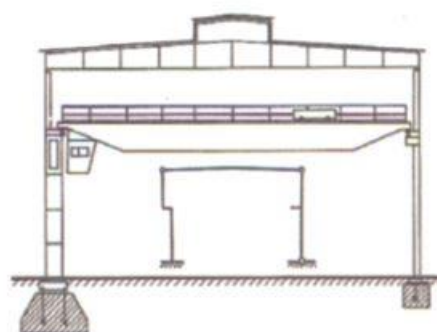
Obr. 1.10. Hala so štyrmi loďami a schéma jej skladby [1].

Skladbu reálneho viacloďového objektu elektrárne ilustruje obr. 1.11. Jej mohutné rámové priečne väzby pozdĺžne stabilizujú žeriavové dráhy spolu s tuhým stužidlom rombickej prihradovej sústavy.



Obr. 1.11. Priemyselná hala s viacerými nerovnakými loďami [1].

Základové pomery významne ovplyvňujú výber statického systému haly a jej konštrukciu. V prípade nevhodného podlažia stĺpy rámov treba kĺbovo pripojiť na základové pätky. Týmto spôsobom vylúčiť prenos ohybových účinkov do základovej pôdy. Ako ukazuje obr. 1.12 vľavo, stĺpy sa zužujú smerom k terénu. Avšak v hornej časti sú mohutnejšie. Spolu s priečlou musia prevziať priečne a ohybové účinky [1].



Obr. 1.12. Hala s kĺbovo uloženým stĺpom priečnej väzby na základ [1].

## 1.2 Delenie halových objektov

Z hľadiska projekčnej a výrobnjej náročnosti:

- haly štandardné (hromadne vyrábané),
- haly na objednávku.

Podľa konštrukcie:

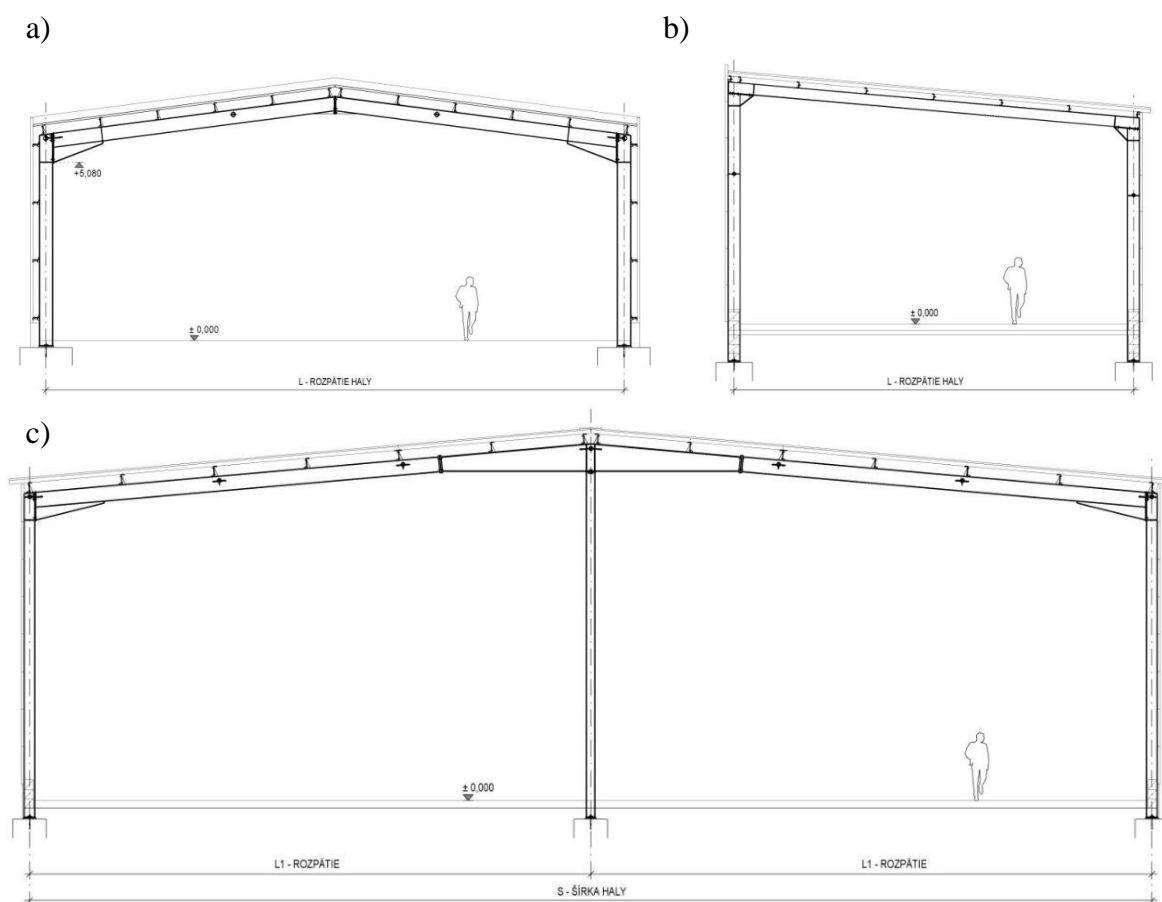
- ťažké haly (so žeriavom),
- ľahké haly (bez žeriavu).

Podľa usporiadania:

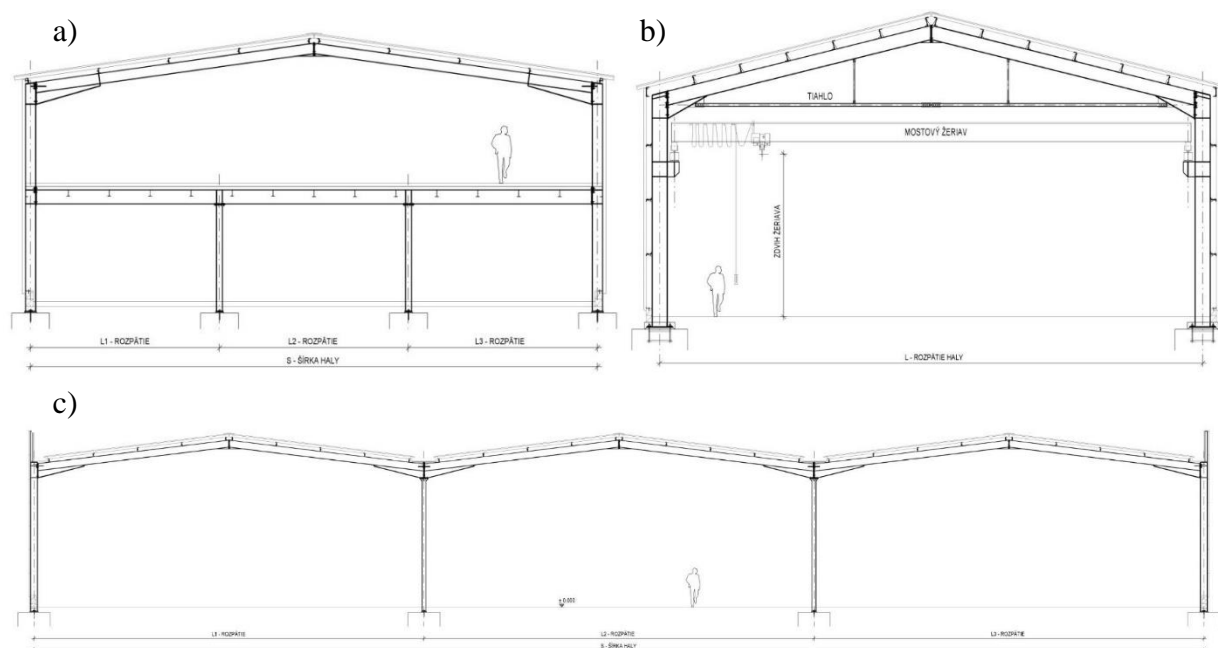
- jednoloďové,
- viacloďové s rovnobežnými loďami,
- viacloďové s kolmými loďami [3].

### 1.2.1 Statické schémy halových objektov

Na obr. 1.13 a obr. 1.14 sú uvedené príklady jednotlivých typov rámových konštrukcií.

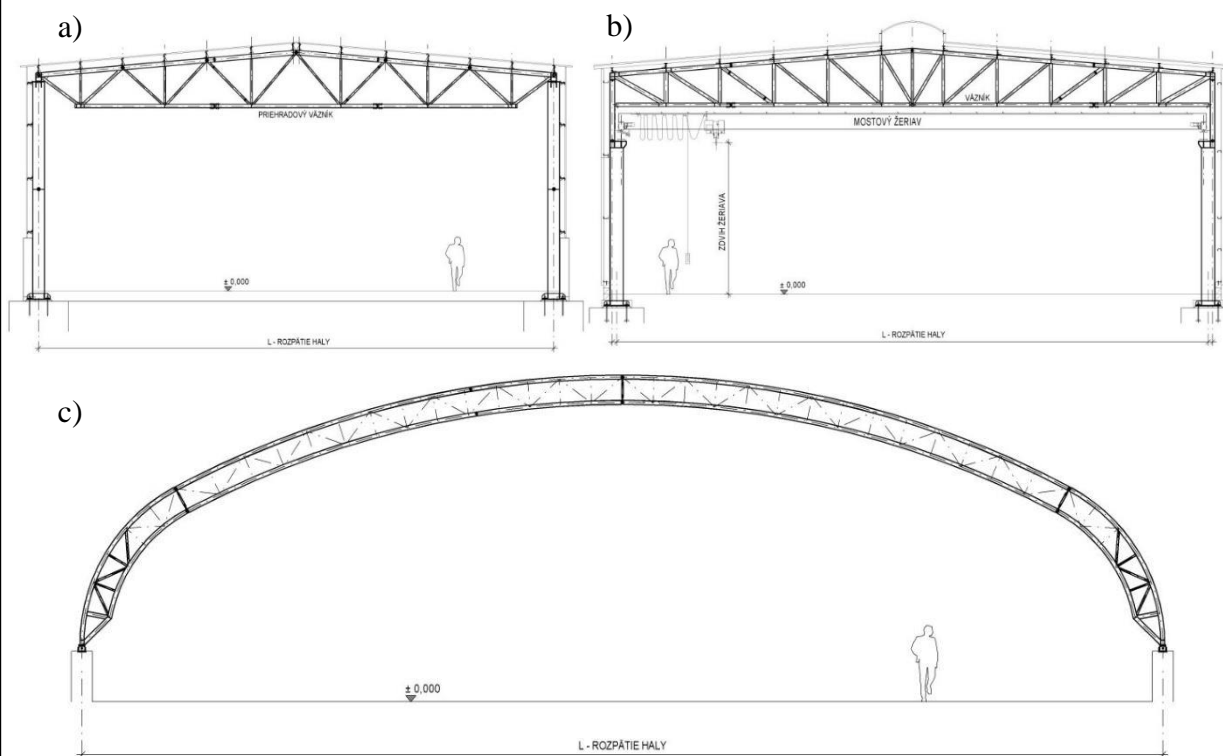


Obr. 1.13. Rámová konštrukcia a) so sedlovou strechou, b) s pultovou strechou, c) so sedlovou strechou a stredovým stĺpom [4].



Obr. 1.14. Rámová konštrukcia a) so vstavkom, b) s mostovým žeriavom, c) viacloďová so sedlovou strechou [4].

Na obr. 1.15 sú uvedené príklady jednotlivých typov priehradových konštrukcií.



Obr. 1.15. a) Priehradová konštrukcia, b) priehradová konštrukcia s mostovým žeriavom, c) oblúčková priehradová konštrukcia [4].

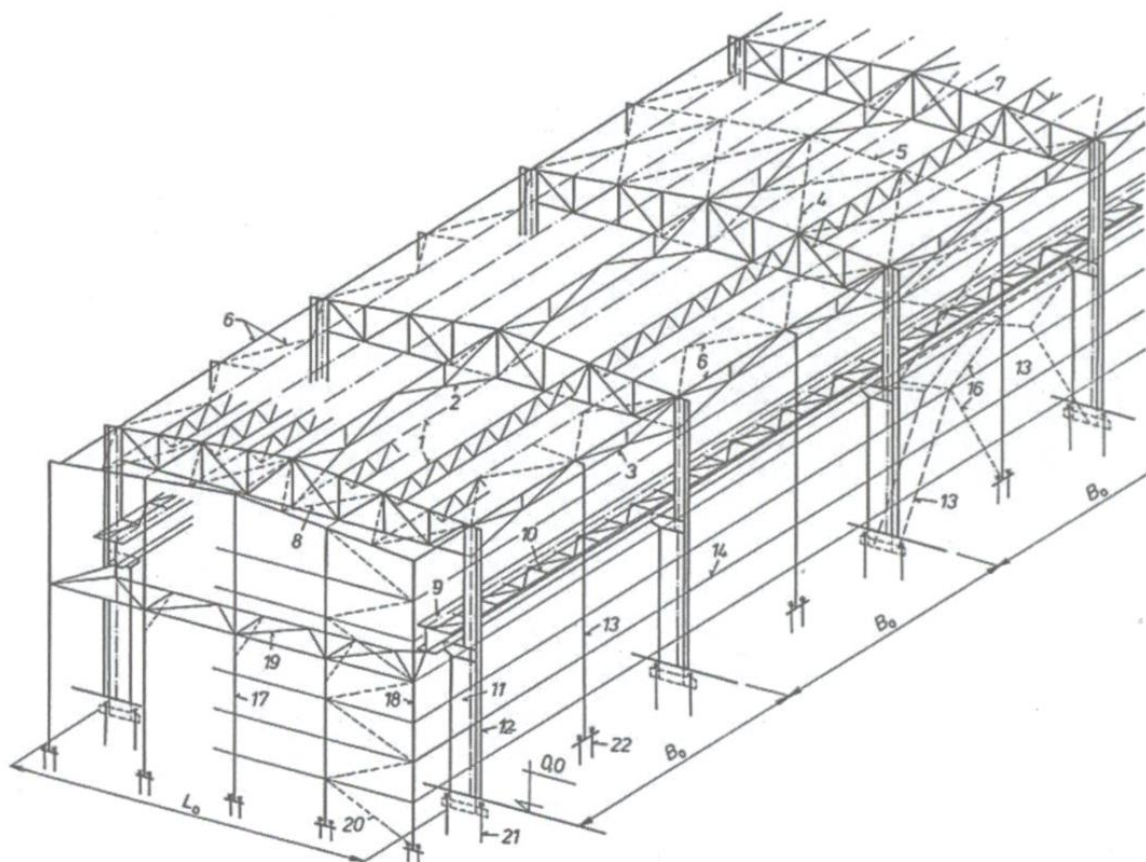
## 2 ROZBOR KONKRÉTNĚHO TYPU HALY

### 2.1 Skladba jednodňovej haly

Hlavnými konštrukčnými celkami nosného systému haly sú:

- konštrukcia strechy (väzníky, prievlaky, väznice),
- hlavné stĺpy s kotvením,
- žeriavové dráhy,
- konštrukcia obvodových stien,
- stužidlá (strešné a stenové stužidlá, brzdňý portál),
- doplnkové konštrukcie (plošiny, schodisko) [5].

Skladba halových objektov má rešpektovať modulovú koordináciu ich rozmerov. Vytvárajú sa tým podmienky pre ľahšiu zostaviteľnosť a výmenu konštrukčných dielcov. Tiež pre polohovú väzbu jednotlivých prvkov a častí stavebného objektu k vzťaznej osnove, ktorá predstavuje sústavu ideálnych vzťazných čiar, plôch a bodov skladobne vymedzujúcich objekt a rozmiestnenie nosných konštrukcií. Koordinácia rozmerov vychádza z modulov, ktoré predstavujú dohodnuté merné jednotky. Základný východiskový modul je  $M = 100 \text{ mm}$ . Unifikácia ďalších rozmerov vo výstavbe používa zväčšené moduly. Od násobku  $3.M$ ,  $6.M$ ,  $12.M$ ,  $15.M$ ,  $30.M$  až  $60.M$ . Opačne tiež zlomkové moduly  $M/2$ ,  $M/5$ ,  $M/10$ ,  $M/20$ ,  $M/50$  a  $M/100$ . Uplatnením modulov je tak zaistená nadväznosť vyrábaných strešných alebo stenových prefabrikátov a kombinácia konštrukčných častí.



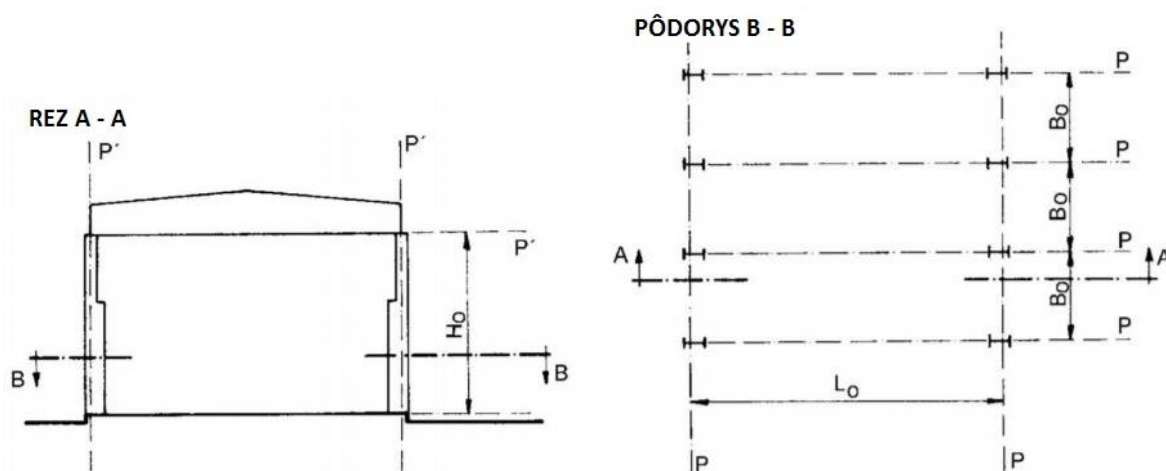
Obr. 2.1. Konštrukčná skladba nosného systému jednodňovej haly [5].

