

Západočeská univerzita v Plzni  
Fakulta aplikovaných věd

## DIPLOMOVÁ PRÁCE

Karolína Netrvalová

# Herbář střech a jeho využití ve výuce deskriptivní geometrie

Katedra matematiky

Vedoucí diplomové práce: RNDr. Světlana Tomiczková, Ph.D.

Studijní program: Matematika

Studijní obor: Učitelství matematiky pro střední školy

Plzeň 2020

Ráda bych poděkovala paní RNDr. Světlaně Tomiczkové, Ph.D. za odborné vedení mé diplomové práce. A také za to, že mi byla průvodcem celým mým magisterským studiem. Velmi si toho vážím.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně a výhradně s použitím citovaných pramenů, literatury a dalších odborných zdrojů.

Beru na vědomí, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorského zákona v platném znění.

V ..... dne .....

Podpis autora

Název práce: Herbář střech a jeho využití ve výuce deskriptivní geometrie

Autor: Karolína Netrvalová

Katedra: Katedra matematiky

Vedoucí diplomové práce: RNDr. Světlana Tomiczková, Ph.D., Katedra matematiky

Abstrakt: Diplomová práce se zabývá střechami z pohledu deskriptivní geometrie. V první části se využívají k zastřešení budov části rovin. V druhé části se využívají i další geometrické plochy. V práci jsou také uvedeny náměty na zpestření výuky deskriptivní geometrie.

Klíčová slova: střecha, půdorys střechy, klasické třídy ploch

Title: Herbarium of Roofs and Its Use for Descriptive Geometry

Author: Karolína Netrvalová

Department: Department of Mathematics

Supervisor: RNDr. Světlana Tomiczková, Ph.D., Department of Mathematics

Abstract: The thesis focuses on roofs from the point of view of descriptive geometry. In the first part, parts of the planes are used to roof the buildings. In the second part, other geometric surfaces are used. The thesis also presents ideas on how to make lessons of descriptive geometry more engaging.

Keywords: roof, top view of roof, traditional surface classes

# Obsah

<b>Úvod</b>	<b>2</b>
<b>1 Základní tvary střech</b>	<b>3</b>
<b>2 Teoretické řešení střech</b>	<b>10</b>
2.1 Kruhový trénink se střechami aneb aktivita pro studenty . . . . .	39
<b>3 Geometrické plochy</b>	<b>42</b>
3.1 Rotační plochy . . . . .	42
3.2 Translační plochy . . . . .	45
3.3 Šroubové plochy . . . . .	47
3.4 Přímkové plochy . . . . .	48
<b>4 Herbář střech v Česku a na Slovensku</b>	<b>51</b>
4.1 Selfies se střechami aneb projekt pro studenty . . . . .	63
<b>Závěr</b>	<b>67</b>
<b>Literatura</b>	<b>68</b>

# Úvod

Cílem této práce je seznámit čtenáře se střechami z pohledu deskriptivní geometrie. První část práce se věnuje užití částí rovin k zastřešení budov. Druhá část práce se zabývá dalšími geometrickými plochami, které se k zastřešení budov využívají. Práce je určena primárně pro studenty středních škol technického typu.

Práce je rozdělena do čtyř kapitol. V první kapitole definujeme, co je střecha a seznámíme se s jejími částmi. Dále se věnujeme základním tvarům rovinných střech a jejich půdorysům.

V druhé kapitole se od teorie přesuneme k praktickým úlohám a naučíme se řešit i složitější půdorysy rovinných střech. Pro zvýšení motivace studentů k učení je na konci této kapitoly uvedena aktivita, kterou lze zařadit do běžné výuky deskriptivní geometrie.

Ve třetí kapitole se dozvíme, jaké další geometrické plochy se k zastřešení používají. Uvedeme si dvě kritéria, podle kterých lze tyto plochy třídit. Prvním kritériem je druh pohybu tvořící křivky. Druhým kritériem je tvar tvořící křivky. Kapitola je dále rozdělena do čtyř podkapitol. První tři podkapitoly se věnují plochám, které vznikly podle prvního kritéria. Ve čtvrté podkapitole se zaměříme na plochy, které vznikly podle druhého kritéria.

Ve čtvrté kapitole si ve formě přehledového souboru uvedeme střechy v Česku a na Slovensku, které jsou ve tvaru ploch uvedených ve třetí kapitole. Tento přehledový soubor nazveme Herbářem střech v Česku a na Slovensku. Herbář slouží jako ukázka toho, že se geometrické plochy v reálném světě skutečně využívají a je proto důležité, se o nich učit. Na konci této kapitoly je uveden projekt pro studenty, který vznikl jako modifikace Herbáře střech v Česku a na Slovensku.

# Kapitola 1

## Základní tvary střech

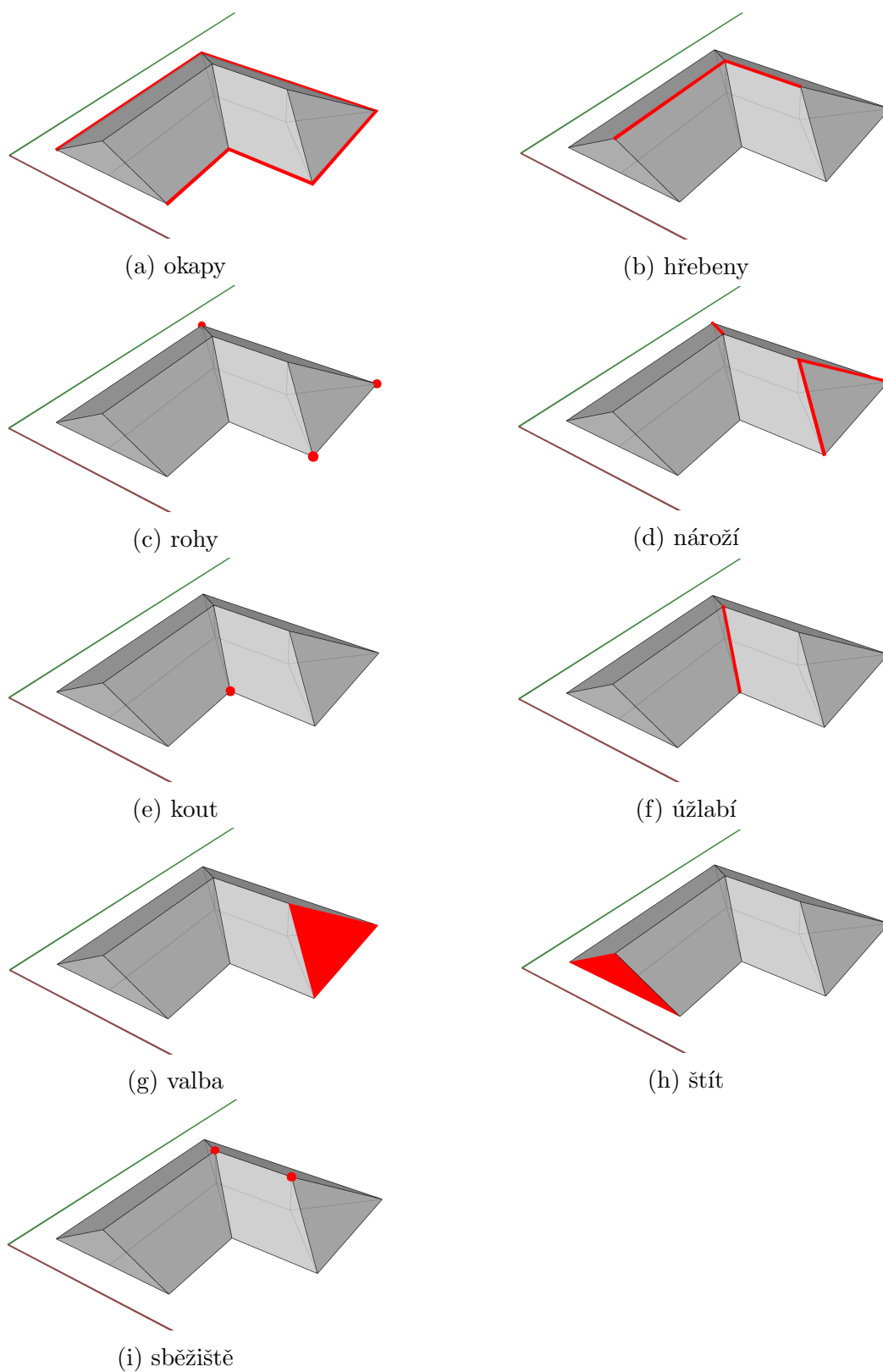
Tato kapitola vznikla na základě kapitoly 3 v učebnici [1]. Střecha je stavební konstrukce, která shora ukončuje stavbu budovy. Základní funkcí střechy je chránit budovu před působením deště, sněhu, větru a před přímým slunečním svitem. Správné řešení střešní konstrukce významně přispívá k celkové trvanlivosti a životnosti stavby. Protože má střecha značný vliv na konečný vzhled budovy, je důležité, aby její tvar splňoval i estetické požadavky. Například u sportovních hal, rekreačních staveb a dalších podobných objektů je často architektonické řešení dokonce nadřazeno řešení stavebně-technickému.

Střecha se skládá z jednotlivých střešních ploch a z nosné konstrukce, kterou nazýváme krovem. Střešní plochy mohou být rovinné, zakřivené nebo kombinované [2]. Střechy vytvořené rovinnými střešními plochami se staví nejčastěji. Právě těmito střechami se budeme zabývat v této a v následující kapitole.

Seznamme se s názvoslovím, které se používá při modelování střech. Jedná se o tyto základní části střechy:

- okap - nejnižší vodorovný okraj střechy,
- hřeben - vodorovná průsečnice dvou protějších střešních rovin,
- roh - vrchol půdorysného obrazce, kde okapy střešních rovin svírají vnitřní úhel menší než  $180^\circ$ ,
- nároží - průsečnice dvou sousedních střešních rovin, která vychází z rohu střechy,
- kout - vrchol půdorysného obrazce, kde okapy střešních rovin svírají vnitřní úhel větší než  $180^\circ$ ,
- úžlabí - průsečnice dvou sousedních střešních rovin, která vychází z koutu střechy,
- valba - střešní rovina ve tvaru trojúhelníku přikloněná ke kratším stranám půdorysného obrazce,
- štít - zdivo nad úrovní okapů, kam nesmí stékat voda,
- sběžiště - průsečík minimálně tří průsečnic střešních rovin.

Jednotlivé části střechy jsou zobrazeny na obrázku 1.1.

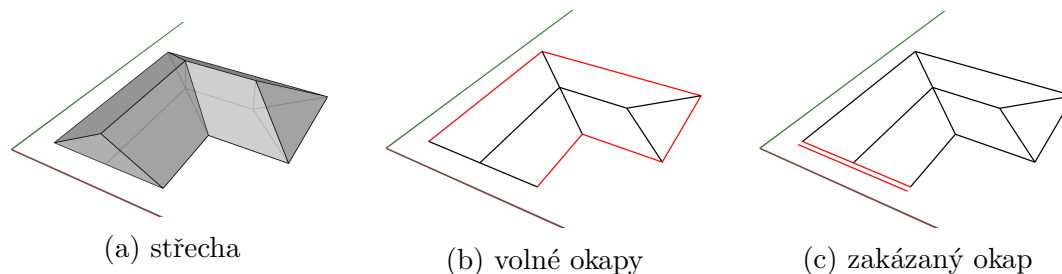


Obrázek 1.1: Základní části střechy

U některých budov budeme chtít, aby měly obytné podkroví. Jiné budovy budeme chtít připojit na okolní budovy. Vzniknou nám tak místa po obvodu



půdorysu, kam nebude možné směřovat odtékající vodu. Tato místa budeme nazývat zakázanými okapy a v půdorysu střechy je budeme značit dvojitou čarou. Místa, kam voda stékat může, budeme nazývat volnými okapy. Obě situace jsou znázorněny na obrázku 1.2.



Obrázek 1.2: Podoby okapů

Když projíždíme různými městy a obcemi, vidíme, že střechy mají různé tvary. V Česku patří mezi nejběžnější tvary střech:

- valbová střecha - střecha tvořená čtyřmi střešními rovinami ohraničenými čtyřmi volnými okapy,
- sedlová střecha - střecha tvořená dvěma střešními rovinami ohraničenými dvěma volnými okapy a dvěma štíty,
- pultová střecha - střecha tvořená jednou skloněnou střešní rovinou ohraničenou jedním volným okapem a třemi štíty,
- stanová střecha - střecha tvořená čtyřmi střešními rovinami, které se sbíhají v jednom vrcholu a jsou ohraničeny čtyřmi volnými okapy,
- polovalbová střecha - střecha tvořená dvěma střešními rovinami a dvěma polovičními valbami, jejichž okap je výše než u hlavních střešních ploch,
- mansardová střecha - střecha tvořená dvěma dvojicemi střešních rovin ne stejného sklonu,
- plochá střecha - střecha tvořená jednou vodorovnou střešní rovinou.