Na obr. 2.1. sú vyznačené základné nosné prvky jednolod'ovej haly s mostovým žeriavom. Základný priečny nosný systém budovy vytvárajú *priečne väzby*, pozostávajúce zo stĺpov so stupňovito premenným prierezom (11) a z priehradových strešných *väzníkov* (7). Päťka stĺpa je ukotvená pomocou kotevných skrutiek (21) do železobetónového základu. Väzník nesie väznice (1) tvoriace podpory *strešného plášťa*. Tuhosť budovy v pozdĺžnom smere zabezpečuje *priečne stužidlo*, ktorého strešná časť (4) a stenová časť (16) tvorí zalomená konzola prebiehajúca po celom obvode naprieč budovou. Pás (5) stužidla v strešnej časti je vložený prút do strešného systému. Druhý pás priečného stužidla vytvára horný pás väzníka. Pásky *stenovej* časti priečného *stužidla* tvorí predradený stĺpik pri hlavnom stĺpe priečnej väzby spolu s *medzistĺpikom* (13) pozdĺžnej steny. Konštrukciu strechy dopĺňajú *zvislé pozdĺžne stužidlá* v strede rozpätia väzníkov (2). Na okraji pri pozdĺžnej stene leží *odkvapové stužidlo* (6), ktoré vzniklo vložením prútov medzi susedné väznice. Okrem výstužnej funkcie podopiera medzistĺpik (13) pozdĺžnej steny.

Konštrukciu *žeriavovej dráhy* tvorí *hlavný nosník* (9) a vodorovný výstužný nosník (10) preberajúci vodorovné priečne účinky mostového žeriava. Prenos pozdĺžnych brzdných síl zabezpečuje *pozdĺžne stužidlo* v tvare portálu (16).

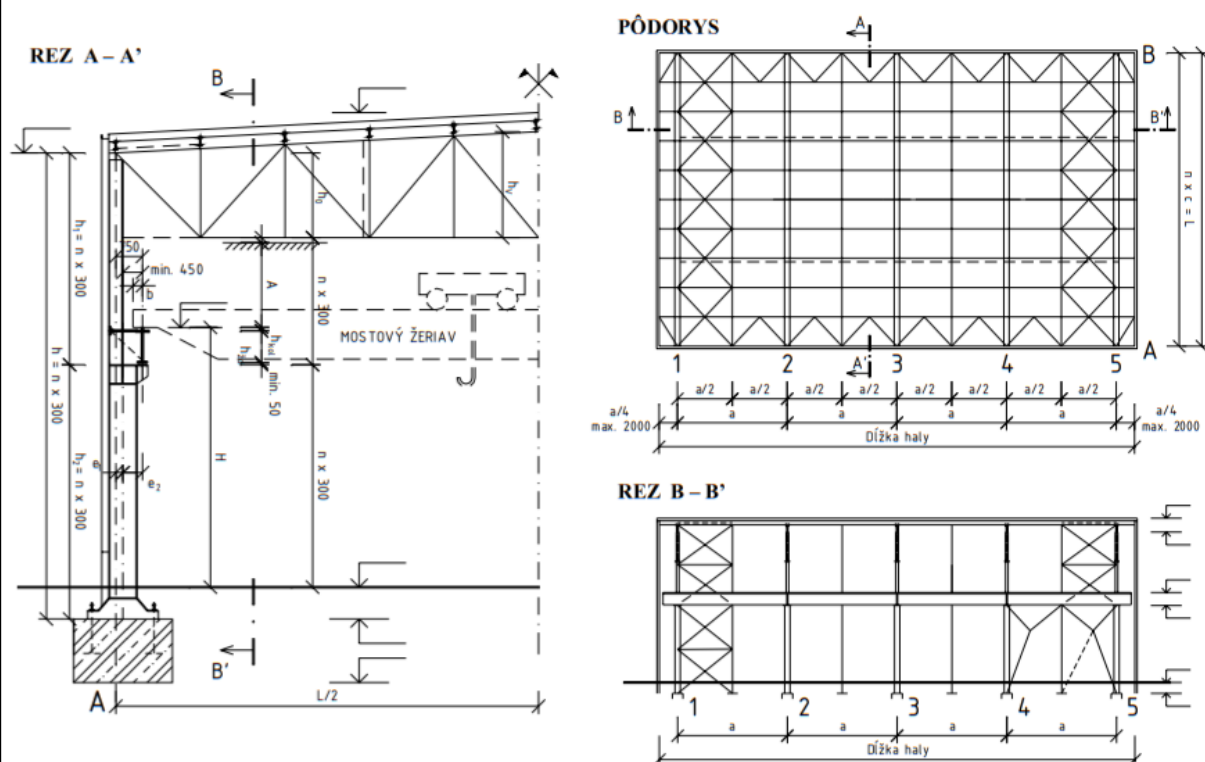
Nosnú kostru obvodových stien tvoria hlavné nosné stĺpy haly, bežne s predradenými stĺpikmi (12), ďalej medzistĺpikmi pozdĺžnych stien (13), stĺpiky čelných alebo štítových stien (17) a rohové stĺpy (18). Podružné stĺpiky stien sú uložené na železobetónových pätkách pomocou ľahkého kotvenia (22). Konštrukciu steny dopĺňujú vodorovné nosníky, označované ako pažíky (14) ako aj prípadný výstužný nosník čelnej steny. Tuhosť čelnej steny zaisťuje priečne strešné stužidlo (8) a stenové stužidlo (20).

Priečna pôdorysná vzdialenosť v smere rozpätia haly  $L_0$  spolu s pozdĺžnym rozostupom stĺpov  $B_0$  a výškou  $H_0$  sú hlavné vzťahné rozmery objektu (obr. 2.2). Obvykle unifikované rozpätia  $L_0$  takýchto typov priemyselných budov sú 12, 18, 24, 30 až 36 m. Vzdialenosti priečných väzieb  $B_0$  pri halách bez mostových žeriavov bývajú 6, 12 a 18 m. Ich výšky od 4,8 m do 8,4 m s odstupňovaním po 1,2 m. Iné premenné zaťaženie, najmä od dopravných zariadení rezultuje do iných hodnôt týchto vzťahných parametrov objektov.



Obr. 2.2. Priečna a pozdĺžna dispozícia jednolod'ovej haly [6].

V prípade jednodňovej priemyselnej haly vybavenej mostovým žeriavom, schému pôdorysného a priečného usporiadania ukazuje obr. 2.3. Stĺpy jednodňových hál s mostovými žeriavmi majú spravidla stupňovité premenný prierez. Do vzťažnej osy ich treba umiestniť nie osou stĺpov ale tak, aby vzťažná priamka prechádzala osou uloženia väzníkov na stĺp. Rozpätie lode je teda rovné teoretickému rozpätiu strešného väzníka. Pozdĺžne obvodové steny sú predradené pred nosnú konštrukciu haly. Ich vnútorný povrch býva vo vzdialenosti n.50 mm od príslušnej priamky pôdorysnej osy. Vzhľadom na šírky stĺpu, obvykle o 300 mm. Čelné steny sú z prevádzkových dôvodov odsadené viac, a to od 750 mm do 1 500 mm [1].



Obr. 2.3. Priečna a pozdĺžna dispozícia jednodňovej haly s mostovým žeriavom [7].

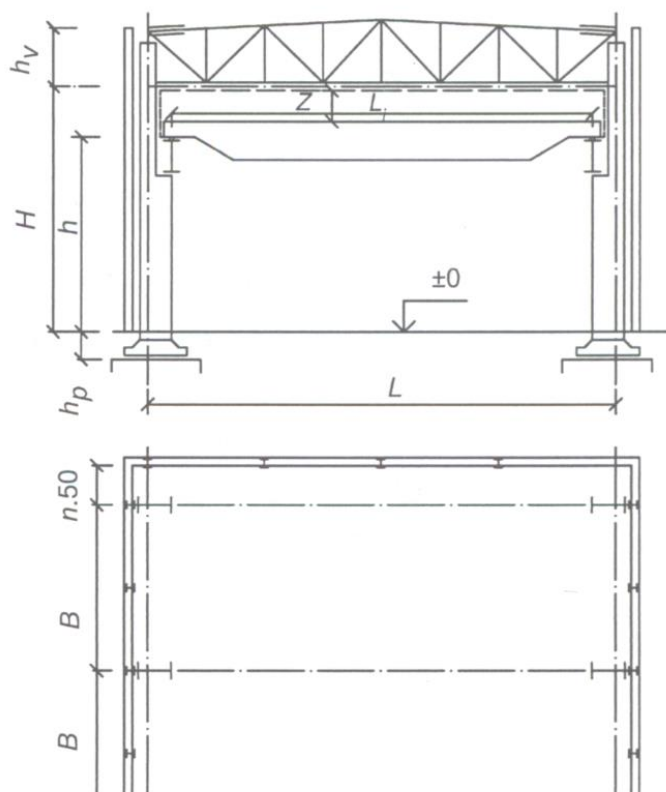
## 2.2 Konštrukčné riešenie dispozície jednodňovej haly s mostovým žeriavom

Nosný systém haly sa zhotovuje z valcovaných profilov, alebo zváraných prierezov a plechov. Vytvorený skelet musí preniesť zaťaženie pôsobiace na halu a jeho účinky cez základy do podlažia. Navyše konštrukcia musí umožniť ľahko pripojiť ohraničujúce strešné a fasádne konštrukčné časti ako aj priečkami predeľovať vnútro objektu. Nosná konštrukcia predstavuje priestorový statický systém všeobecne zaťažený vo všetkých troch smeroch v priestore. Avšak zjednodušene sa hala rozkladá na rovinné časti, a to pôdorysne ako aj v priečnom a pozdĺžnom smere. Nielen z dôvodu zjednodušenia dispozície a návrhu, ale tiež z výrobného hľadiska a ľahšej montáže [1].

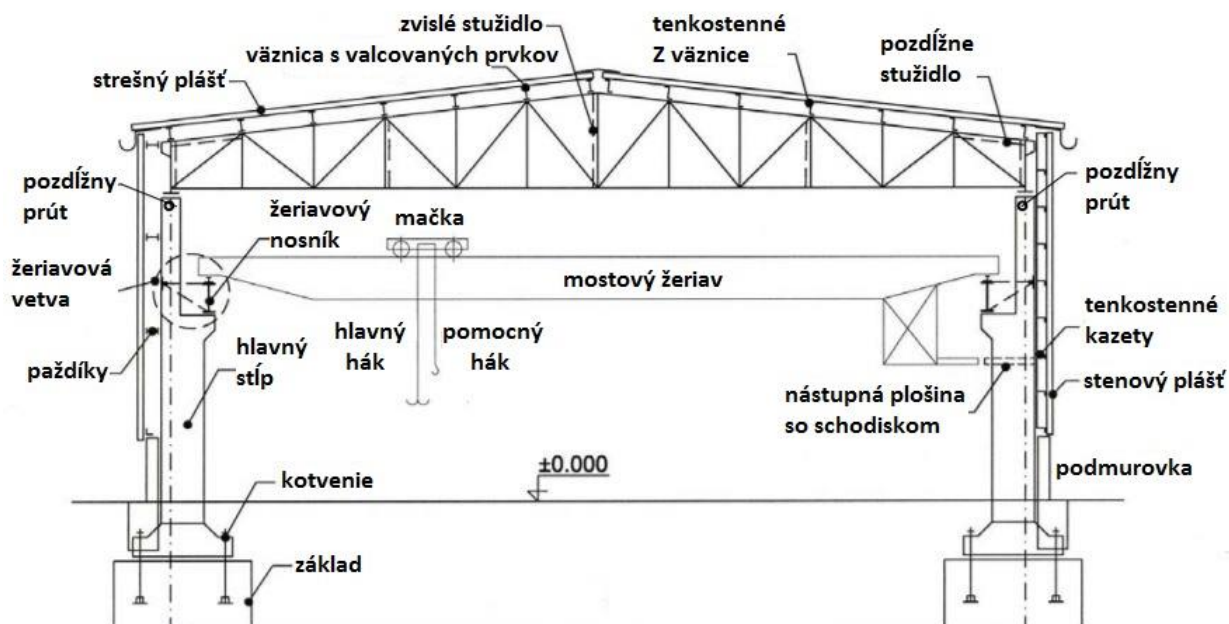
Dispozícia priečného rezu rieši výškové usporiadanie konštrukcie haly a priestorovú úpravu žeriavovej dráhy, kde žiadna časť konštrukcie nesmie zasahovať do prejazdneho profilu žeriavu. Príklad priečnej väzby a názvoslovnia je uvedený na obr. 2.5.

Základná rovina  $\pm 0$  pre vertikálne usporiadanie, ku ktorej sa vzťahujú výškové kóty, sa volí v úrovni podlahy haly (viď obr. 2.4). Pätky stĺpov sú zapustené pod touto výškovou úrovňou. Hlavným vertikálnym rozmerom haly je *svetlá výška haly* ( $H$ ) meraná od dolnej plochy väzníka k základnej rovine. U hál s mostovými žeriavmi je dôležitým rozmerom *výšková úroveň žeriavovej dráhy* ( $h$ ), čo je vzdialenosť hornej plochy koľajnice od základnej roviny. Táto výšková úroveň sa stanoví v technologickom projekte podľa požadovanej výšky zdvíhu háku žeriavu v závislosti na prevádzke v hale. Výška ( $H$ ) sa určí pripočítaním výšky prejazdného profilu žeriavu a následným zaokrúhlením na najbližší vyšší násobok modulu 300 mm. Pritom je nutné pamätať i na prípadné zariadenia zavesené na väzníku a podchodnú výšku nad lávkami žeriavovej dráhy. Rozmery prejazdného profilu žeriavu sú určené výrobcom.

Východiskovým parametrom horizontálneho usporiadania prierečného rezu je vedľa *rozpätia lode* ( $L$ ) taktiež *rozchod žeriavovej dráhy* ( $L_j$ ), čo je horizontálna vzdialenosť osí koľajníc k sebe príslušných vetiev žeriavovej dráhy. Vzdialenosť osí koľajníc od vnútorného líca hornej časti stĺpu musí byť (aspoň) rovná súčtu presahu žeriavu a predpísanej bočnej vôle. Pri riešení horizontálneho usporiadania haly je nutné pamätať tiež na umiestnenie vodorovného nosníka žeriavovej dráhy. Žeriavová dráha má mať aspoň pozdĺž jednej vetvy priechodnú lávku s predpísanými rozmermi. Lávka slúži pre prístup do kabíny žeriavu a výstup na lávky žeriavovej dráhy sa rieši pomocou schodísk, rebríkov a nástupných plošín. Lávka sa zriaďuje aj pri moderných žeriavov ovládaných zo zeme [2].



Obr. 2.4. Hlavné rozmery haly [2].

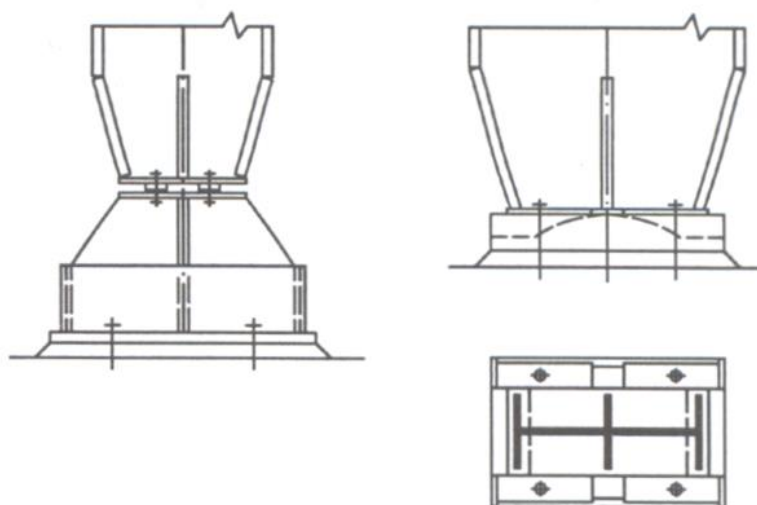


Obr. 2.5. Priečna dispozícia jednolodovej haly s mostovým žeriavom a jej názvoslovím [8].

### 2.3 Stĺpy, pätky a zavetrovanie

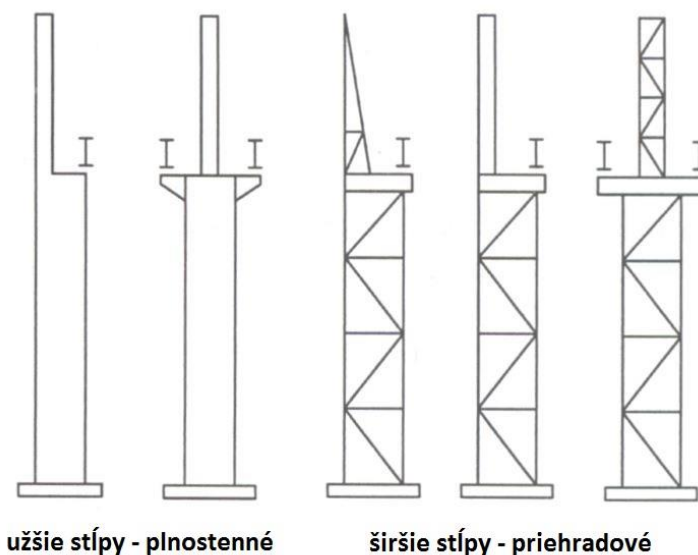
Stĺpy sa podľa konštrukčného prevedenia delia na plnostenné a priehradové, s konštantným alebo premenlivým prierezom. Podľa uloženia na základ možno rozlíšiť stĺpy kĺbovo uložené a votknuté.