Při rozhodování, jaký tvar střechy bude budova mít, nezáleží jen na architektovi či majiteli budovy. Vždy se musíme řídit vstupními podmínkami úřadů. Ty zajišťují, aby byl zachován ráz krajiny a charakter území. Nejprísnější pravidla bývají v památkově chráněných oblastech a v chráněných krajinných oblastech.

Valbová střecha se hodí především pro samostatně stojící objekty. Často se realizuje u budov s půdorysem ve tvaru L. Pokud není sklon valbové střechy příliš nízký, je možné využívat podkrovní prostory. Valbová střecha je zobrazena na obrázku 1.3.

Sedlová střecha vždy byla a stále je jedním z nejpoužívanějších střech v Česku. Vyskytuje se zejména v uliční řadové zástavbě. Ze stavebního hlediska je to relativně jednoduchý tvar, proto nebývá tak nákladná. Díky svému jednoduchému tvaru také minimalizuje riziko zatékání. Často se využívá pro výstavbu podkroví. Sedlová střecha je zobrazena na obrázku 1.4.

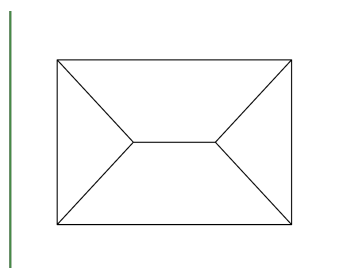
Pultová střecha se v minulosti objevovala hlavně na přístavbách, terasách, garážích a dalších jednoduchých stavbách s malým rozpětím nosné konstrukce. V současné době se ale začíná používat i u rodinných domů. Hlavně u ekologických a energeticky úsporných domů. Vzhledem ke své jednoduchosti se jedná o méně nákladný typ střechy. Pultová střecha je zobrazena na obrázku 1.5.

Stanová střecha se používá především u samostatně stojících objektů. Často ji najdeme na zahradních altánech, ale i na bungalovech. Nevýhodou je, že tato střecha většinou není příliš vhodná pro půdní vestavbu. Stanová střecha je zobrazena na obrázku 1.6.

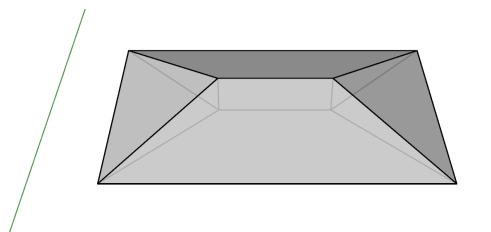
Polovalbová střecha je díky svému tvaru vhodná pro stavbu obytného podkroví. Často ale plní hlavně estetickou funkci. Polovalbová střecha je zobrazena na obrázku 1.7.

Mansardová střecha je v současnosti méně užívaným tvarem střechy. Dříve se však velmi často využívala k zastřešení vil. Je totiž vhodná pro zastřešení domů s velkým rozpětím nosné konstrukce. Další výhodou je, že zvětšuje podkrovní prostor. Její konstrukce patří mezi ty složitější, proto je její cenová realizace vyšší. Mansardová střecha je zobrazena na obrázku 1.8.

Plochá střecha byla velmi častá v 60.-80. letech dvacátého století. Jde o dominující typ zastřešení panelových domů. Pokud plochá střecha není zhotovena kvalitně a pravidelně se neudržuje, je velmi pravděpodobné, že do ní začne zatékat. V současné době se plochá střecha objevuje na moderních rodinných domech a městských vilách. Využívá se i jako terasa nebo střešní zahrada. Plochá střecha je zobrazena na obrázku 1.9.



(a) půdorys



(b) perspektiva

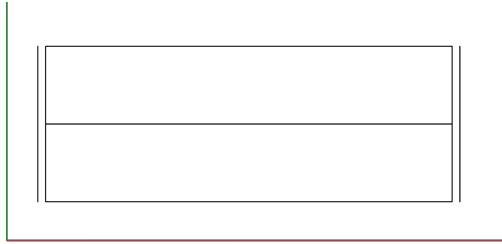


(c) letecký pohled, zdroj: [46]

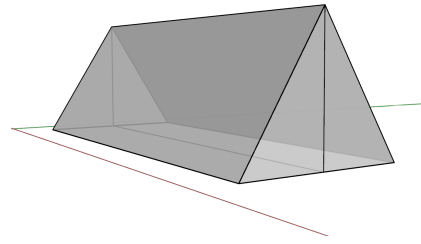


(d) pohled z ulice, zdroj: vlastní

Obrázek 1.3: Valbová střecha



(a) půdorys



(b) perspektiva

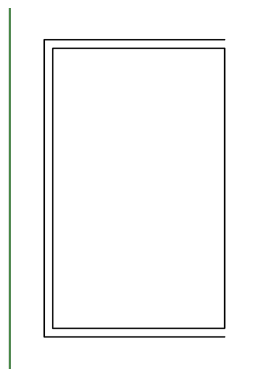


(c) letecký pohled, zdroj: [47]

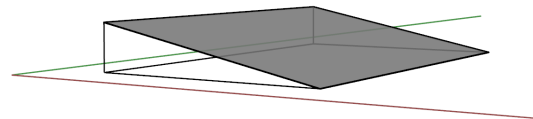


(d) pohled z ulice, zdroj: vlastní

Obrázek 1.4: Sedlová střecha



(a) půdorys



(b) perspektiva

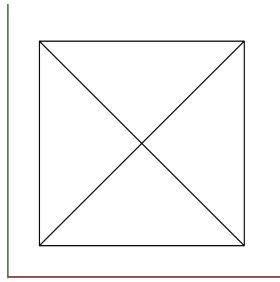


(c) letecký pohled, zdroj: [48]

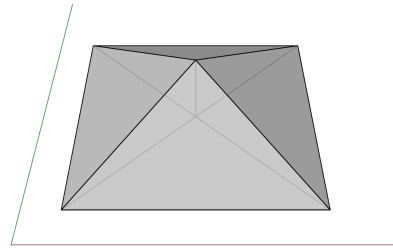


(d) pohled z ulice, zdroj: vlastní

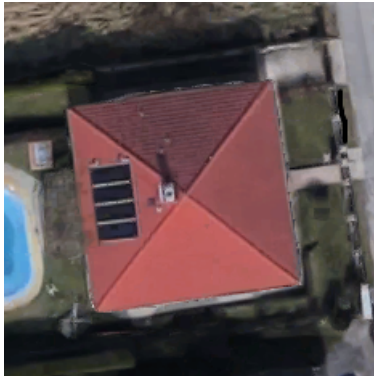
Obrázek 1.5: Pultová střecha



(a) půdorys



(b) perspektiva

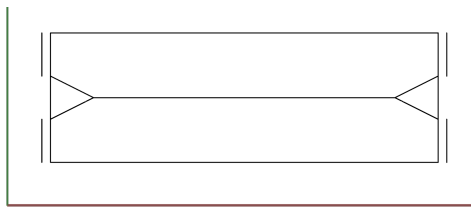


(c) letecký pohled, zdroj: [49]

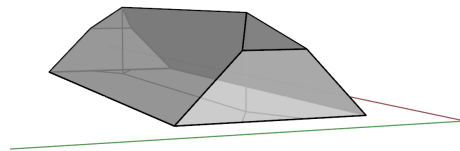


(d) pohled z ulice, zdroj: vlastní

Obrázek 1.6: Stanová střecha



(a) půdorys



(b) perspektiva

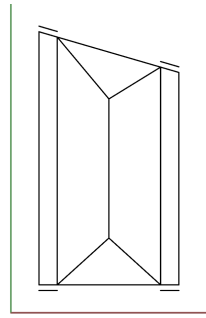


(c) letecký pohled, zdroj: [50]

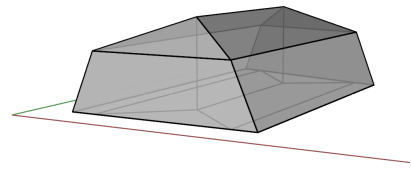


(d) pohled z ulice, zdroj: vlastní

Obrázek 1.7: Polovalbová střecha



(a) půdorys



(b) perspektiva

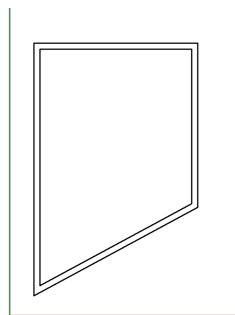


(c) letecký pohled, zdroj: [51]

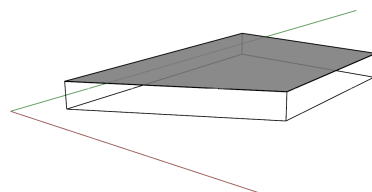


(d) pohled z ulice, zdroj: vlastní

Obrázek 1.8: Mansardová střecha



(a) půdorys



(b) perspektiva



(c) letecký pohled, zdroj: [52]



(d) pohled z ulice, zdroj: vlastní

Obrázek 1.9: Plochá střecha

# Kapitola 2

## Teoretické řešení střech

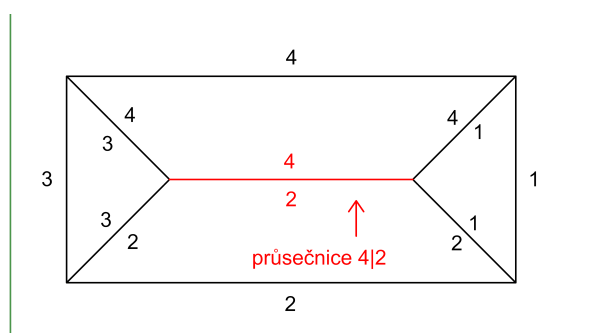
V deskriptivní geometrii je naším úkolem vyřešit půdorys střechy. Musíme sestavit všechny průsečnice a společné body střešních rovin. Za předpokladu, že všechny střešní roviny mají stejný spád a všechny okapy jsou ve stejné výši, můžeme využívat následující věty.

**Věta 1.** *Obrazem průsečnice rovin, které mají rovnoběžné stopy, je osa pásu tvořeného těmito stopami. [3]*

**Věta 2.** *Obrazem průsečnice rovin, které mají různoběžné stopy, je osa úhlu těchto stop. [3]*

U střech se složitějším půdorysem je vhodné postupně označit všechny střešní roviny čísly. Číslo střešní roviny, budeme psát k její stopě neboli okapu. Nezáleží na tom, od které stopy začneme číslovat.

Naším cílem je postupně ohraničit všechny střešní roviny. Proto je vhodné začít řešit střechu od nejkratší stopy, kde může vzniknout valba neboli rovina s nejmenším počtem hranic. Průsečnici dvou střešních rovin popisujeme dvojicí čísel tak, aby čísla průsečnice ležela ve stejně očíslovaných střešních rovinách (viz obrázek 2.1).

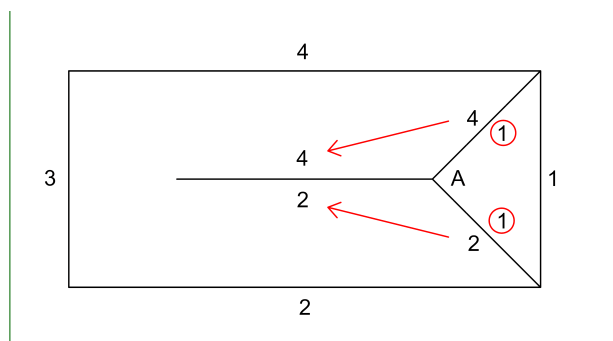


Obrázek 2.1: Průsečnice střešních rovin

Na obrázku 2.1 jsme průsečnici rovin 4 a 2 označili jako průsečnici 4|2, ale mohli jsme ji označit i jako průsečnici 2|4. V jejím označení nezáleží na pořadí čísel, pořád se jedná o tutéž průsečnici.