Kĺbovo uložené (kyvné) stĺpy majú väčšinou konštantný prierez, ktorý sa pri väčšej šírke stĺpu na koncoch zužuje (obr. 2.6). Navrhujú sa prevažne ako plnostenné, u vyšších hál môžu byť aj priehradové. Žeriavové dráhy sa ukladajú na konzoly.



Obr. 2.6. Kĺbovo uložený stĺp [2].

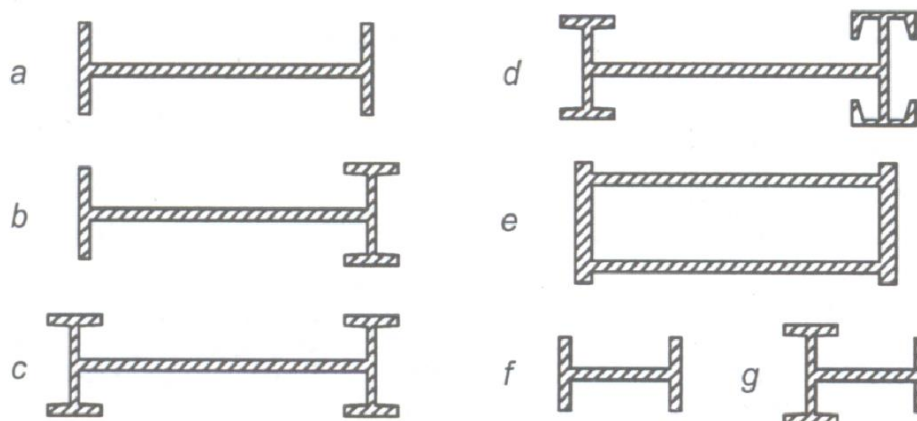
Votknuté stĺpy majú u hál so žeriavmi väčšinou stupňovito premenný prierez, ktorý je u stĺpov krajných radov silno nesymetrický k zvislej osi. Užšie votknuté stĺpy bývajú spravidla plnostenné, zatiaľ čo širšie stĺpy sa navrhujú priehradové (obr. 2.7). Možné je vykonať aj kombinácie, napr. horná časť stĺpu je plnostenná a dolná časť priehradová. Nosníky žeriavových dráh sa ukladajú na širšiu dolnú časť stĺpa [2].



Obr. 2.7. Votknutý stĺp [2].

### 2.3.1 Plnostenné stĺpy

Stĺpy sú namáhané tlakom a ohybom v rovine priečnej väzby. Stĺpy s konštantným prierezom bývajú navrhované z dvojsoého symetrického prierezu I (obr. 2.8a). Dolná časť viac namáhaných stĺpov môže mať pásnice z valcovaných tyčí podľa obr. 2.8b, c, d, pričom pásnica pod žeriavovou drahou býva silnejšia. Stĺpy ťažkých hál sa konštruujú z obdobných zvaraných alebo uzavretých prierezov (obr. 2.8e). U horných dielov krajných stĺpov je z konštrukčných dôvodov výhodné, aby vonkajšia pásnica bola z profilu rovnakého typu ako pásnica dolnej časti stĺpu (viď obr. 2.8f, g) [2].

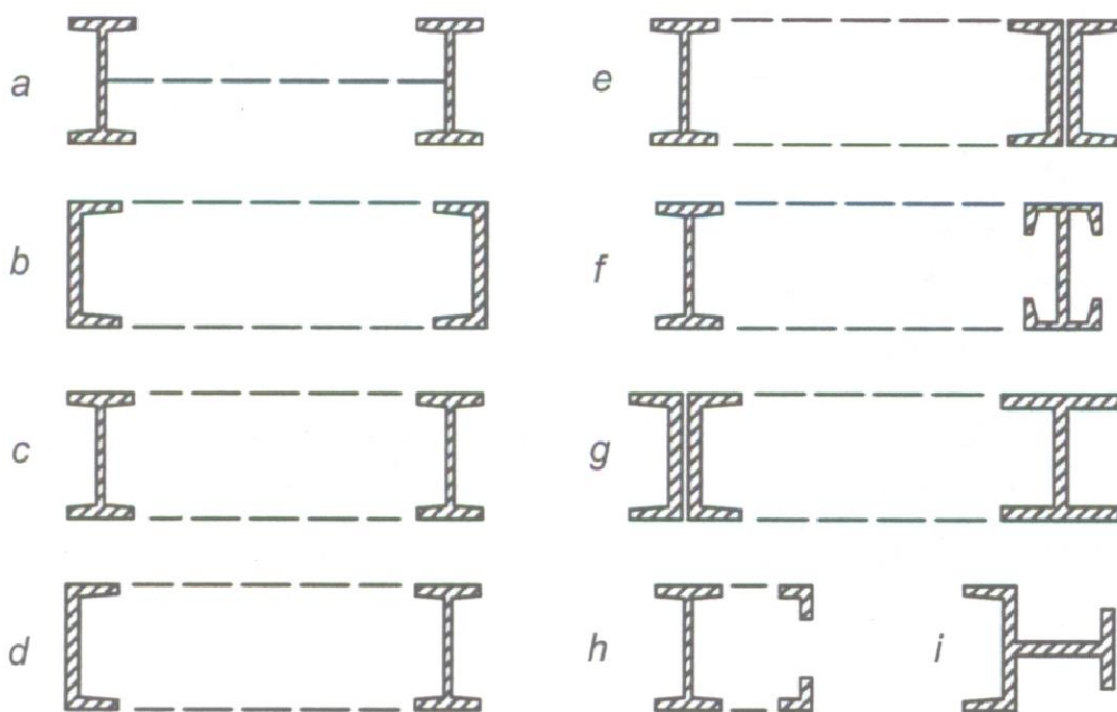


Obr. 2.8. Plnostenný stĺp [2].

### 2.3.2 Priehradové stĺpy

Priehradové stĺpy sú výrobne pracnejšie než plnostenné, majú však menšiu spotrebu materiálu. Ich tuhosť je pritom väčšia než u plnostenných stĺpov, a preto sa používajú hlavne u vyšších hál.

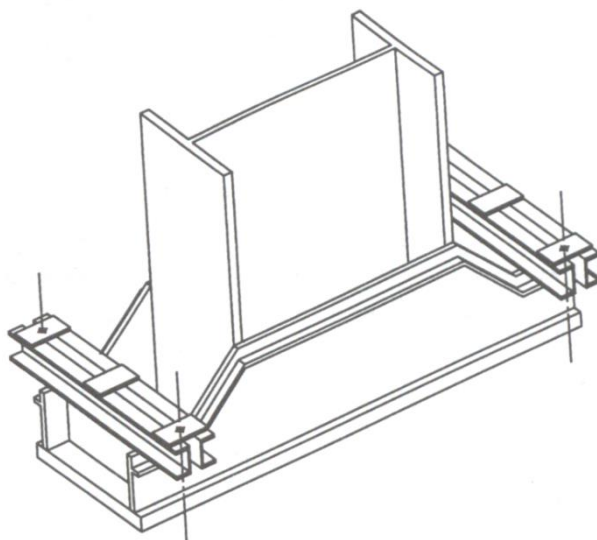
Priehradové stĺpy konštantného prierezu tvoria dva pásové pruhy spojené priehradovinou (obr. 2.9a), ktorá prebieha v dvoch rovinách. Pásové pruhy bývajú z valcovaných profilov U a I (obr. 2.9b, c, d, f), u ťažkých stĺpov môžu byť pásy aj zvarané (obr. 2.9e, g). Pre hornú časť krajných stĺpov so stupňovitou zmenou prierezu je konštrukčne výhodné, aby vonkajší pás priehradoviny či pásnicu plnostenného prierezu tvoril pretiahnutý vonkajší pás dolnej časti stĺpa (obr. 2.9h, i) [2].



Obr. 2.9. Priehradový stĺp [2].

### 2.3.3 Pätky stĺpov

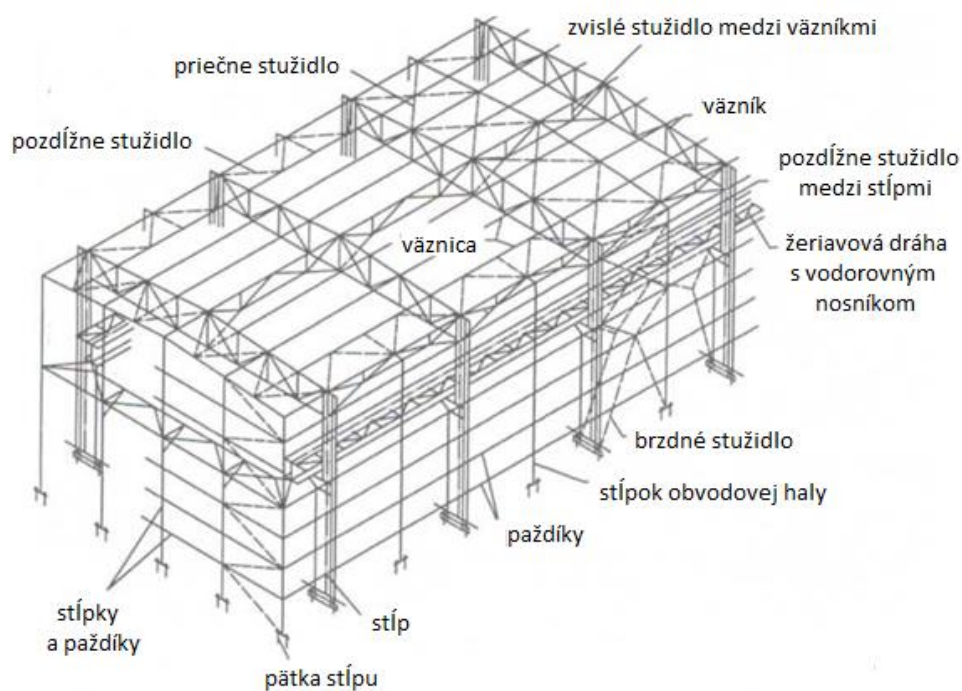
U stĺpov hál prevládajú votknuté pätky. Ohybové momenty vyvodzujú v pätnjej škáre ťahovej sily, ktoré sa prenášajú do základov kotviacimi skrutkami. Votknutie sa spravidla vykoná len v rovine priechnej väzby, zatiaľ čo v pozdĺžnom smere sa stĺpy ponechajú ako klbové. Pätky sú preto v pôdoryse výrazne obdĺžnikové, čo najužšie v smere kolmom na rovinu momentu. Pätká tvorí so stĺpom jeden montážny celok (obr. 2.10) [2].



Obr. 2.10. Votknutá päťka [2].

### 2.3.4 Zavetrovanie

V pozdĺžnom smere je uloženie stĺpov haly kĺbové. Tuhosť haly v pozdĺžnom smere sa zaisťuje vložením tuhých vertikálnych stužidiel do pozdĺžnych radov stĺpov. Stužidlo je namáhané silami od vetra v pozdĺžnom smere, u hál so žeriavmi prenáša pozdĺžne stuženie haly ešte brzdné sily žeriavov, preto sa mu tiež často hovorí brzdné stužidlo. Brzdné stužidlo sa obvykle navrhuje ako priehradové. Stužidlo vid' na obr. 2.11 [2].



Obr. 2.11. Schéma haly [2].

## 2.4 Nosná konštrukcia strechy

### 2.4.1 Vážnice

Vážnicami sa nazývajú nosníky prebiehajúce v pozdĺžnom smere haly rovnobežne s odkvapom. Nesú strešný plášť a sú uložené na väzníkoch alebo rámovej priečle priečných väzieb. Rozostup vážnic je daný únosnosťou strešného plášťa.

Z hľadiska konštrukčného prevedenia používame vážnice:

- plnostenné (tenkostenné alebo valcované),
- priehradové.

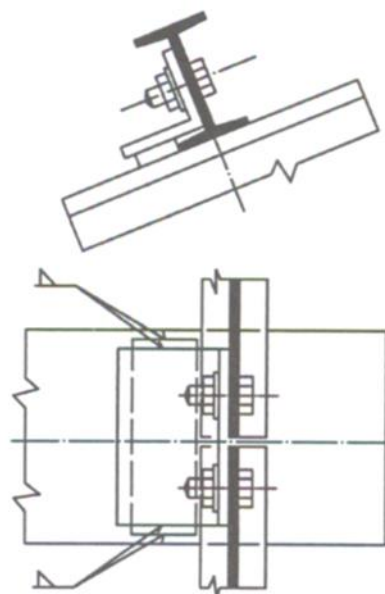
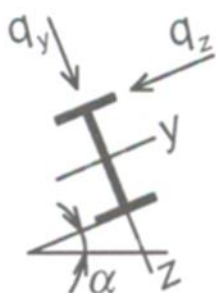
Podľa statického pôsobenia rozlišujeme vážnice:

- prosté,
- spojité,
- kĺbové,
- vzperkové (zavesené).

Zaťaženie vážnic je zvislé (stále, sneh) a kolmé k strešnej rovine (vietor). Vážnicu je nutné posúdiť na oba medzné stavy. U vážnic sa pripúšťa pomerne značný priehyb (celkový  $\delta_{\max} \leq L/200$ , od náhodného zaťaženia  $\delta_2 \leq L/250$ ).

Prosté plnostenné valcované vážnice sa navrhujú z prierezov IPE. V dôsledku tuhosti strešného plášťa možno predpokladať, že nedôjde k vybočeniu ani ku krúteniu vážnice. Vážnica sa navrhne len na zložku zaťaženia ( $q_y$ ), (obr. 2.12). Obvyklý detail uloženia vážnice na väzník je na obr. 2.13.

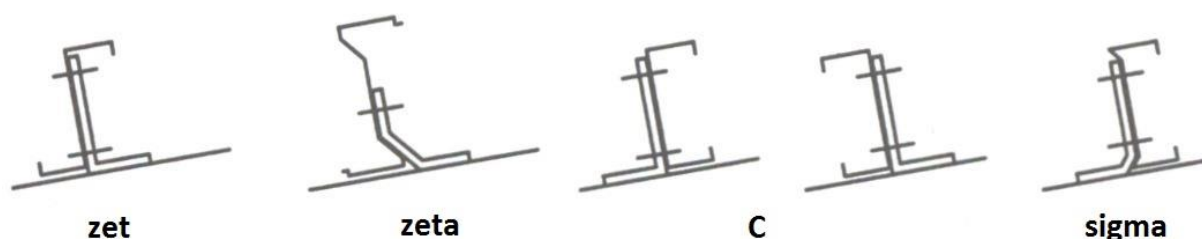
Spojité plnostenné valcované vážnice využívajú celú výrobnú dĺžku valcovaných tyčí a pokladajú sa na väzníky spojitou cez dve polia (spravidla 2x6 m). Sú preto hospodárnejšie a majú menší priehyb ako vážnice prosté.



Obr. 2.12. Zaťaženie plnostennej vážnice [2].

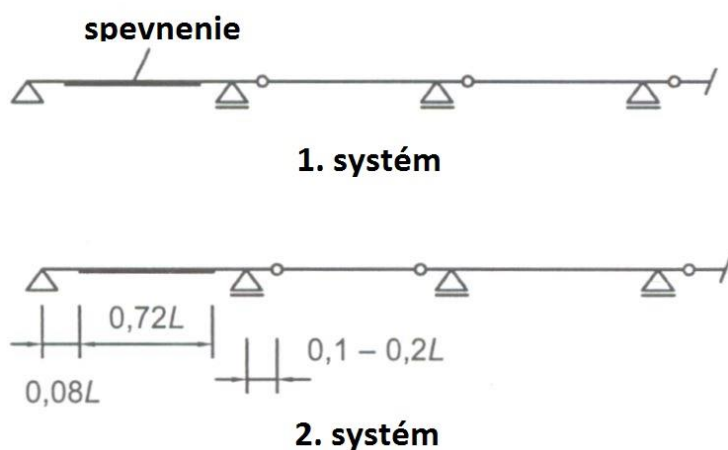
Obr. 2.13. Uloženie vážnice na väzník [2].

Tenkostenné väznice vyrábané za studena dnes prevládajú. Výrobcovia dodávajú rôzne tvary priečneho rezu (obr. 2.14) prispôbené statickej potrebe. Tvary tiež umožňujú vzájomné zasúvanie profilov do seba, čím sa okrem spojitosti automaticky vytvárajú zosilnené miesta u vnútorných podpôr. Tenkostenné väznice sa na väzník pripájajú skrutkovaním v stoji k úchytom (topánkam), ktoré sú vylisované alebo zvarené z plechu, prípadne odliate. Väznice vždy spolupôsobia so strešným plášťom, a vytvárajú tak strešný systém. Väznice sú vzhľadom k svojej hrúbke (okolo 2 mm) vždy dokonale chránené proti korózii pozinkovaním.

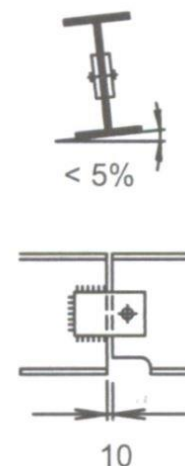


Obr. 2.14. Tvary tenkostenných väzníc a prípoj na väzník [2].

Kĺbové väznice z valcovaných profilov IPE využívajú jednoducho umiestnené kĺby k optimálnemu rozdeleniu ohybových momentov. Používajú sa dva systémy umiestnenia kĺbov (obr. 2.15). Prípoj väznice k väzníku sa vykonáva obdobne ako u prostých väzníc. Princíp riešenia kĺbu je znázornený na obr. 2.16.

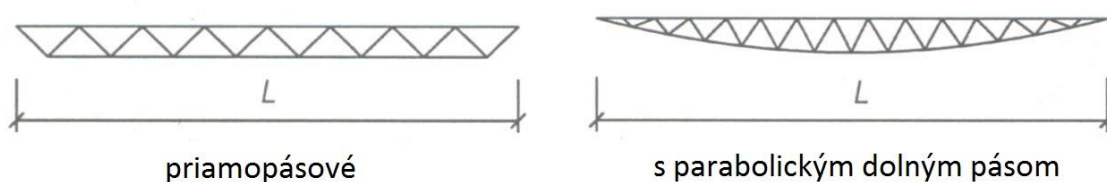


Obr. 2.15. Rozmiestnenie kĺbov pri väzniciach [2].