**Věta 3.** *Každým sběžištěm procházejí alespoň tři průsečnice. Nově vznikající průsečnice procházející daným sběžištěm si „vezme“ od zbylých průsečnic ta čísla, která nemají žádné dvě zbylé průsečnice společné. [1]*

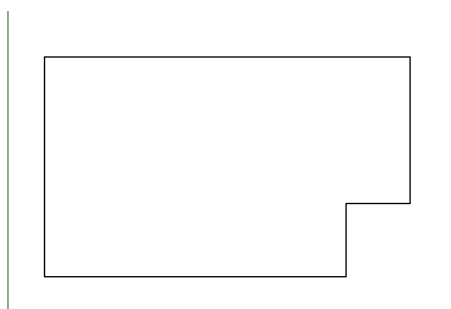
Ukažme si nyní, jak větu 3 používat. Na obrázku 2.2 máme již sestrojené průsečnice  $4|1$  a  $2|1$ . Číslo, které mají tyto průsečnice společné, je 1. Čísla, která společná nemají, jsou 4 a 2, proto bude ze sběžiště A vycházet průsečnice  $4|2$ . Jde o to, že rovina 1 (respektive její část) je již ohraničená třemi úsečkami, proto ji v další konstrukci nebudeme používat a její číslo můžeme vypustit.



Obrázek 2.2: Ilustrace věty 3

Nyní již můžeme začít řešit příklady, které jsou zaměřeny na půdorysy sklonitých střech bez zastavěných částí. Aby bylo řešení prvního příkladu co nejsrozumitelnější, je rozloženo do jednotlivých kroků, které jsou ilustrovány obrázky.

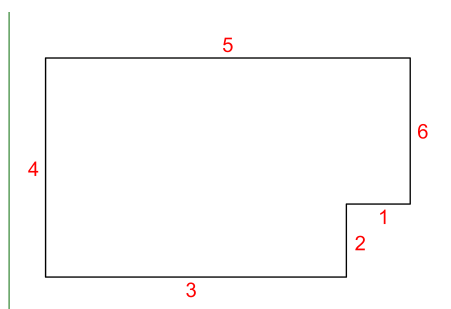
**Příklad 1.** Vyřešte střechu nad půdorysem ve tvaru L, který je na obrázku 2.3.



Obrázek 2.3: Zadání příkladu 1

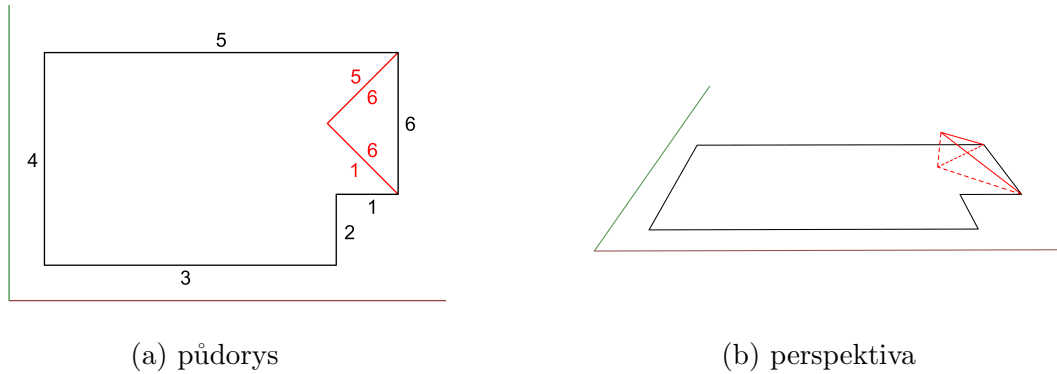
**Řešení:**

1. Čísla 1 až 6 označíme jednotlivé střešní roviny (viz obrázek 2.4).



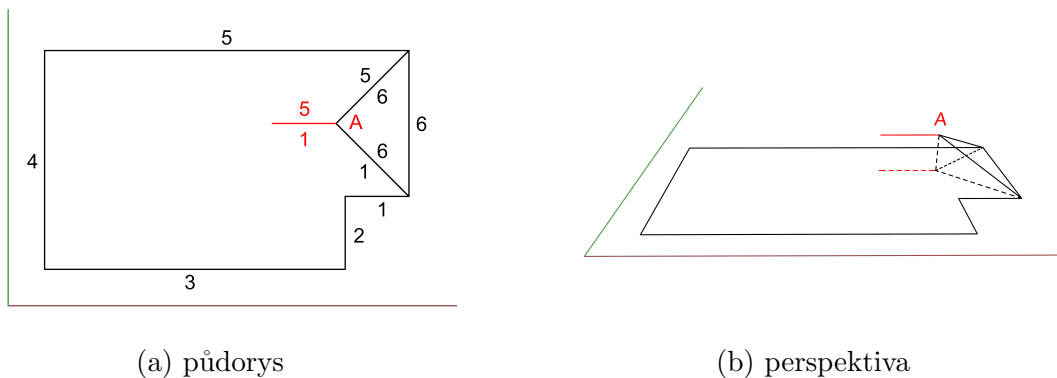
Obrázek 2.4: První krok

2. Určíme průsečnici rovin 1 a 6. Stopy rovin 1 a 6 jsou různoběžné, použijeme větu 2 a sestrojíme osu úhlu jejich stop. Vzniklou průsečnici označíme  $1|6$  (viz obrázek 2.5).
3. Určíme průsečnici rovin 6 a 5. Stopy rovin 6 a 5 jsou různoběžné, použijeme větu 2 a sestrojíme osu úhlu jejich stop. Vzniklou průsečnici označíme  $5|6$  (viz obrázek 2.5).



Obrázek 2.5: Druhý a třetí krok

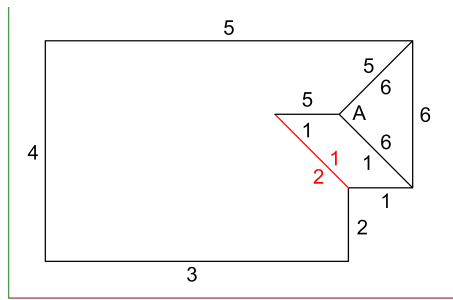
4. Sestrojíme průsečík A přímek  $1|6$  a  $5|6$  (viz obrázek 2.6).
5. Podle věty 3 bude z bodu A vycházet průsečnice  $1|5$ . Určíme tedy průsečnici rovin 1 a 5. Stopy rovin 1 a 5 jsou rovnoběžné, použijeme větu 1 a sestrojíme osu pásu jejich stop (viz obrázek 2.6).