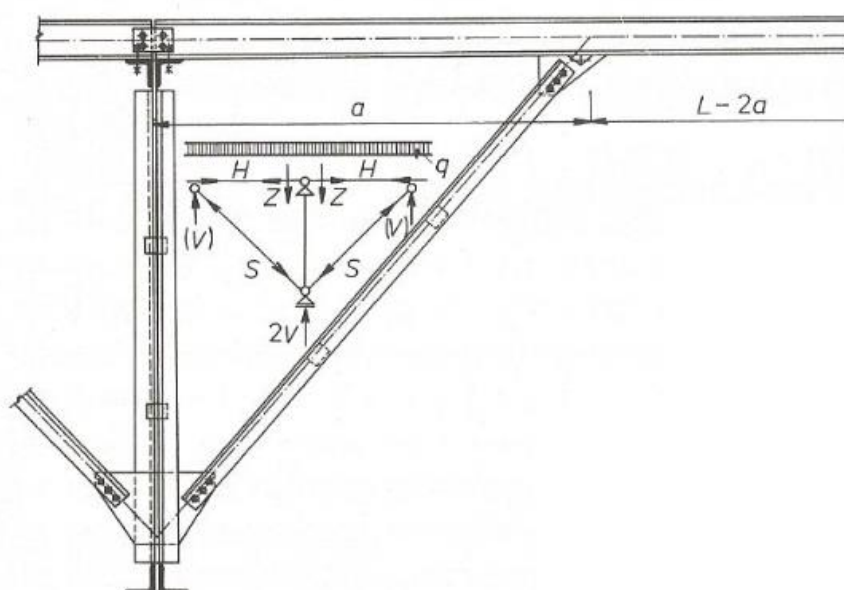
Obr. 2.16. Úprava kĺbu [2].

Priehradové väznice sa navrhujú ako ľahké prosté priehradové nosníky s výškou  $L/15$  až  $L/20$ . Podľa usporiadania pásov sú buď priamopásovú, alebo s parabolickým dolným pásom (obr. 2.17). Na rozdiel od plnostenných väzníc sa priehradové väznice vždy ukladajú zvislo, čomu musí zodpovedať detail pripojenia na väzník. Priehradové väznice sú ľahké, ale ich výroba je prácna, a preto sa ich používanie obmedzuje.



Obr. 2.17. Priehradové väznice [2].

Vzperkovú väznicu tvorí valcovaný nosník IPE (obr. 2.18), ktorého rozpätie je skrátené vzperkami opretými o dolný pás väzníka. opakom sú zavesené väznice, ktoré sa používajú pri strechách s väzníkmi prebiehajúcimi v priečných svetlíkoch. Usporiadanie vedie k priaznivejšiemu rozdeleniu momentov a väznice majú malý priehyb i pri veľkom rozpätí. Vzperky či tiahla sa navrhujú obvykle z jedného alebo z dvojíc uholníkov skrutkovaným pripojením, ktoré napomáha dodržať geometrický tvar konštrukcie pri montáži [2].



Obr. 2.18. Vzperková väznica [9].

#### 2.4.2 Väzníky

Väzník je hlavným konštrukčným prvkom nosnej časti strešnej konštrukcie. Tvar väzníka sa riadi sklonom strechy, ktorý závisí predovšetkým od druhu použitej hornej vrstvy strešného plášťa. Zaťaženie zo strešného plášťa sa prenáša do horného pásu väzníka strešnými väznicami, ak sa prenáša priamo zo strešného plášťa na horný pás väzníka, hovoríme o bezväznicovom systéme strechy.

Väzníky sú uložené cez ložiská na podpory, v prípade ocelevej konštrukcie jednolodovej halovej stavby sú podporami nosné stĺpy priečnej väzby.

S ohľadom na spôsob odvádzanie zrážkovej vody môžeme väzníky rozdeliť na:

- sedlové (obojstranný sklon) - vid' obr. 2.19a, obr. 2.19b,
- pultové (jednostranný sklon) - vid' obr. 2.19c,
- pílové (šedové) - vid' obr. 2.19d.

S ohľadom na konštrukčný systém delíme väzníky na:

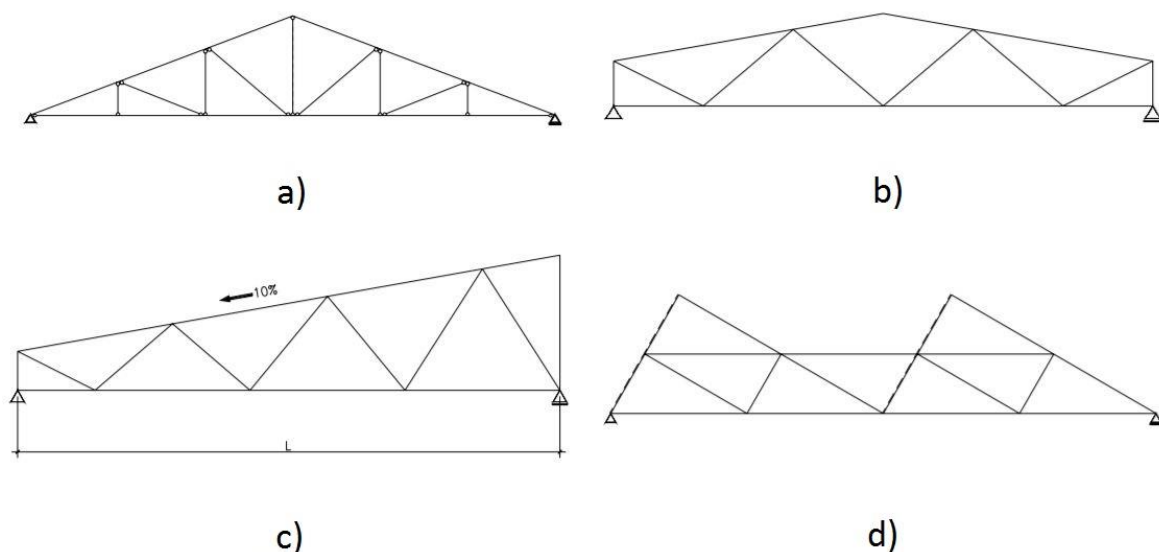
- plnostenné,
- priehradové.

Konštrukcie plnostenných väzníkov sú vhodné pri požiadavke minimálnej konštrukčnej výšky zastrešenia, alebo pre menšie rozpätie cca do 18 m. Plnostenné väzníky sú tiež priaznivejšie ako priehradové s ohľadom na estetické hľadisko. Sú menej prácne, pri výrobe a tiež ich údržba je jednoduchšia v porovnaní s priehradovými konštrukciami. Nevýhodou je, že sú spravidla ťažšie ako priehradové väzníky a teda nepriaznivé z hľadiska spotreby ocele. Konštrukčnú výšku plnostenných väzníkov volíme v rozsahu 1/10 až 1/20 rozpätia.

Konštrukcie priehradových väzníkov sú najčastejšie používanými prvkami oceľových systémov zastrešenia. Veľmi jednoducho je ich možné prispôsobiť tvarovým a prevádzkovým požiadavkám, ako sú obrys a sklon strechy, prípadne požiadavky na vetranie a podobne. Priehradové väzníky môžu byť, pri správnom návrhu, veľmi hospodárne z hľadiska spotreby ocele, sú však výrobne náročnejšie ako väzníky plnostenné.

Z rozsiahleho súboru rôznych tvarov a geometrického usporiadania je možné vyčleniť niekoľko základných typov priehradových väzníkov. Sú to jednak strešné väzníky trojuholníkového tvaru vid' obr. 2.19a, ktoré sú vhodné pre väčšie sklony strešného plášťa.

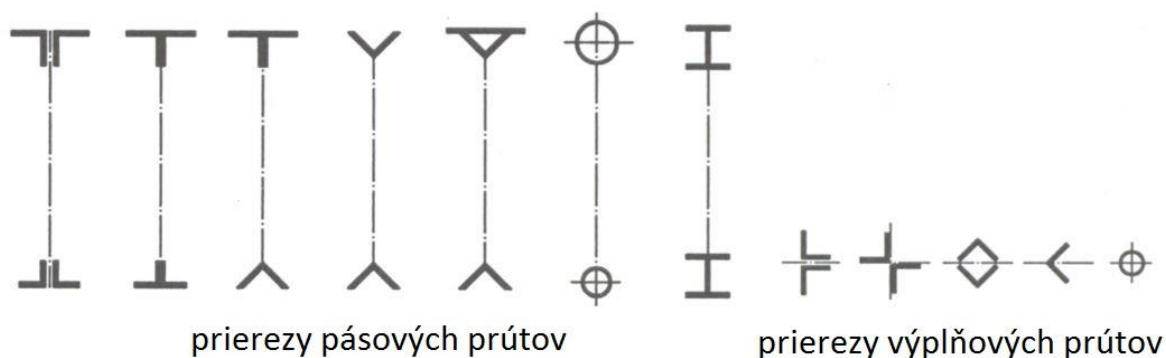
Ďalším typom sú strešné väzníky lichobežníkového tvaru vid' obr. 2.19b, obr. 2.19c, ktoré sa uplatnia predovšetkým pri strechách s menším sklonom - od 5 do 20%. Požiadavku rovnomerného osvetlenia pracovného priestoru halového objektu je možné zabezpečiť pílovou strechou - vid' obr. 2.19d [10].



Obr. 2.19. Základné typy priehradových väzníkov [10].

Analýzu priehradového väzníka (tj. stanovenie vnútorných síl) je možné vykonať za jednoduchého predpokladu kĺbov v styčníkoch. Pri výpočte na počítači je však výstižnejší model s priebežnými pásovými prútmi a kĺbovým pripojením výplňových prútov (diagonál a zvislíc), ktorý lepšie zodpovedá reálnemu prevedeniu.

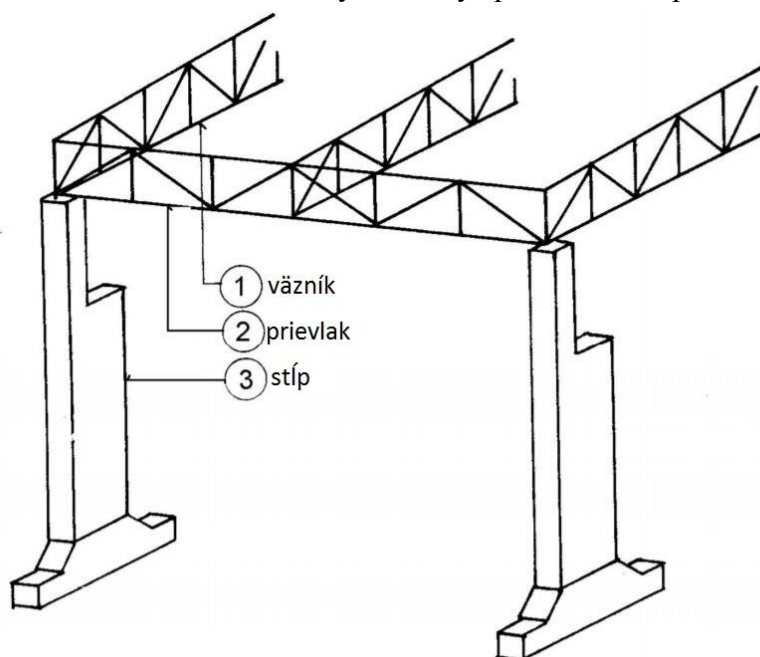
Pásový prút väzníka sa skôr navrhovali z dvojíc uholníkov, vzniknutá medzera sa však nedá udržiavať, a preto sú dnes najčastejšie z kruhových alebo hranatých trubiek, alebo z valcovaných tyčí H, IPE. Pásovým prútom zodpovedajú aj prierezy výplňových prútov (obr. 2.20). Styčníky uholníkových väzníkov sa vytvárajú pomocou styčníkových plechov alebo priamym zvarením v jednom uzle. Väzníky sa delia na montážne diely, ktorých dĺžka spravidla nepresahuje 12 m a, ktoré sa spájajú montážnymi šróbovanými stykmi [2].



Obr. 2.20. Prúty priehradového väzníka [2].

### 2.4.3 Prievlaky

Prievlakom sa nazýva nosník umiestnený v pozdĺžnych radoch stĺpov a slúžiaci ako podpora pre medziľahlé väzníky (obr. 2.21). Konštrukčné riešenie prievlaku musí umožňovať jednoduchú montáž. Prievlaky môžu byť priehradové i plnostenné [2].



Obr. 2.21. Konštrukčné umiestnenie priehradového prievlaku [6].

#### 2.4.4 Strešné stužidlá

Na zabezpečenie priestorovej tuhosti strešnej konštrukcie sa navrhujú stužidlá.

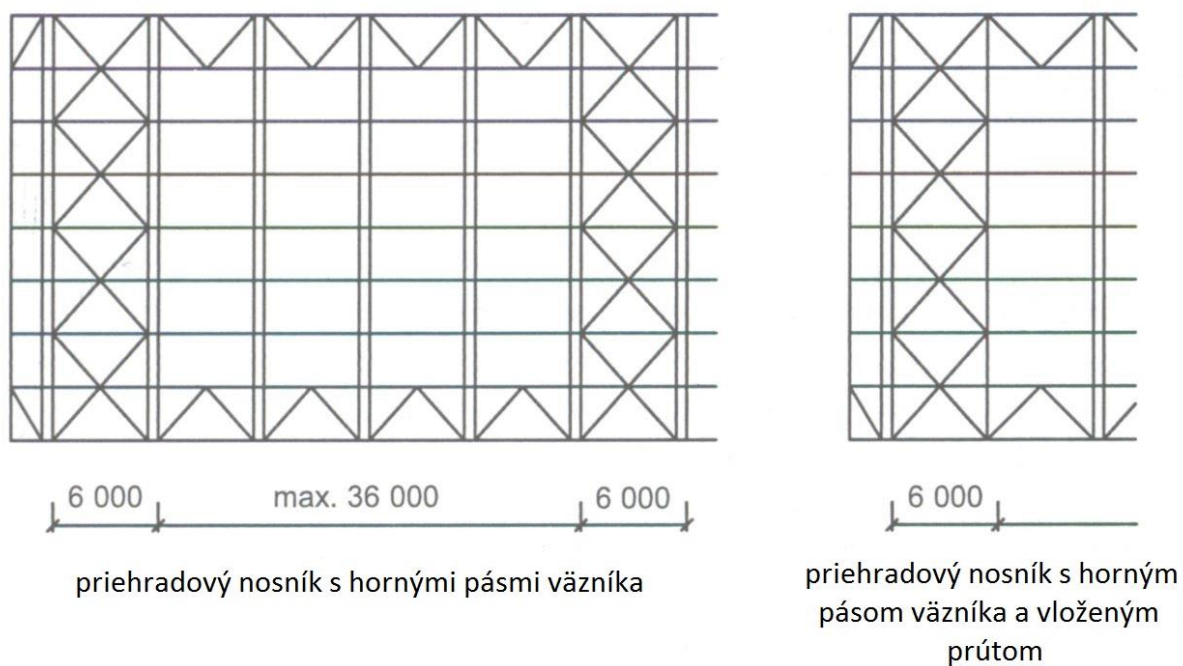
Sústavu strešných stužidiel tvoria:

- priečne stužidlá,
- pozdĺžne stužidlá,
- zvislé stužidlá strechy.

Priečne stužidlá prenášajú silové účinky pôsobiace v rovine strechy (vietor na štítovú stenu, trenie vetra o krytinu), zaisťujú horné pásy väzníkov proti vybočeniu v rovine strechy a zabezpečujú tvar a geometriu strešnej plochy. Navrhujú sa ako priehradové nosníky, ktorých pásy tvoria horné pásy väzníkov, alebo horný pás väzníka a vložený prút pri väčšej vzdialenosti väzníkov (obr. 2.22). Zvislice sú tvorené väznicami a diagonály sa spravidla navrhujú z tyčí kruhového prierezu (z trubiek) alebo z jedného či dvoch uholníkov. Obvykle sa využíva sústava so skríženými diagonálami. Prípoje sú kvôli montáži výhradne skrutkované. Pre jeden dilatačný celok teoreticky stačí jedno priečne stužidlo. Väčšinou sa však tieto stužidlá navrhujú v krajných poliach pri štítových stenách haly a doplní sa ďalší tak, aby vzdialenosť medzi nimi nebola väčšia ako 36 m.

Pozdĺžne stužidlá sa navrhujú ako priehradové nosníky umiestnené medzi odkvapovou a prvou medziľahlou väznicou. Konštrukčné riešenie je podobné ako u priečných stužidiel. Hlavnou funkciou pozdĺžnych stužidiel je zabezpečiť geometriu tvaru strechy.

Zvislé stužidlá prebiehajú v pozdĺžnom smere medzi väznicami a ich úlohou je udržať väzníky vo zvislej rovine najmä po dobu montáže [2].



Obr. 2.22. Strešné stužidlá [2].

## 2.5 Žeriavové dráhy

Mostové žeriavy ako zdvíhacie a obslužné zariadenia prevládajú v priemyselných halách. Pozostávajú z jedného alebo viacerých nosníkov tvoriacich vlastný most žeriava, ktorý sa pozdĺžne pohybuje po koľajniciach umiestnených na pásniciach nosníkov žeriavovej dráhy podopieraných stĺpmi priečnej väzby (obr. 2.23). Priečne po moste žeriava sa pohybuje vozík. Bežne označovaný ako mačka, ktorá nesie navijak alebo podobné zdvíhacie zariadenie spolu s mechanizmom na zavesenie bremena (obr. 2.24) typu háka, drapáka, magnetu alebo ďalších špeciálnych prípravkov.

Štandardné mostové žeriavy majú do nosnosti 12,5 t iba jediný hák. Nad touto hodnotou sú vybavené dvomi hákmi. Hlavným s väčšou nosnosťou a pomocným, avšak rýchlejšim pri manipulácii s ľahším bremenom. Obvykle žeriav sa označuje pomerom nosnosti, napr. 50/12,5 t. Rozpätie mostového žeriava ako vodorovná vzdialenosť nosníkov žeriavovej dráhy alebo ich koľajníc môže dosahovať až 40 m. Nosnosť býva od 5 do 32 t, ale sú k dispozícii žeriavy s nosnosťou až 300 t. Celkovo teda žeriav umožňuje zvislý zdvih bremena, mačkou priečny pohyb v hale a celým mostom pozdĺžne premiestňovanie materiálu. Poháňaný je elektromotormi, malé žeriavy výnimočne tiež ručne pomocou reťaze. Obvyklé riadenie je z kabíny žeriavnika s dobrým prehľadom o zdvíhanom bremene a o činnosti viazačov. Na vstup do kabíny slúži zvláštna plošina, umiestnená na konci žeriavovej dráhy [1].



Obr. 2.23. Umiestnenie mostového žeriavu [11].



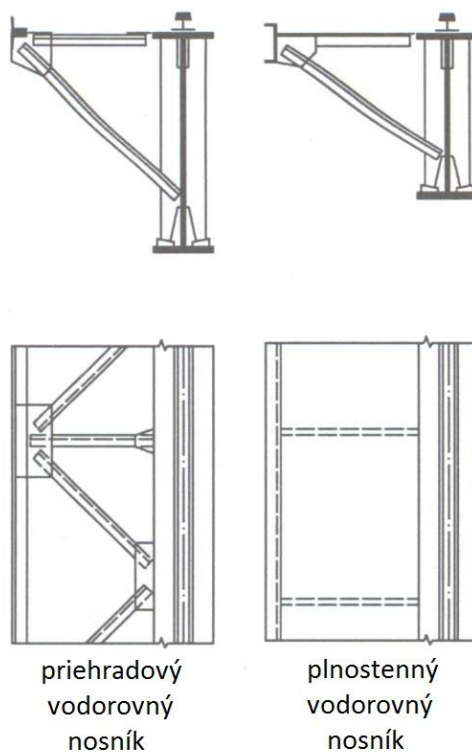
Obr. 2.24. Mostový žeriav spolu s mechanizmom na zavesenie bremena typu háka [12].

Žeriavová dráha pozostáva z:

1. dvoch vetiev nosníkov,
2. doplnkových konštrukcií;
  - koľajnice,
  - nárazníky,
  - lávky,
  - plošiny,
  - výstupy.

Konštrukčné riešenie nosníkov žeriavovej dráhy je určené charakterom zaťaženia s ohľadom na rozpätie nosníka a veľkosť zaťaženia. Žeriavové dráhy z valcovaných profilov je možné použiť len pre ľahké žeriavy pri malom rozpätí dráhy (do 6 m). Nosník z valcovaného profilu I má spravidla hornú pásnicu zosilnenú pre prenesenie priečných vodorovných účinkov žeriavov, alebo je navrhnutý z profilu HEB.

Žeriavové dráhy so zloženým nosníkom sú typické pre stredne ťažké žeriavy a tiež pre väčšie rozpätie. Zložený nosník dráhy pozostáva zo zvislého (hlavného) nosníka a vodorovného nosníka. Zvislý nosník sa navrhuje ako zvaraný jednoosovo symetrický prierez I s mohutnejšou hornou pásnicou. Vodorovný nosník, slúžiaci súčasne ako podpora pre lávku, môže byť priehradový alebo plnostenný (obr. 2.25). Priehradový vodorovný nosník má ako voľný pás valcovaný prierez U alebo dvojicu uholníkov, diagonály sa navrhujú z jedného uholníka. Plnostenný vodorovný nosník je tvorený plechom, vystuženým páskovou oceľou alebo uholníkmi, a pásom prierezu U alebo vytvoreným z uholníkov. Ak slúži plech ako podlaha lávky, používa sa plech rebrovaný alebo s oválnymi výstupkami. Okrajový pás vodorovného nosníka sa vzoprie šikmými vzperkami do dolnej pásnice zvislého nosníka.



Obr. 2.25. Nosníky žeriavovej dráhy [2].

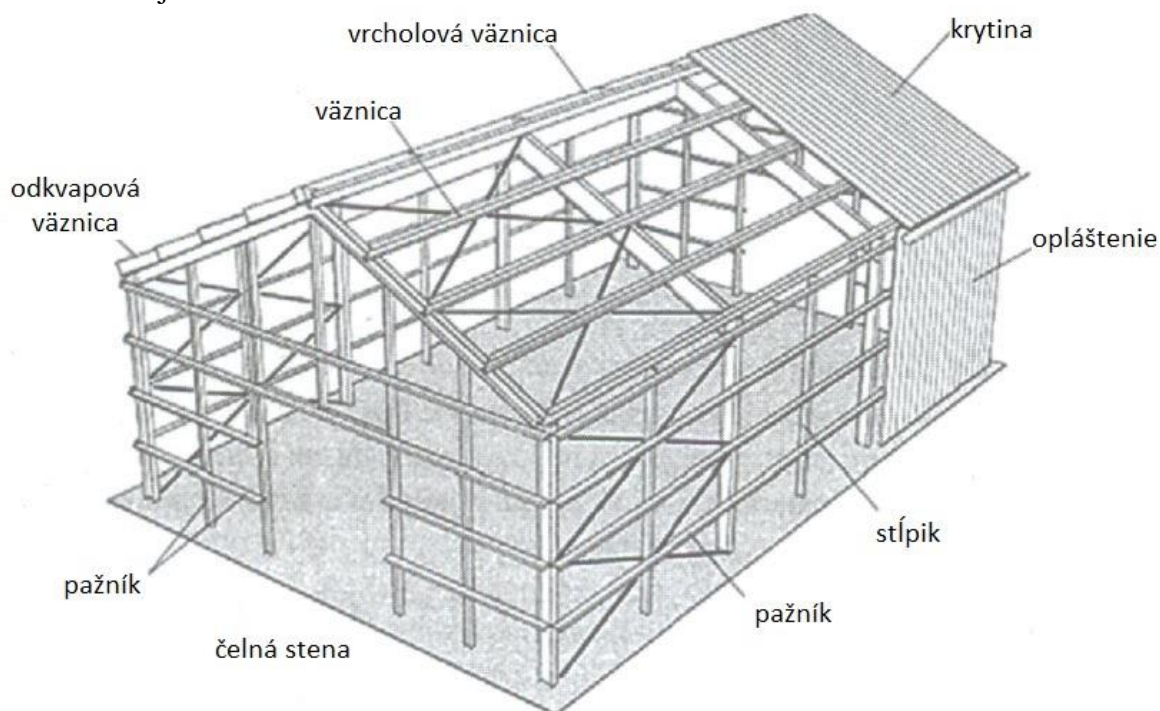
Z hľadiska statického pôsobenia sa kvôli rektifikácii dráhy dáva prednosť prostým nosníkom. Dráha sa totiž pravidelne premeriava a pri zistení geometrických odchýlok od správneho tvaru sa musí vyrovať.

Žeriavová koľajnica je najexponovanejšou súčasťou žeriavovej dráhy, lebo je priamo namáhaná silami od kolies žeriavov. Navrhuje sa z kvalitnej ocele odolnej proti oteru. Odporúča sa prednostne používať špeciálne žeriavové koľajnice JKL, je možné použiť aj štvorcové koľajnice so skosenými hranami. Šírka koľajnic sa volí podľa najťažšieho žeriavu na dráhe. Pritom sa preferuje používanie tzv. bezстыkovej koľajnice, ktorá je zvarená na celú dĺžku dilatačného úseku dráhy.

Žeriavová priečodná lávka sa zriaďuje aspoň na jednej vetve dráhy pre bezpečný prístup na mostový žeriav, nech sa nachádza v ktorejkoľvek polohe. Lávka sa smerom k stene haly zadovažuje zábradlím alebo madlom. Musí spĺňať požiadavky minimálnej priečodnej šírky a výšky, a tiež šírky podlahy. Podlahu lávky tvoria buď oceľové rošty na vodorovnom priehradovom nosníku, alebo priamo plech vodorovného nosníka. Hlavný prístup na lávku musí byť schodiskom. Väčšinou sa schodisko navrhuje na konci dráhy, kde býva tiež nástupná plošina pre vstup do kabíny žeriavu (viď obr. 2.5). Ďalšie výstupy a núdzové zostupy sa zriaďujú na základe normových predpisov podľa dĺžky dráhy [2].

## 2.6 Opláštenie haly

Opláštenie má vlastnú nosnú konštrukciu. V prípade strechy tvorenú väznicami a pri fasádnych paneloch vo všeobecnosti kostrou zo stĺpikov a pažníkov. Vnútorne tepelné a hydroizolačné vrstvy tvoria výplň medzi vonkajšími ohraničujúcimi prvkami, obvykle z plechov s vhodnou povrchovou úpravou. Na obr. 2.26 sú hlavné časti opláštenia, vrátane prvkov nosnej konštrukcie.



Obr. 2.26. Prvky opláštenia haly [1].

Opláštenie plní viaceré ďalšie funkcie, takisto niektoré mimoriadne špecifikované investorom. Má byť vodotesné a najkratšou cestou odvieť zrážkovú vodu ako aj vodu vznikajúcu topením snehu do odvodňovacích zariadení. Pri menších spádoch sú bežné priesaky do vnútrajška haly, ktorých vznik závisí od materiálu krytín. Na plochých strechách sa môžu vytvárať priehlbiny, v ktorých dochádza k akumulácii vody. Dlhodobejšie degradujúco pôsobiacu na hydroizoláciu, ale aj priťažujúce nosnú konštrukciu strechy.

Prestupu tepla cez opláštenie zabraňuje tepelná izolácia. Prieniku hluku do interiéru haly ale tiež z interiéru do okolia má brániť akustická izolácia. Obidve uvedené izolačné funkcie zaisťuje jediná vrstva z toho istého materiálu alebo rôzne úplné, resp. čiastočne oddelené vrstvy. Parotesná zábrana z nepriepustnej fólie limituje prienik vodných pár, ktoré vznikajú vo vnútri haly do izolácie opláštenia. Po ochladení na teplotu rosného bodu by z týchto pár vznikala kondenzovaná voda. Parotesná fólia je preto umiestnená na strane interiéru ešte pred tepelnou izoláciou.

Opláštenie zvnútra haly sa zhotovujú z ľahkého podhľadu a zvislých plechových dielcov. Ich farebnej úprave sa začína pripisovať rastúca dôležitosť. Napriek opačnej tendencii nechať nosnú konštrukciu a opláštenie voľne viditeľné. Vonkajšiemu vzhľadu opláštenia sa však prisudzuje väčšia dôležitosť. Zhotovuje sa preto z vhodných profilovaných panelov rozličného tvaru z polakovaných plechov alebo nalisovaných farebných fólií. Podľa architektonických nárokov tak poskytujú variabilné riešenia [1].

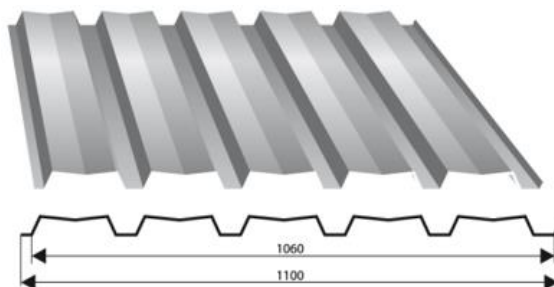
### 2.6.1 Strešný plášť

Skladba strešného plášťa vyplýva z požiadaviek na vodotesnosť, tepelnú izoláciu, parotesnosť, požiaru odolnosť, únosnosť a ekonomiku. Pre bežné haly sa obvykle volí jednoplášťová konštrukcia. Skladba jednoplášťové konštrukcie je nasledujúca:

- krytina,
- doplnkové vrstvy (tepelné izolačné, podkladná, spádová, parotesná atď.),
- nosná vrstva.

Krytina určuje minimálny sklon strechy. Sklony pre jednotlivé druhy krytín sú stanovené v normách. Len povlakové celistvé krytiny umožňujú konštruovať strechu vodorovnú. To však u hál nie je potrebné [2].

Existujú dva základné typy usporiadania vonkajšej ochranej vrstvy strechy. Povlakové krytiny považované za vodotesné sú vytvárané z pásových, bezšvých, kombinovaných a iných hydroizolačných povlakov. Naproti tomu skladané krytiny sú zhotovené z plošných dielcov, a to rovinných alebo tvarovaných elementov spojovaných presahom na drážku prípadne cez lišty (obr. 2.27) [1].



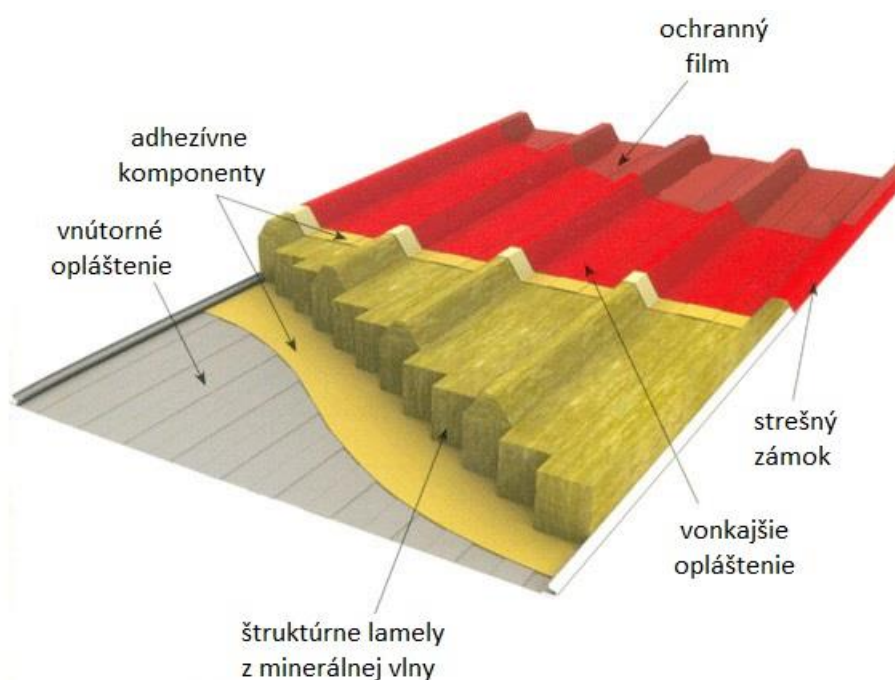
Obr. 2.27. Trapézový profil plechu zastrešenia a opláštenia haly [13].

### 2.6.2 Nosná vrstva strešného plášt'a

Pri oceľových halových stavbách je nosná vrstva najčastejšie tvorená trapézovým oceľovým plechom alebo kompletizovanými sendvičovými panelmi. Pre strešné plášte sa používajú za studena tvarované plošné profily od rôznych výrobcov. Proti korózii sú plechy veľmi kvalitne chránené už z výroby pozinkovaním, prípadne povlakom PVDF alebo PVC. Životnosť týchto povrchových ochrán dosahuje až 30 rokov a ich povrchová farebnosť je bohatá. Plechy sa k väzniciam pripájajú závitoreznými skrutkami, prípadne nastrelením. Privarenie poškodzuje povrchovú ochranu, a preto sa nepoužíva. Skrutky možno umiestniť do hrebeňa aj do úžľabia plechu, častejšie sa dnes preferuje úžľabia. Kvôli tomu majú skrutky izolačnú podložku na utesnenie diery a čiapočku (krytku). Prípoje na väznice sa vykonávajú spravidla v každej vlne plechu. Aj v pozdĺžnom smere sa jednotlivé tabule plechov navzájom spájajú skrutkami do plechu, aby sa vytvorila tuhá strešná rovina a aby plechy spolupôsobili pri náhodnom zaťažení osamelým bremenom. Vzdialenosť skrutiek nemá byť v pozdĺžnom smere väčšia ako 500 mm.

Priemyselne vyrábané sendvičové strešné panely s nosným tenkostenným profilom predstavujú najdokonalejší, ale aj najnákladnejší strešný plášť. Krytinová vrstva môže byť tvorená kovovým panelom alebo povlakovou krytinou, tepelnou izoláciou je zvyčajne polyuretán alebo minerálna vlna. Panely majú vo veľkej miere šírku 1 m, hrúbku 40 až 200 mm a sú spájané prekrytím krajnej vlny [2].

Sendvičové strešné panely sú viacfunkčné. Súčasne plnia spomínanú tepelne izolačnú funkciu, tvoria hydroizoláciu a ešte aj parozábranu (obr. 2.27). Vďaka spolupôsobeniu plechov z oboch povrchov a izolačnej výplni dosahujú zvýšenú únosnosť a umožňujú umiestniť väznice do väčších vzdialeností. Rýchla montáž strechy znamená ďalšiu nezanedbateľnú výhodu. Slabinou tejto koncepcie strechy sú spoje. Ich netesnosť vyžaduje priečne aj pozdĺžne škáry prelepiť a následne zopnúť skrutkami [1].



Obr. 2.27. Stropný sendvičový panel [14].