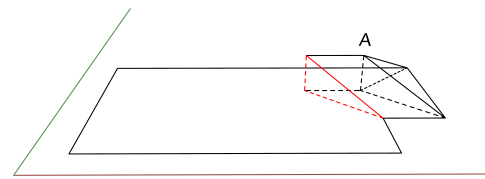
Obrázek 2.6: Čtvrtý a pátý krok

6. Určíme průsečnici rovin 1 a 2. Stopy rovin 1 a 2 jsou různoběžné, použijeme větu 2 a sestrojíme osu úhlu jejich stop. Vzniklou průsečnici označíme  $1|2$  (viz obrázek 2.7).
7. Sestrojíme průsečík B přímek  $1|5$  a  $1|2$  (viz obrázek 2.8).
8. Podle věty 3 bude z bodu B vycházet průsečnice  $5|2$ . Určíme tedy průsečnici rovin 5 a 2. Stopy rovin 5 a 2 jsou různoběžné. Podle věty 2 potřebujeme sestrotit osu úhlu jejich stop. Protože se stopy rovin 5 a 2 neprotínají, prodloužíme stopu roviny 2 pomocnou čárkovanou čarou. Průsečnici  $5|2$  rýsuje již plnou čarou ale až od bodu B (viz obrázek 2.8).



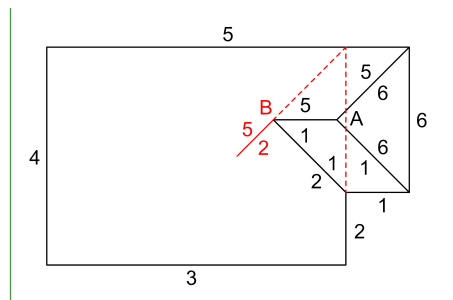


(a) půdorys

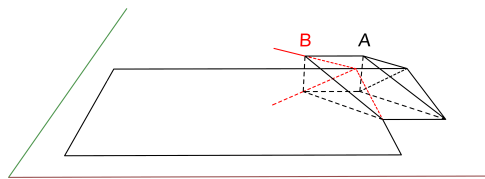


(b) perspektiva

Obrázek 2.7: Šestý krok



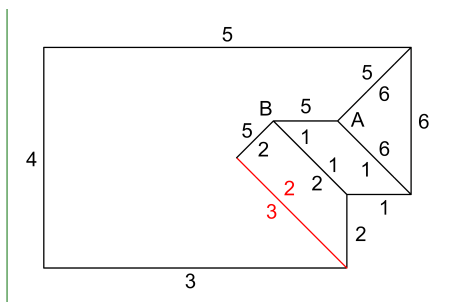
(a) půdorys



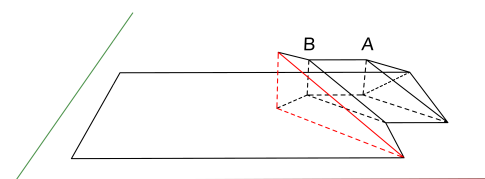
(b) perspektiva

Obrázek 2.8: Sedmý a osmý krok

9. Určíme průsečnici rovin 3 a 2. Stopy rovin 3 a 2 jsou různoběžné, použijeme větu 2 a sestrojíme osu úhlu jejich stop. Vzniklou průsečnici označíme 3|2 (viz obrázek 2.9).



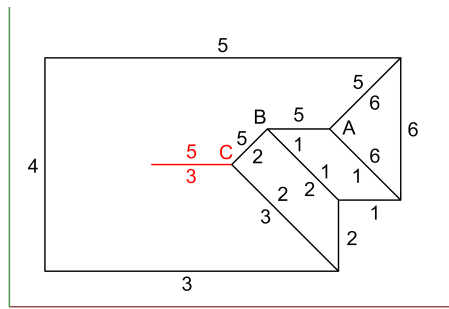
(a) půdorys



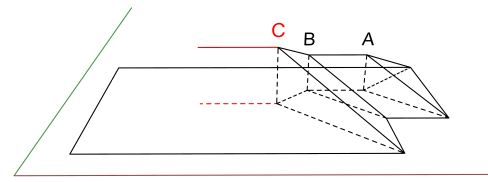
(b) perspektiva

Obrázek 2.9: Devátý krok

10. Sestrojíme průsečík C přímkou 5|2 a 3|2 (viz obrázek 2.10).
11. Podle věty 3 bude z bodu C vycházet průsečnice 5|3. Určíme tedy průsečnici rovin 5 a 3. Stopy rovin 5 a 3 jsou rovnoběžné, použijeme větu 1 a sestrojíme osu pásu jejich stop (viz obrázek 2.10).



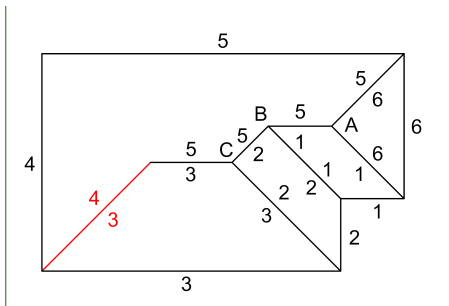
(a) půdorys



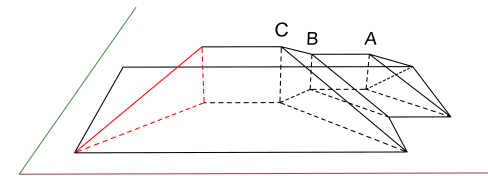
(b) perspektiva

Obrázek 2.10: Desátý a jedenáctý krok

12. Určíme průsečnici rovin 4 a 3. Stopy rovin 4 a 3 jsou různoběžné, použijeme větu 2 a sestrojíme osu úhlu jejich stop. Vzniklou průsečnici označíme  $4|3$  (viz obrázek 2.11).