### 2.6.3 Obvodové steny

Nosnú konštrukciu obvodovej steny tvoria:

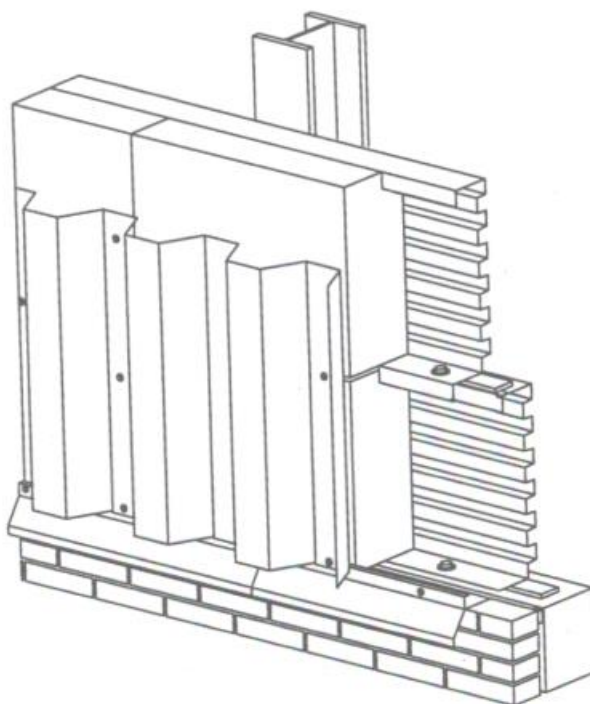
1. vodorovné nosné prvky:
  - pažníky,
  - nadokenné preklady,
2. zvislé stĺpiky.

Dnes sa najviac používajú kovoplastické plášte zostavované na stavbe alebo dodávané ako kompletizované panely. Skladané plášte sa vytvárajú z jednotlivých vrstiev:

- vnútorná vrstva - z tvarovaných alebo hladkých plechov,
- dištančný profil - vymedzuje hrúbku tepelnej izolácie,
- vonkajšia vrstva - opäť z tvarovaných plechov.

Moderným typom stenového plášťa sú tiež kazetové steny (obr. 2.28). Horizontálne kladené tenkostenné oceľové kazety sú pripojené priamo na stĺpy haly a vytvárajú povrch interiéru. Vnútro kaziet sa vyplňa tepelnou izoláciou. Vonkajšia vrstva z vertikálne kladených trapézových plechov sa pripevňuje priamo na kazety, uzatvára izoláciu a tvorí pohľad z exteriéru.

Plášte zo sendvičových panelov tvoria kompletizované dielce, ktoré sa pripevňujú k pažníkom. K dispozícii sú rôzne typy s konštrukciou podobnou strešným sendvičovým panelom spájaným prekrytím alebo systémom perodrážka [2].



Obr. 2.28. Kazetová stena [2].

### **3 OBRÁBACIE PROCESY U VYTIPOVANÝCH ELEMENTOV - KONŠTRUKCIA HALY**

#### **3.1 Dielenská výroba**

Výroba ocelových konštrukcií sa z väčšej časti deje v dielni a dokončuje sa montážou na stavenisku. Spracovanie ocelových konštrukcií v dielni pozostáva z celej rady operácií z oboru mechanickej technológie, pri ktorých sa východiskový materiál obrába a spája s použitím príslušného strojného vybavenia. Výrobný závod má tieto hlavné prevádzky:

- sklad valcovaného materiálu,
- obrábaciu dielňu,
- zvarovňu,
- halu dielenskej montáže,
- natieračskú dielňu,
- sklad hotových výrobkov.

##### **3.1.1 Skladovanie valcovaného materiálu**

Hutnícke výrobky výrobca nakupuje priamo v hutníctve alebo vo veľkoobchode (najznámejší je Feron). Dodávky sú v sklade roztriedené podľa druhu, veľkosti a kvality. Aby nedošlo k zámene akosti, značí sa každý prierez (na koncoch, prípadne v rohoch) farebnými pruhmi kolmo na smer valcovania. Bezchybné sledovanie toku materiálu je jednou z hlavných zásad medzinárodnej normy kvality ISO 9000.

V sklade materiálu bývajú umiestnené rovnačky plechu a rovnací lis, ktorými sa odstraňujú deformácie hutného materiálu vzniknuté pri valcovaní, doprave či skladovaní. Povrchové chyby a vrypky sa obrusujú.

Rovnačky plechu pozostávajú z niekoľkých valcov, medzi ktorými materiál za studena prechádza. Valcované nosníky sa rovnajú na lise tlakom valca medzi podporami. Pri rovaní za tepla sa materiál vo vhodných miestach ohreje kyslíkoacetylenovým plameňom.

##### **3.1.2 Obrábacia dielňa**

Prvou operáciou vykonávanú v obrábacej dielni je vyznačenie (zaznamenanie) presného tvaru budúceho výrobku a umiestnenie dier, prípadne iných úprav, na základný materiál. Ku zaznamenaniu sa v minulosti používali rôzne šablóny, tie sa však so zavádzaním počítačovej dokumentácie opúšťajú, lebo výrobná dokumentácia sa dnes priamo prepája s numericky riadenými strojmi a teda zaznamenanie u vyspelých výrobcov odpadá.

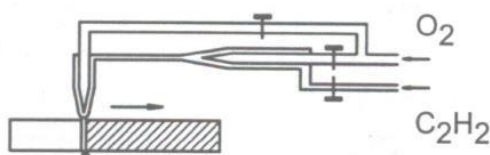
Striháním na strojných nožniciach sa postupne prestrihne tyčový prierez alebo pás podopretý na hrane pevného noža. Zvláštny lis umožní odstrihovať časti pásnic valcovaných nosníkov, alebo strihať celé valcované profily. Strihanie je veľmi výkonný spôsob delenia. Štruktúra kovu v susedstve strihu sa však naruší, a preto sa u dôležitých konštrukcií musia narušené okraje odbrúsiť.

Ďalšou dôležitou činnosťou, ktorá sa tu vykonáva, je rezanie pilami. Plochá a tvarová oceľ veľkých rozmerov, rúrky a koľajnice sa zvyčajne režu strojnou oblúkovou alebo

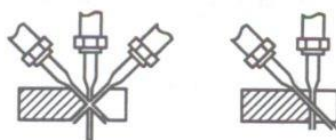
kotúčovou pilou. Zuby na pílovom páse alebo kotúči vytvárajú odoberaním triesok čistú deliace škáru. Kotúčová trecia píla (rozbrusovací kotúč) má na obvode vrstvu diamantových alebo korundových výčnelkov. Pri rezaní sa roztočí veľkou rýchlosťou a trením vznikne vysoká teplota, pri ktorej dochádza k odtaveniu drobných kvapiek kovu, a tým vzniká rezná škára. Trecie píly majú oproti obyčajným pílam vyššiu výkonnosť, sú však hlučné a iskria. Používajú sa najmä pre rezanie tenkých (i tvarovaných) plechov. Vplyv na štruktúru kovu je pri rezaní pílou menej nepriaznivý než pri strihaní, a plochy rezu sa preto už ďalej neupravujú.

Do kategórie tepelného rezania sa radia všetky formy rezania kyslíkom, plazmou a laserom.

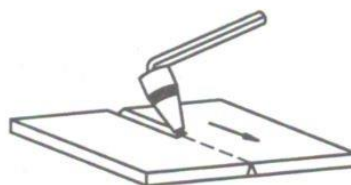
Rezanie kyslíkom (pálenie) je v podstate vypaľovaním deliace škáry v oceli prúdom kyslíka po predchádzajúcom zahriatí hrany prierezu na teplotu asi 1 000 °C (obr. 2.29). Plyny (kyslík a acetylén) sa do rezacieho horáku dostávajú z tlakových fliaš gumovými hadicami. Acetylén ( $C_2H_2$ ) sa odoberá z fliaše, kde je pod tlakom 2 MPa. Kyslík je v podobnej fliaši pod tlakom 15 MPa. Pre rozlíšenie sa kyslíkové fliaše označujú modrým pruhom na hrdle, acetylénové fliaše majú pruh biely. Plyny sa z fliaš odoberajú cez redukčné ventily, ktorými sa tlaky znižujú a udržiavajú na výške potrebnej pre dobré horenie plameňa v horáku. Fliaše sú umiestnené a zaistené na dvojkoľosovom vozíku.



prívod plynov do rezacieho horáku



príprava návarových plôch  
pre tupé zvary



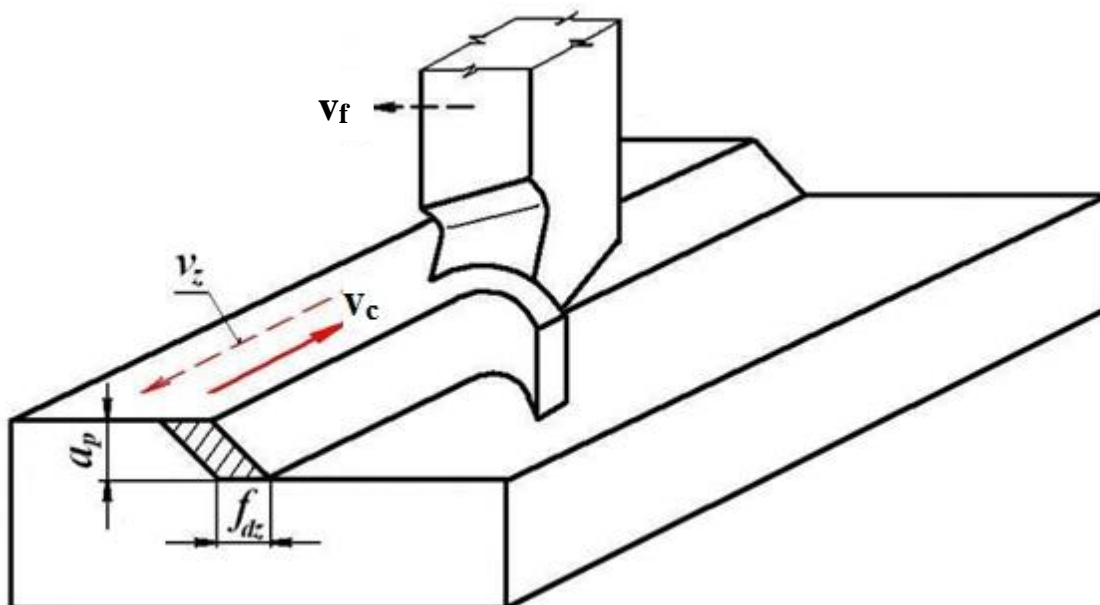
príprava zaoblených  
návarových plôch

Obr. 3.1. Rezanie kyslíkom [2].

Pri ručnom rezaní (do hrúbky 300 mm) je plocha rezu hrubá a zbrázdená, preto je nutné ju dodatočne obrábať alebo brúsiť. Pri strojnom rezaní sa dosahuje rovnomernou rýchlosťou horáka hladkého povrchu rezu. Strojne sa dajú rezať prierezy s hrúbkou aj cez 1 m. Prenosné rezacie stroje idú priamo po materiáli alebo po koľajničkách. Používajú sa pre priame a kruhové rezy, pri ktorých je stroj vedený na otočnom tyčovom prípravku. Stabilné rezacie stroje sa používajú na presné rezanie najmä tvarovo zložitých položiek. Odvaľovacia alebo magnetická, prípadne optická kopírovacia hlava sleduje tvar šablóny alebo výkresu a prevodovým mechanizmom sa jej pohyb prenáša na jeden alebo niekoľko súčasne pracujúcich rezacích horákov. Moderné stroje sú riadené numericky, pričom dáta sú preberané priamo z digitalizovanej výrobnéj dokumentácie. S dvomi alebo tromi horákmi sa pripravujú návarové plochy pre tupé zvary (viď obr. 3.1). Na prípravu návarových plôch zaoblených, napr. pre zvar U, možno použiť tzv. drážkovače, ktorými plameňom a prúdom kyslíka sa spaľuje a odplavuje roztavený kov (viď obr. 3.1). Drážkovanie kyslíkom sa používa aj pri čistení koreňa zvaru alebo na odstránenie chybných zvarov. Častejšie sa však používa drážkovanie uhlíkovou elektródou a stlačeným vzduchom. Možno použiť aj alternatívne plyny (zemný plyn, propán, etylén), ale acetylén je stále ešte najlepší. Reže sa kyslíkom s čistotou 99,5%, pre rezanie laserom je potrebná čistota 99,95%.

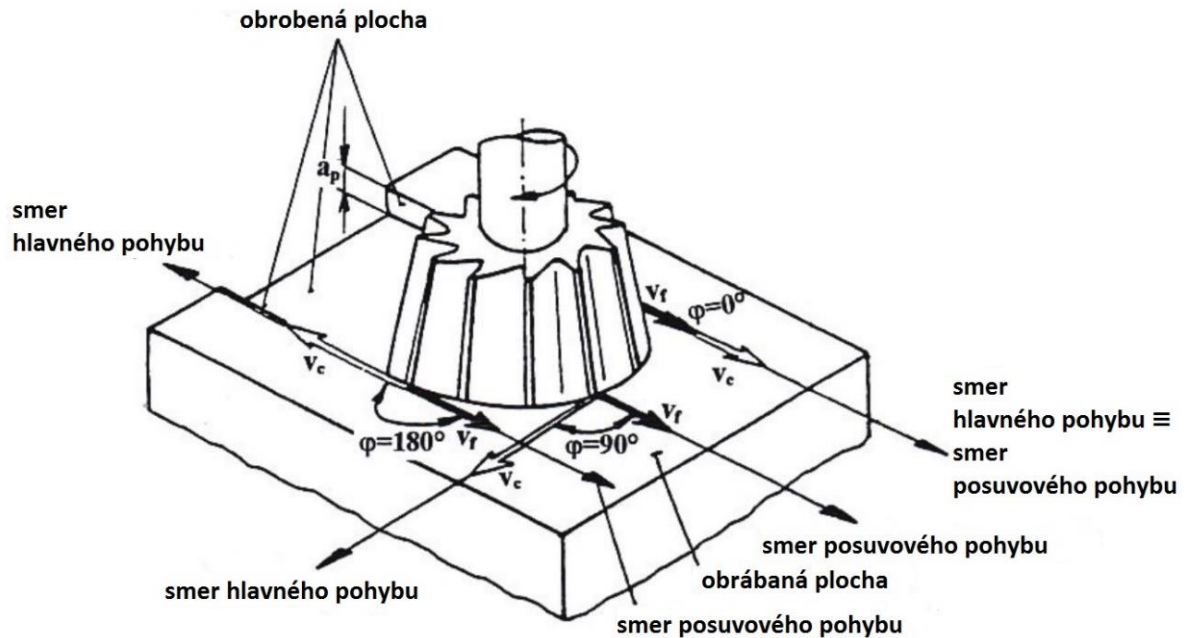
V moderných výrobných závodoch pracujú mnohohorákové páliace automaty. Stále viac sa vo výrobných závodoch objavuje rezanie plazmou, príp. laserom.

Hrany plechov sa mechanicky opracovávajú na hobľovacom stroji. Hobľovaním sa pripravujú najmä zložitejšie úkosity pre tupé zvary. Hlavný rezný pohyb aj posuv do záberu vykonáva nôž na hobľovacom suporte (obr. 3.2), ktorý sa posúva po dráhe až 25 m dlhej pozdĺž pracovného stola, na ktorom je obrobok upevnený úpinkami opretými na mohutnom nosníku.



Obr. 3.2. Hobľovanie,  $a_p$  – šírka záberu ostria,  $f_{dz}$  – posuv na dvojjzdvih,  $v_c$  – rezná rýchlosť,  $v_f$  – posuvová rýchlosť [15].

Ďalším úkonom je frézovanie. Rovinné, popr. tvarové plochy sa obrábajú čelnou frézou, ktorá sa skladá z kotúča s desiatkami nožov na obvodě. Kotúč sa posúva v rovine čela obrábaného dielca (obr. 3.3). Menšie prvky sa obrábajú valcovou alebo kotúčovou frézou.



Obr. 3.3. Kinematika čelného frézovania,  $a_p$  - šírka záberu ostria,  $v_c$  - rezná rýchlosť,  $v_f$  - posuvová rýchlosť,  $\varphi$  - uhol posuvového pohybu [16].

Hodnoty reznej rýchlosti  $v_c$  a posuvovej rýchlosti  $v_f$  sa stanovujú na základe vzťahov (3.1) a (3.2) [16]:

$$v_c = \pi \cdot D \cdot n \cdot 10^{-3} \text{ [m.min}^{-1}\text{]} \quad (3.1)$$

$$v_f = z \cdot f_z \cdot n \quad \text{[mm.min}^{-1}\text{]} \quad (3.2)$$

kde:

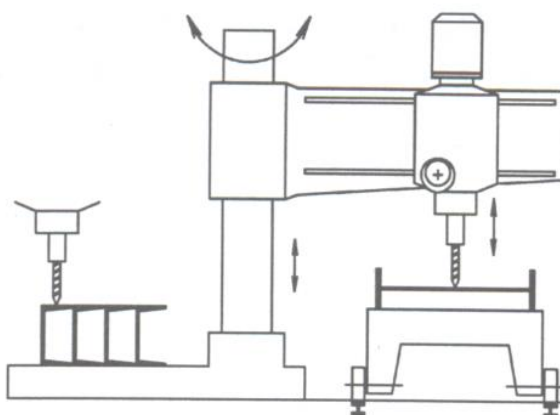
- $z$  – počet zubov frézy [-],
- $f_z$  – posuv na zub frézy [mm],
- $n$  – otáčky [ $\text{min}^{-1}$ ].

Povrchové chyby, vrypy a nerovnosti po ručnom rezaní kyslíkom, prevýšenie zvarov a pod., sa odstraňujú ručnou brúskou na elektrický pohon. Brúsením sa odoberajú drobné triesky rýchlo sa otáčajúcim kotúčom z umelého korundu.

Diery pre nity a šróby sa získavajú vrtaním. K vrtaniu sa najčastejšie používa šróbovitý vrták z rýchloreznej alebo nástrojovej ocele. Vo výrobných závodoch sa používajú stojanové vrtáčky, ktoré umožnia jednoduché premiestnenie osi vrtacieho vretena nad osu vrtanej diery (obr. 3.4). Vrtaný materiál spočíva buď na upínacej doske vrtáčky, alebo na podvozkoch, ktorými sa dlhšie dielce zavádzajú do akčného poľa vrtáčky. Na urýchlenie práce sa

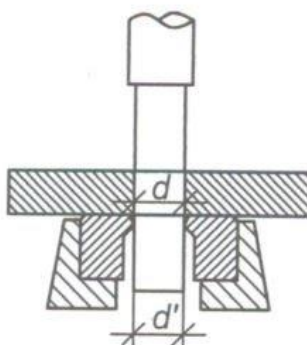
osvedčujú oceľové vŕtacie šablóny s puzdrami z kalenej ocele. Pri vŕtaní dier vo zväzku musia byť prvky stiahnuté dostatočným počtom spínacích skrutiek, aby sa zabránilo vnikaniu triesok medzi prvky. Z okrajov vŕtaných dier musí byť odstránený otrep. Pod dosadacou hlavou nitov a šróbov sa okraje dier zahlbujú. Ak sa vŕtajú diery oddelene, dosahuje sa súosovosti dier vystružením po zostavení. Vŕtáky sa chladia kvapalinou alebo vzduchom. Skupiny dier sa vŕtajú viacvretennými vŕtačkami, na ktorých sa dá meniť ako počet, tak aj rozteč dier. V moderných výrobných závodoch sa takmer výhradne používajú numericky riadené (NC) vŕtačky.

Osobitný postup musí byť použitý na výrobu tzv. oválnych čiže predĺžených dier. Spravidla sa postupuje tak, že sa vyvŕtajú dve diery a spoja sa pálením.



Obr. 3.4. Vŕtanie dier [2].

Dierovanie (prerážanie) je rýchly spôsob vytvárania dier strižníkom v materiáli, položenom na podkladovom prstenci (obr. 3.5). Pretože sa materiál v okolí diery naruší, možno dierovať diery bez dodatočného vystruženia len do hrúbky 25 mm. Ak sa diera dodatočne vystruží, spravidla vŕtákom o 2 mm väčším, sú prerazené diery rovnako kvalitné ako diery vyvŕtané. Vo výrobných závodoch vo veľkej miere pracujú dierovače, ktorých činnosť je riadená numericky.



$d$  - priemer diery

$d'$  - priemer prerážacieho drieku

Obr. 3.5. Prerážanie dier [2].

V obrábacej dielni sa vykonáva tiež ohýbanie a kovania materiálu. Najmenšie dovolené polomery ohybov pásovej ocele alebo plechov sú pri ohýbaní za studena obmedzené, aby sa neporušila štruktúra materiálu. Najmenší dovolený polomer pre ocel S235 je približne 1,6 až 2,4t (t je hrúbka materiálu). Pre ocele vyšších pevností je nutné polomery ohybu ešte zväčšiť. Plechy je možné skružiť do veľkých polomerov za studena na troj- až štvorvalcových skružovačkách. Skružiť je možné aj plechy veľkých hrúbok (až 200 mm). Ešte hrubšie prierezy a ostrejšie ohyby sa predohrievajú na teplotu 1 000 až 1 100 °C a až potom sa tvarujú [2].

## 4 TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOTENIE

### 4.1 Výroba a montáž

Výroba ocelových konštrukcií predstavuje špecifický technologický proces, pri ktorom je nutné dodržiavať celý rad požiadaviek na materiál a na medzné odchýlky detailov, dielcov alebo celej konštrukcie od požadovaného tvaru.

Podľa požiadaviek na presnosť výroby sa konštrukcie podľa ČSN 73 2601 Provádění ocelových konstrukcí triedia do troch skupín:

- výrobná skupina A - ocelové konštrukcie stavieb a technologických zariadení dynamicky namáhaných a konštrukcie osobitného charakteru (mostné konštrukcie, žeriavové dráhy, veže, stožiare, ťažné veže, plynojemy pod.), ktorých funkcia vyžaduje výrobu so zvýšenou presnosťou (tieto konštrukcie sa tiež pre kontrolu spravidla dielensky zostavujú alebo sa vyrábajú v prípravkoch zaručujúcich veľkú presnosť výsledného tvaru);
- výrobná skupina B - nosné konštrukcie stavieb a technologických zariadení neuvedené v skupine A (dielenské zostavenie sa nevyžaduje);
- výrobná skupina C - podružné a doplnkové konštrukcie (schody, zábradlia, rebríky a pod.).

Ocelové konštrukcie výrobných skupín **A** a **B**, pri ktorých sú z hľadiska dynamického zaťaženia a prípadnej únavy materiálu navyše sprísnenej požiadavky na úpravu detailov, sa označí doplnkovým písmenom **a**.

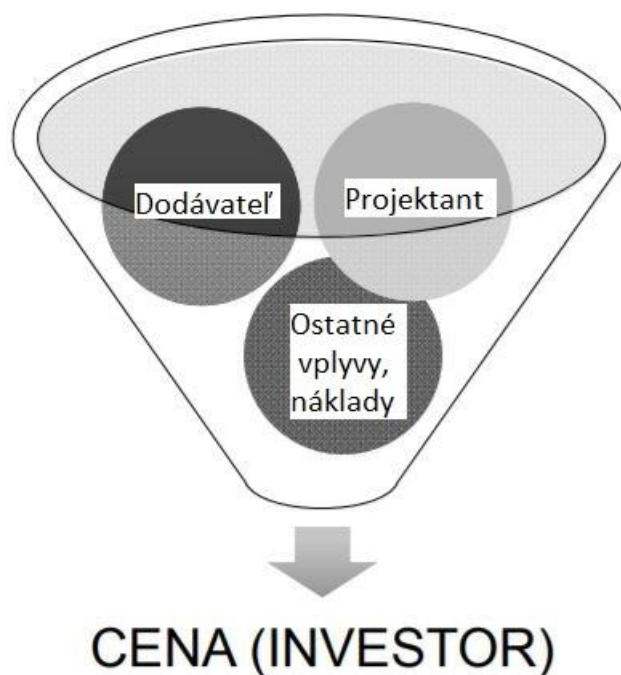
Konštrukciu zaraďuje do výrobnéj skupiny projektant po dohode s investorom a skupina sa uvádza v projektovej dokumentácii.

Obdobné predpisy sa používajú aj v zahraničí. Ak sa vyrábajú ocelové konštrukcie na export, je nutné, aby vyhovovali podmienkam zahraničného objednávateľa. Výhľadovo budú požiadavky na kvalitu vyrobených ocelových konštrukcií v celej Európe zjednotené, predzvesťou je zatiaľ predbežná európska norma pre výrobu ocelových konštrukcií (ČSN P ENV 1090-1 až 6), ktorá je prevzatá do systému českých technických noriem [2].

### 4.2 Výrobná dokumentácia

Výrobnú dokumentáciu spracováva (alebo si u subdodávateľa objedná a zaplatí) výrobca konštrukcie. Vychádza pritom z projektu a prispôsobuje ho svojim možnostiam. Zvyklosti jednotlivých výrobcov uplatňované pri kreslení výrobnéj dokumentácie sa líšia v závislosti od vybavenia výroby. Nutnosťou sa stáva prepojenie programu pre kreslenie výrobnéj dokumentácie priamo s výrobnými zariadeniami [2].

### 4.3 Cena ocelevej konštrukcie



Obr. 4.1. Cenové náklady a vplyvy [17].

#### 4.3.1 Cena ocelevej konštrukcie – projektant

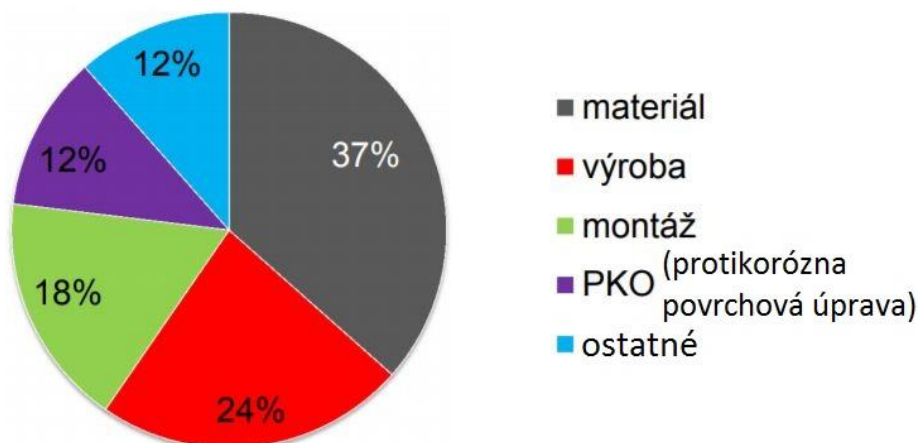
##### **Dokumentácia pre stavebné povolenie (DSP)**

Obsahuje konštrukčné riešenie stavby, priestorové usporiadanie, materiálové špecifikácie stavby a pod. Taktiež musí byť v súlade s požiadavkami, ktoré sa týkajú verejných záujmov a noriem (dopravné, energetické, protipožiarne, hygienické, užívateľské, prevádzkové a ďalšie podmienky).

##### **Dokumentácia pre realizáciu stavby (DPS)**

Jedná sa o detailnejšie spracovanú dokumentáciu pre stavebné povolenie, ktorá obsahuje technické riešenie stavby. Špecifikuje jednotlivé materiály, položkový rozpočet vrátane výrobcov a materiálov, technické detaily a atď. DPS tiež slúži ako podklad pre stavebný dozor, ktorý na jej základe kontroluje kvalitu a správnosť vykonania prác. Ďalej je podkladom pre zadávaciu dokumentáciu pri výbere dodávateľa stavby [18].

### 4.3.2 Cena ocelevej konštrukcie – dodávateľ



Obr. 4.2. Percentuálne rozdelenie nákladových položiek [17].

#### Hutný materiál [17]

- Typ materiálu:
  - plechy 15-25 Kč/kg,
  - profilová oceľ;
    - IPE, HEA, U, ... 16-22 Kč/kg,
    - trubka 20-30 Kč/kg.
- Akosť materiálu:
  - S235,
  - S355 + 1 Kč/kg,
  - S420, S460 a vyššie + 4-6 Kč/kg,
  - ďalšie požiadavky S355 J2+N, NL, K + 2-5 Kč/kg,
  - inšpekčný certifikát 3.1, 3.2 + 2-3 Kč/kg.
- Skúšky základného materiálu:
  - plošný ultrazvuk S1, S2 0,5-1 Kč/kg,
  - lamelárna praskavosť Z15, 25... 0,5-2 Kč/kg,
  - ultrazvuk hrán 0,5 Kč/kg.
- Spôsob výroby/požiadavka projektanta (trubky):
  - zvarané EN 10219,
  - bežešvé EN 10210 + 10 Kč/kg.

- Pôvod materiálu:
  - zemepisne +2-6 Kč/kg,
  - valcovne vs. sklady +1-4 Kč/kg.
- Prerez:
  - profilová oceľ 3-5 %,
  - plechy 10-20 %.

K čistej hmotnosti konštrukcie je potrebné započítať prerez.  
Výkupná cena šrotu 3-6 Kč/kg.

### Zvarový kov [17]

Obvykle do 2% z celkovej hmotnosti konštrukcie.

- CO<sub>2</sub>:
  - plný drôt 40 Kč/kg zvaracieho drôtu,
  - trubičkový drôt 80 Kč/kg zvaracieho drôtu.
- Elektróda:
  - v závislosti na zložení 70-100 Kč/kg.
- Tavidlo:
  - drôt + tavidlo cca 50+35 Kč/kg.

### Stanovenie ceny za materiál od dodávateľa [17]

- Hutný materiál:
  - typ, špecifikácia a objem z dokumentácie.
$$\text{cena} = \text{typ} \times \text{hmotnosť} \times \text{jednotková cena} \quad (4.1)$$
- Zvarový kov
 
$$\text{cena} = \text{typ} \times \text{hmotnosť} \times \text{jednotková cena} \quad (4.2)$$
- Spojovací materiál
 
$$\text{cena} = \text{typ} \times \text{hmotnosť/počet ks} \times \text{jednotková cena} \quad (4.3)$$

### Stanovenie ceny za výrobu [17]

$$\text{cena} = \text{celkový počet Nh} \times \text{jednotková sadzba Kč/Nh} \quad (4.4)$$

Nh - normohodina

V jednotkovej sadzbe sú obsiahnuté celkové náklady dielne ako mzda dielníka, ochranné pomôcky, el. energia, kúrenie, náradie.

Bežná cena resp. jednotková sadzba výrobného závodu 400-600 Kč/Nh.

**Stanovenie ceny za protikoróznú ochranu (PKO) [17]**

- Určenie triedy tryskania povrchu

$$\text{cena tryskania} = \text{plocha m}^2 \times \text{jednotková sadzba tryskania} \quad (4.5)$$

- Určenie počtu vrstiev a typu náterovej hmoty:

- spotrebu určí dodávateľ alebo koróznny inžinier.

$$\text{cena vrstvy} = \text{plocha m}^2 \times (\text{jednotková sadzba práce} + \text{hmoty}) \quad (4.6)$$

- Náklady na opravu PKO spôsobené prepravou, montážou:

- teória na 100  $\mu\text{m}$   $\rightarrow$  1 liter  $\rightarrow$  2-3  $\text{m}^2$  + Nh natierača + cena hmoty.

**Stanovenie ceny za montáž [17]**

- Určenie potrebnej techniky – max. kus, vyloženie, doba

$$\text{cena žeriavu} = \text{hodinová sadzba} \times \text{Nh} + \text{nájazd} \quad (4.7)$$

- Prístup pre montážnikov, zvárača – plošiny, lešenie

$$\text{cena plošiny} = \text{hodinová sadzba} \times \text{Nh} \quad (4.8)$$

$$\text{cena lešenia} = (\text{návoz} + \text{montáž} + \text{prenájom} + \text{demontáž}) \times \text{m}^2(^3) \quad (4.9)$$

- Doba a počet dielníkov pre montáž, zváranie

$$\text{náklad (dielníci)} = \text{hodinová sadzba} \times \text{Nh} \quad (4.10)$$

- Energia, zvarové plyny, zvarový kov

$$\text{náklad (energia)} = \text{tarifná sadzba} \times \text{spotreba} + \text{cena fľaše} \times \text{počet kusov fliaší} + \dots \quad (4.11)$$

- Súvisiace činnosti – kotvy, podlievanie stĺpov, rošty, ...

$$\text{cena kotiev} = \text{počet kusov kotiev} \times (\text{cena vrtania} + \text{cena lepidla} + \text{cena kotvy}) \quad (4.12)$$

$$\text{cena rošiet} = (\text{ks/kg/m}^2 \times \text{cena za montáž ks/kg/m}^2) \quad (4.13)$$

$$\text{cena podlievania} = \text{objem podliatia} \times \text{cena materiálu} + \text{bednenie} + \text{práca} \quad (4.14)$$

- Vykonávanie skúšok

cena vizuálnej skúšky = dĺžka zvaru (m) × jednotková cena (4.15)

cena RTG = počet snímok (ks) × jednotková cena (4.16)

#### 4.3.3 Ostatné náklady

##### Priame náklady:

- schodiskové stupne,
- trapézové plechy (opláštenie),
- protipožiarny obklad [17].

##### Vedľajšie náklady:

- finančné náklady – splatnosti faktúr, poistenie,
- zariadenie staveniska (bunky, wc, ...),
- realizačný tím (stavbyvedúci, majster, ...),
- správna réžia [17].

#### 4.3.4 Príklad stanovenia ceny haly

Tab. 4.1. Základné informácie k výstavbe haly [17].

Základné rozmery (dĺžka*šírka*výška)	18m*10m*5m
Čistá hmotnosť ocelevej konštrukcie	32 000
Typ konštrukcie	šróbovaná
PKO	žiarový zinok ponorom
Zastrešenie	trapézový plech
Miesto stavby	Plzeň

Kompletná dodávka ocelevej konštrukcie, vrátane zastrešenia a zámočnických výrobkov [17].

Tab. 4.2. Stanovenie nákladovej ceny [17].

Dodávka	%	Množstvo jednotiek	Jednotková cena [Kč/kg]	Náklad [Kč]
Materiálový vstup		32 000 kg	17,50	560 000
Prerez	10	3 200 kg	17,50	56 000
Šrot	5	1 600 kg	-6,00	-9 600
Zvarový kov	1,5	480 kg	40,00	19 200
Spojovací materiál		32 000 kg	0,80	25 600
Výroba		32 000 kg	10,00	320 000
Dodávka - rebrík		1 ks	12 000,00	12 000
Zinkovanie		32 000 kg	7,50	240 000
Tryskanie		35 200 kg	1,00	35 200
NDT - UT		10 m	500,00	5 000
Doprava		32 000 kg	1,50	48 000
Montáž		32 000 kg	6,50	208 000
<b>Celkom</b>				<b>1 519 400</b>

Tab. 4.3. Stanovenie ceny pre investora [17].

Nákladová cena	1 520 000 Kč
Ostatné náklady (12%)	182 400 Kč
<b>Cena dodávky</b>	<b>1 702 400 Kč</b>
Spracovanie DSP	+58 000 Kč
Spracovanie DPS	+150 000 Kč
<b>Cena pre investora</b>	<b>1 910 000 Kč</b>

## ZÁVER

Bakalárska práca predstavuje jednotlivé typy hál ocelevej konštrukcie, ktoré sa vyskytujú najmä vo výrobnom priemysle. Následne uvádza ich delenie z hľadiska projekčnej a výrobnéj náročnosti, a jednotlivé statické schémy rámových a priehradových konštrukcií, ktoré sa bežne používajú pri výstavbe.

Ďalším bodom bakalárskej práce bol rozbor ocelevej haly z hľadiska jej dispozície a konštrukcie. Práca sa zaoberala hlavnými elementami (časťami) nosnej ocelevej konštrukcie, ktoré tvoria základ pri výstavbe ocelevej haly, a taktiež sa zaoberala strešným a obvodovým opláštením.

Tretí hlavný bod sa zaoberal dielenskou výrobou ocelových konštrukcií vo výrobnom závode. Analyzovali sa rôzne procesy výroby, najmä obrábacie procesy ako rezanie, hobľovanie, frézovanie, brúsenie a vrtanie. Taktiež boli spomenuté výrobné procesy ako strihanie, dierovanie, ohýbanie a kovanie.