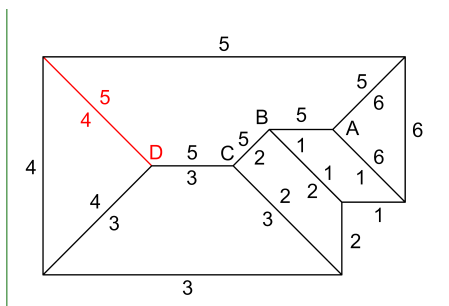
(a) půdorys



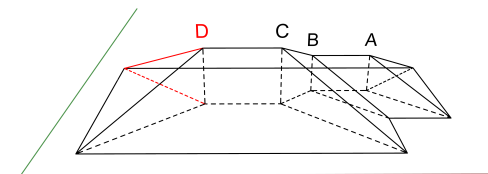
(b) perspektiva

Obrázek 2.11: Dvanáctý krok

13. Sestrojíme průsečík D přímek  $4|3$  a  $5|3$  (viz obrázek 2.12).
14. Podle věty 3 bude z bodu D vycházet průsečnice  $4|5$ . Určíme tedy průsečnici rovin 4 a 5. Stopy rovin 4 a 5 jsou různoběžné, použijeme větu 2 a sestrojíme osu úhlu jejich stop (viz obrázek 2.12).



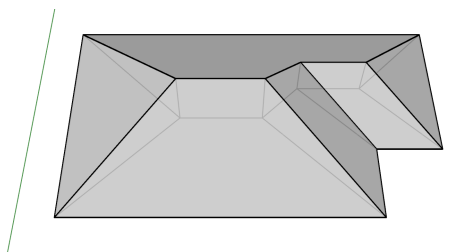
(a) půdorys



(b) perspektiva

Obrázek 2.12: Třináctý a čtrnáctý krok

Na obrázku 2.13a je zobrazena zadaná střecha v perspektivě. Dům, podle kterého vznikl tento příklad, vidíme na obrázku 2.13b a obrázek 2.13c ho zachycuje z leteckého pohledu. ■



(a) perspektiva



(b) pohled z ulice, zdroj: vlastní

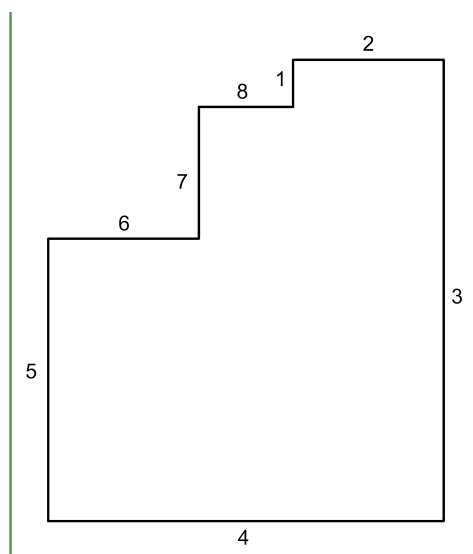


(c) letecký pohled, zdroj: [53]

Obrázek 2.13: Střecha na půdorysem ve tvaru L

Vyřešili jsme půdorys střechy, který byl ve tvaru L. Můžeme také říct, že byl tvořen dvěma překrývajícími se obdélníky. Nyní vyřešme půdorys střechy, který je tvořen třemi překrývajícími se obdélníky. (Aby došlo ke sjednocení řešení čtenáře s řešením autorky textu, jsou v dalších příkladech zadané již očíslované půdorysy.)

**Příklad 2.** Vyřešte půdorys střechy, který je na obrázku 2.14.



Obrázek 2.14: Zadání příkladu 2

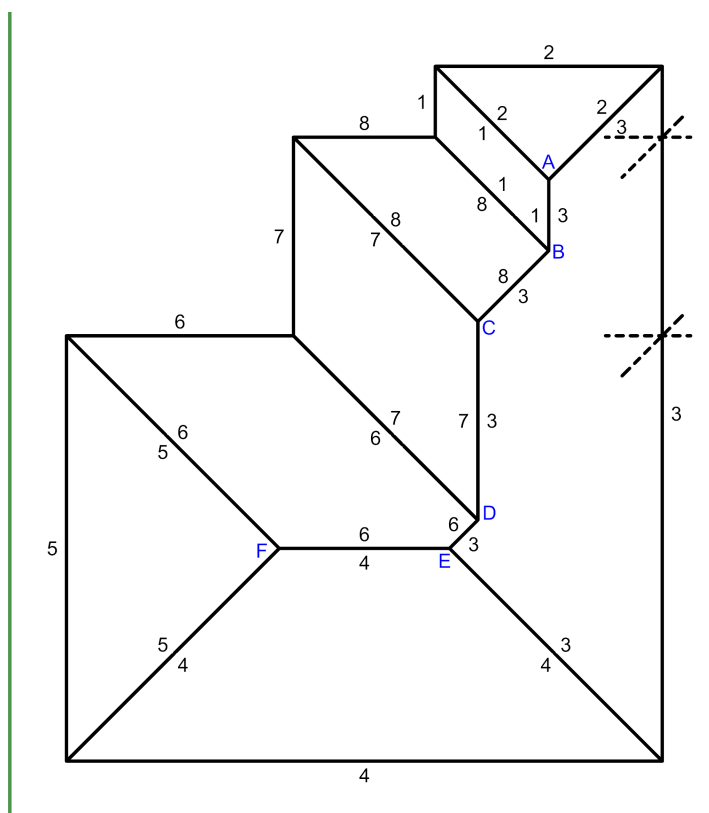
Řešení tohoto příkladu je opět rozloženo do jednotlivých kroků. Místo obrázků, které ilustrují každý krok zvlášť, je uveden pouze obrázek výsledného řešení.