Nakoniec boli zhodnotené technicko-ekonomické požiadavky a náklady pre výstavbu haly. Hodnotila sa projekčná dokumentácia ako DSP a DPS, ďalej sa hodnotili náklady za materiál, výrobu ocelevej konštrukcie a jej následnú montáž, ďalej PKO a ostatné náklady. Ako konečný výstup bol uvedený príklad stanovenia ceny haly.

**ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV**

- [1] BUJŇÁK, Ján. *Nosné konštrukcie hál z ocele*. Žilinská univerzita v Žiline: EDIS-vydavateľstvo ŽU, 2014. ISBN 978-80-554-0913-9.
- [2] KUKLÍK, Petr a Jiří STUDNIČKA. *DŘEVĚNÉ A KOVOVÉ KONSTRUKCE*. M. Pujmanové 1219/8, 140 00 Praha 4: INFORMATORIUM, spol. s.r.o, 2006. ISBN 80-7333-047-4.
- [3] BEKE, Pavol a Róbert ŠOLTÝS. *OCELOVÉ A DREVENÉ NOSNÉ SÚSTAVY* [online]. Žilina, 2015 [cit. 2018-04-13]. Dostupné z: <http://svf.uniza.sk/kskm/web/pomocky/bc/kk2/hala-pomocka.pdf>. Publikácia. Technická univerzita v Košiciach, Stavebná fakulta
- [4] *NAVRHOVANIE OCELOVÝCH KONŠTRUKCIÍ* [online]. [cit. 2018-04-13]. Dostupné z: <http://statikavalko.sk/>
- [5] *DETAILY OCELOVÝCH KONSTRUKCIÍ: HALOVÝ OBJEKT* [online]. [cit. 2018-05-11]. Dostupné z: <https://detailyok.webnode.cz/halovy-objekt/>
- [6] *Průmyslové haly* [online]. [cit. 2018-05-11]. Dostupné z: [file:///C:/Users/Filip/Downloads/5pred%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/Filip/Downloads/5pred%20(3).pdf)
- [7] ODROBIŇÁK, Jaroslav. *JEDNOLOŽOVÁ HALA S MOSTOVÝM ŽERIAVOM* [online]. Žilina, 2004 [cit. 2018-05-11]. Dostupné z: <http://svf.uniza.sk/kskm/web/pomocky/bc/kk2/hala-pomocka.pdf>. Učebná pomôcka. Žilinská univerzita v Žiline, Stavebná fakulta, Katedra stavebných konštrukcií a mostov.
- [8] MACHÁČEK, Josef. *Haly. Dispozice, střešní konstrukce. PŘEDNÁŠKY OK01* [online]. [cit. 2018-05-12]. Dostupné z: <http://people.fsv.cvut.cz/~machacek/prednaskyOK01/OK01-7.pdf>
- [9] *Vaznice*. In: *DETAILY OCELOVÝCH KONSTRUKCIÍ* [online]. [cit. 2018-05-12]. Dostupné z: <https://detailyok.webnode.cz/halovy-objekt/stresni-konstrukce/vaznice/>
- [10] MELCHER, Jindřich, Josef PUCHNER a Stanislav BUCHTA. *KOVOVÉ KONSTRUKCE I: STŘEŠNÍ KONSTRUKCE* [online]. [cit. 2018-05-12]. Dostupné z: <http://lences.cz/domains/lences.cz/skola/subory/Skripta/BO04-Kovove%20konstrukce%20I/M02-Stresni%20konstrukce.pdf>. *STUDIJNÍ OPORY, PRO STUDIJNÍ PROGRAMY S KOMBINOVANOU FORMOU STUDIA. VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ, FAKULTA STAVEBNÍ.*
- [11] *Overhead Crane Guide for Beginners from Overhead Crane supplier*. In: *Dongqi Crane* [online]. [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: <http://www.cranesdq.com/bridge-crane-or-eot-crane-guide.html>
- [12] *50 Ton Dvojlůžkový Girder Mostový Žeriav*. In: *Henan Xinqi stroje Industry Co., Ltd* [online]. [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: <http://sk.nicecrane.com/overhead-crane/50-ton-double-girder-overhead-crane-for-sale.html>
- [13] *Trapecinis profilis T-35*. In: *Stogui.lt* [online]. [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: <http://www.stogui.lt/parduotuve/stogo-dangos/plienines-stogu-dangos-skarda-stogui-trapecine-skarda/trapecinis-profilis-t-35/>

- [14] Trapecinis profilis T-35. In: Sendvičový panel | Strešný strešný sendvič | Nástenný panelový sendvič [online]. [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: <https://translate.google.sk/translate?hl=sk&sl=fa&u=https://panelmammutco.com/r-oof-sandwich-panel/&prev=search>
- [15] BLÁHOVÁ, Božena. Hoblování a obrázení. In: DOCPLAYER [online]. [cit. 2018-05-17]. Dostupné z: <http://docplayer.cz/9772883-Hoblovani-a-obrazeni.html>
- [16] HUMÁR, Anton a . VÝROBNÍ TECHNOLOGIE II [online]. [cit. 2018-05-17]. Dostupné z: [http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/studijni-opory/VyrobnTechnologie\\_II.pdf](http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/studijni-opory/VyrobnTechnologie_II.pdf). Sylaby předmětu, Bakalářské kombinované studium - cvt. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie.
- [17] CEJNAR, Jakub. Oceňování ocelových konstrukcí. PŘEDNÁŠKY OK01 [online]. [cit. 2018-05-17]. Dostupné z: <http://people.fsv.cvut.cz/~machacek/prednaskyOK01/OK01-ceny.pdf>
- [18] Stupně projektové dokumentace. PROJEKCE STAVEB A INŽENÝRSKÁ ČINNOST [online]. [cit. 2018-05-19]. Dostupné z: <http://www.projekce-imc.cz/zajimavosti/17-projektova-dokumentace>
- [19] Materiálové normy. Feron [online]. [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: <https://online.ferona.cz/materialove-normy/>

**ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK**

<b>Skratka</b>	<b>Popis</b>
<b>DPS</b>	Dokumentácia pre stavebné povolenie
<b>DSP</b>	Dokumentácia pre realizáciu stavby
<b>NDT-UT</b>	Nondestructive Testing- Ultrasonic Testing
<b>Nh</b>	normohodina
<b>PKO</b>	protikorózna ochrana
<b>PVC</b>	polyvinylchlorid
<b>PVDF</b>	polyvinylidénfluorid
<b>RTG</b>	röntgenové žiarenie

<b>Symbol</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Popis</b>
<b>B<sub>o</sub></b>	[m]	pozdĺžny rozostup stĺpov
<b>H</b>	[m]	svetlá výška haly
<b>H<sub>o</sub></b>	[m]	výška haly
<b>L</b>	[m]	rozpätie lode
<b>L<sub>j</sub></b>	[m]	rozchod žeriavovej dráhy
<b>L<sub>o</sub></b>	[m]	rozpätie haly
<b>M</b>	[mm]	modul
<b>a<sub>p</sub></b>	[mm]	šírka záberu ostria
<b>f<sub>dz</sub></b>	[mm]	posuv na dvojzdvih
<b>f<sub>z</sub></b>	[mm]	posuv na zub
<b>h</b>	[m]	výšková úroveň žeriavovej dráhy
<b>v<sub>c</sub></b>	[m.min <sup>-1</sup> ]	rezná rýchlosť
<b>v<sub>f</sub></b>	[mm.min <sup>-1</sup> ]	posuvová rýchlosť

<b>n</b>	[min <sup>-1</sup> ]	otáčky
<b>q<sub>y</sub></b>	[kN/m]	zložka zaťaženia
<b>δ<sub>max</sub></b>	[mm]	celkový priehyb
<b>δ<sub>2</sub></b>	[mm]	priehyb od náhodného zaťaženia
<b>φ</b>	[°]	uhol posuvového pohybu

**ZOZNAM PRÍLOH**

Príloha 1 Výpis konštrukčných ocelí z materiálových noriem.

## VÝPIS KONŠTRUKČNÝCH OCELÍ Z MATERIÁLOVÝCH NORIEM [19]

<b>11 373</b>	<i>Neušlechtilá konstrukční ocel obvyklé jakosti vhodná ke svařování. Součásti konstrukcí a strojů menších tlouštěk, i tavně svařované, namáhané staticky i mírně dynamicky. Vtokové objekty vodních turbín, výtoky, hradidlové tabule, stavidla, méně namáhaná svařovaná potrubí a odbočnice, jezové konstrukce. Dna plochá, klenutá a lemovaná, vysokotlaká. Vhodná ke svařování.</i>
<b>11 375</b>	<i>Neušlechtilá konstrukční ocel obvyklé jakosti vhodná ke svařování. Součásti konstrukcí a strojů středních tlouštěk tavně svařované, namáhané staticky i dynamicky. Součásti vyráběné z plechů, podélně svařovaných dutých profilů a součásti kované pro tepelná energetická zařízení a tlakové nádoby pracující s omezeným přetlakem a teplotou do 300 °C. Vtokové objekty vodních turbín, spirální skříňové vodních turbín, vrata plavidlových komor, klapky uzávěrů, svařované kulové uzávěry apod. Spojky a podvozky vagónů.</i>
<b>11 425</b>	<i>Neušlechtilá konstrukční ocel obvyklých jakostí. Vhodná na svařované konstrukce, výkovky a výlisky součástí, u nichž se vyžaduje vyšší houževnatost, než vykazuje ocel 11 423. Pro polotovary: předvalky, široká ocel, tenké a tlusté plechy, pásy, tyče a tvarové tyče válcované za tepla, výkovky. Svařitelnost zaručená, zaručená podmíněná, dobrá, v závislosti na rozměrech a druhu polotovaru (nutný předehřev na teplotu min. 150 °C).</i>
<b>11 443</b>	<i>Neušlechtilá konstrukční ocel, nelegovaná, obvyklých jakostní, vhodná ke svařování. Součásti konstrukcí a strojů menších tlouštěk, namáhané staticky a mírně dynamicky. Mírně namáhané hřídele a osy, u nichž se nepožaduje odolnost vůči opotřebení v místě uložení, ozubená kola, zápusťkové výkovky, železniční vozidla. Svařitelnost - zaručená.</i>
<b>11 500</b>	<i>Neušlechtilá konstrukční ocel, obvyklé jakosti s vyšším obsahem uhlíku. Částečně lisovatelná ocel vhodná na strojní součásti namáhané staticky i dynamicky, u nichž se nevyžaduje svařitelnost, jako hřídele, ozubená kola, strojní součásti soustružené, čepy, kolíky, držáky, podložky, kryty, víka, příruby, pouzdra, kroužky, objímky, základové desky, vodítka, upínací desky, příložky, šrouby, matice, montážní páky, třmeny, kladky, bubny, hrdla, přípojky apod. Kovové součásti tepelných energetických zařízení. Méně namáhaná nekalená ozubená kola. Svařitelnost obtížná.</i>
<b>11 503</b>	<i>Nelegovaná konstrukční jemnozrnná jakostní ocel pro snížené atmosférické teploty pod -20 °C vhodná ke svařování. Součásti zařízení pracujících při teplotách +400 °C až -50 °C vyrobených z plechů se zaručenou hodnotou zkoušky rázem v ohybu až do -50 °C</i>
<b>11 523</b>	<i>Nelegovaná konstrukční jemnozrnná jakostní ocel vhodná ke svařování. Mostní a jiné svařované konstrukce, ohýbané profily, svařované konstrukce z dutých profilů a součásti strojů, automobilů, motocyklů a jízdních kol. Součásti tepelných energetických zařízení a součásti tlakových nádob vyrobených z tyčí.</i>

## VÝPIS KONŠTRUKČNÝCH OCELÍ Z MATERIÁLOVÝCH NORIEM [19]

<b>11 600</b>	Neušlechtilá konstrukční ocel obvyklé jakosti s vyšším obsahem uhlíku. Vhodná na strojní součásti namáhané staticky i dynamicky, u nichž se nevyžaduje svařitelnost. Součásti vystavené velkému měrnému tlaku. Hřídele, osy, ozubená kola, řetězová kola, páky, čepy, pístnice, kolíky, podpěry, držátka, objímky, šrouby a matice, klíny, pera, kluzné kameny, ozubené hřebeny, kladky, spojky, segmenty a vložky axiálních ložisek, distanční kroužky, různé upínací elementy, tělesa fréz apod. Pásky a pruhy ke tvarování ohybem.
<b>11 700</b>	Neušlechtilá konstrukční ocel obvyklé jakosti s vyšším obsahem uhlíku. Vhodná na strojní součásti s větší odolností proti namáhání a odolností proti opotřebení, u nichž se nevyžaduje svařitelnost. Výkovky a vylisky s velkou tvrdostí, bez tepelného zpracování. Pásky a pruhy válcované za studena na destičky Gallových řetězů. Držáky soustružnických nožů.
<b>11 800</b>	Neušlechtilá konstrukční ocel obvyklé jakosti, uhlíková. Na strojní součásti s požadovanou větší tvrdostí, popř. s větší odolností proti opotřebení a k výrobě kovaných koulí do mlecích mlýnů. Na tvarové pružiny a destičky kloubových řetězů.
<b>11 901</b>	Neušlechtilá konstrukční ocel obvyklé jakosti, uhlíková, pro jmenovité použití, odolná proti otěru a opotřebení. Na kované koule kulových mlýnů, předvalky a tyče válcované za tepla.
<b>12 020</b>	Konstrukční ocel k chemicko-tepelnému zpracování, cementování. Ocel se střední pevností v jádře po kalení. Na méně namáhané strojní součásti silničních motorových vozidel určené k cementování se střední pevností v jádře po kalení např. méně namáhaná ozubená kola, vačkové hřídele, vložky, řetězová kola, pouzdra, vodítka apod. Záchytné zvony a trny pro naftový průmysl. Ve stavu žíhaném na háky jeřábů, výtahů apod. Součásti k cementování lisované z plechu. Ocel není vhodná ke galvanickému pokovování. Svařitelnost zaručená (podle druhu a rozměru polotovaru).
<b>12 021</b>	Ocel konstrukční, ušlechtilá, uhlíková, žárovečná se zaručenou minimální hodnotou meze kluzu za vyšších teplot. Vhodná na součásti tepelných energetických zařízení, tlakových nádob, chemických zařízení, potrubí. Svařitelnost zaručená v závislosti na rozměrech polotovaru.
<b>12 022</b>	Ocel konstrukční, ušlechtilá, uhlíková, žárovečná se zaručenou minimální hodnotou meze kluzu za vyšších teplot. Vhodná na součásti tepelných energetických zařízení, tlakových nádob, chemických zařízení, potrubí. Svařitelnost zaručená v závislosti na rozměrech polotovaru.
<b>12 040</b>	Konstrukční ocel nelegovaná, jakostní, k zušlechťování. Ocel je vhodná na hřídele stabilních spalovacích motorů a čerpadel, hřídele těžních strojů, předlokové a klikové hřídele, věnce těžních strojů, transmisní hřídele, sloupy a válce lisů, tvarová tělesa, čepy, kolíky, tlačítka, rozpěrná pouzdra, destičky, šoupátka, čelisti, šrouby, pístnice, ojnice, kované svorníky tlakových nádob, závěsy pružin, ruční a nožní páky, součásti řízení, táhla, jeřábové háky, rotory pro turbogenerátory, strojní součásti k zušlechťování, tažená ocel na zušlechťované šrouby, drát na lana, šrouby a matice pro vyšší teploty, apod. Svařitelnost obtížná.

**VÝPIS KONŠTRUKČNÝCH OCELÍ Z MATERIÁLOVÝCH NORIEM [19]**

<p><b>12 050</b></p>	<p><i>Konstrukční ocel nelegovaná k zušlechťování, povrchovému kalení a pro velké výkovky. Uklidněná ocel vhodná na hřídele těžních strojů, turbokompresorů, karuselů apod., na větší ozubená kola, šneky, ozubené věnce, rotory šroubových kompresorů, ojnice, pístnice, vřetena, plunžry lisů, písty kompresorů, čepy, šrouby, stavěcí rouby, dopravní válečky, vodící čepy, lamely spojek, kladičky, lůžka, páky, zarážky, kolíky, různé spojovací součásti, posouvací vidlice, držáky, unášče satelitů, vahadla, západky, kované svorníky tlakových nádob, upínací a stavebnicové části nástrojů, vrtací tyče, frézovací trny. Svařitelnost obtížná.</i></p>
<p><b>12 060</b></p>	<p><i>Konstrukční ocel nelegovaná, jakostní k zušlechťování. Uklidněná ocel vhodná na hřídele turbokompresorů, karuselů, zalomené a jiné hřídele, ozubená kola a věnce, plunžry lisů, pístnice, vřetena, čepy, lamely, spojky, pojistky, západky, držáky, šrouby, páky, destičky abnormálních řetězů, různé spojovací součásti apod. Pružiny, konstrukční elementy lisovacího nářadí. Na méně namáhané hřídele silničních vozidel. Na součásti strojů, které mají vzdorovat opotřeбенí (ozubené věnce, vřetena vrtaček). Svařitelnost obtížná.</i></p>
<p><b>12 061</b></p>	<p><i>Konstrukční ocel nelegovaná, jakostní k zušlechťování. Uklidněná ocel vhodná na klikové a výstředníkové hřídele, osy, ozubená kola a pastorky, čepy, kuželky, šrouby a matice, vřetena soustruhů, válce pro válcovací stolice, plunžry lisů, táhlové háky, vodící šrouby, páky, objímky, pojistné kroužky, západky, kolíky, tlakové kroužky, opěrné desky, podpěry, zarážky, třecí kroužky, brzdné klíče, pevné a pohyblivé části lanovek, vodící kameny, kladky přítlačné, klíny a pera, pouzdra do brzd, lamely karuselů, mačety, třecí kroužky, kalené šrouby a matice, pásnice kloubových řetězů, apod. pružiny. Součásti k zušlechťování. Upínací a stavebnicové části nástrojů. Svařitelnost obtížná.</i></p>