### Řešení:

1. Určíme průsečnici rovin 1 a 2. Stopy rovin 1 a 2 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $1|2$ .
2. Určíme průsečnici rovin 2 a 3. Stopy rovin 2 a 3 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $2|3$ .
3. Sestrojíme průsečík A přímkou  $1|2$  a  $2|3$ .
4. Podle věty 3 bude z bodu A vycházet průsečnice  $1|3$ . Určíme tedy průsečnici rovin 1 a 3. Stopy rovin 1 a 3 jsou rovnoběžné, proto sestrojíme osu pásu jejich stop. (Použili jsme větu 1.)
5. Určíme průsečnici rovin 1 a 8. Stopy rovin 1 a 8 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $1|8$ .
6. Sestrojíme průsečík B přímkou  $1|3$  a  $1|8$ .
7. Podle věty 3 bude z bodu B vycházet průsečnice  $3|8$ . Určíme tedy průsečnici rovin 3 a 8. Stopy rovin 3 a 8 jsou různoběžné. Podle věty 2 potřebujeme sestrojít osu úhlu jejich stop. Protože se stopy rovin 3 a 8 neprotínají, prodloužíme stopu roviny 8 pomocnou čárkovanou čarou. Průsečnici  $3|8$  rýsuje již plnou čarou ale až od bodu B.
8. Určíme průsečnici rovin 7 a 8. Stopy rovin 7 a 8 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $7|8$ .
9. Sestrojíme průsečík C přímkou  $3|8$  a  $7|8$ .
10. Podle věty 3 bude z bodu C vycházet průsečnice  $3|7$ . Určíme tedy průsečnici rovin 3 a 7. Stopy rovin 3 a 7 jsou rovnoběžné, proto sestrojíme osu pásu jejich stop. (Použili jsme větu 1.)
11. Určíme průsečnici rovin 7 a 6. Stopy rovin 7 a 6 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $7|6$ .
12. Sestrojíme průsečík D přímkou  $3|7$  a  $7|6$ .
13. Podle věty 3 bude z bodu D vycházet průsečnice  $3|6$ . Určíme tedy průsečnici rovin 3 a 6. Stopy rovin 3 a 6 jsou různoběžné. Podle věty 2 potřebujeme sestrojít osu úhlu jejich stop. Protože se stopy rovin 3 a 6 neprotínají, prodloužíme stopu roviny 6 pomocnou čárkovanou čarou. Průsečnici  $3|6$  rýsuje již plnou čarou ale až od bodu D.

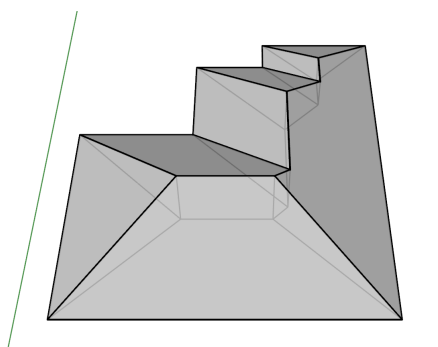
14. Určíme průsečnici rovin 4 a 3. Stopy rovin 4 a 3 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $4|3$ .
15. Sestrojíme průsečík E přímek  $3|6$  a  $4|3$ .
16. Podle věty 3 bude z bodu E vycházet průsečnice  $6|4$ . Určíme tedy průsečnici rovin 6 a 4. Stopy rovin 6 a 4 jsou rovnoběžné, proto sestrojíme osu pásu jejich stop. (Použili jsme větu 1.)
17. Určíme průsečnici rovin 5 a 4. Stopy rovin 5 a 4 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $5|4$ .
18. Sestrojíme průsečík F přímek  $6|4$  a  $5|4$ .
19. Podle věty 3 bude z bodu F vycházet průsečnice  $6|5$ . Určíme tedy průsečnici rovin 6 a 5. Stopy rovin 6 a 5 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.)

Na obrázku 2.15 je zobrazen vyřešený půdorys zadané střechy.



Obrázek 2.15: Řešení příkladu 2

Zadanou střechu v perspektivě vidíme na obrázku 2.16a. Letecký pohled na střechu domu, podle které vznikl tento příklad, vidíme na obrázku 2.16b. ■



(a) perspektiva

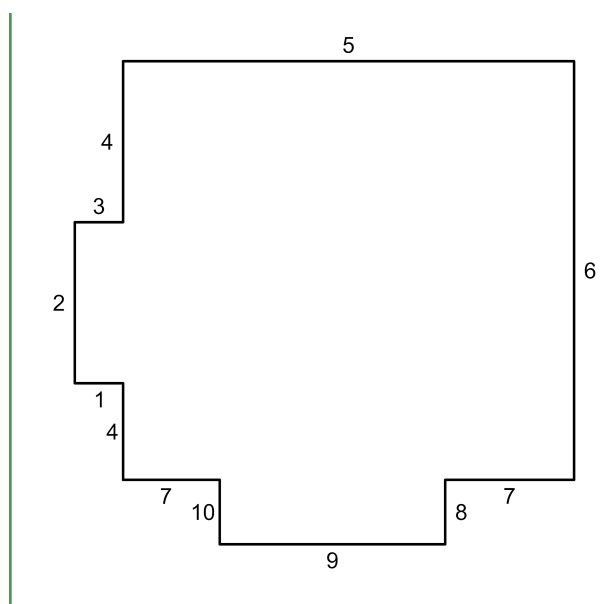


(b) letecký pohled, zdroj: [54]

Obrázek 2.16: Střecha nad půdorysem tří překrývajících se obdélníků

Po vyřešení prvních dvou příkladů, by se mohlo zdát, že všechna sběžiště musí být postupně spojena. V následujícím příkladu si ukážeme, že tomu tak vždy být nemusí.

**Příklad 3.** Vyřešte půdorys střechy, který je na obrázku 2.17.



Obrázek 2.17: Zadání příkladu 3

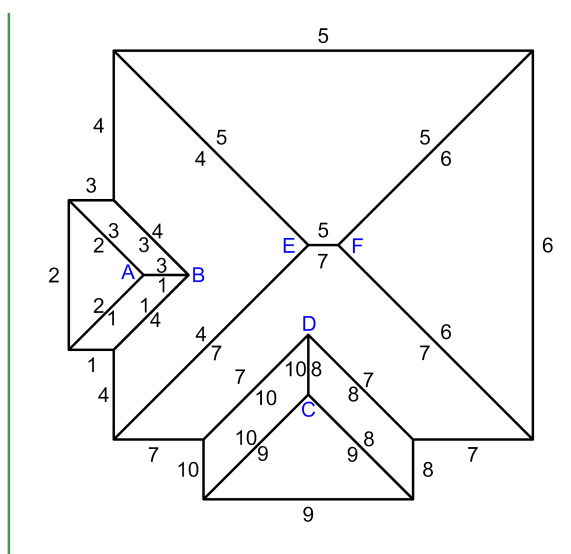
**Řešení:**

1. Určíme průsečnici rovin 1 a 2. Stopy rovin 1 a 2 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme 1|2.
2. Určíme průsečnici rovin 2 a 3. Stopy rovin 2 a 3 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme 2|3.
3. Sestrojíme průsečík A přímek 1|2 a 2|3.

4. Podle věty 3 bude z bodu A vycházet průsečnice  $1|3$ . Určíme tedy průsečnici rovin 1 a 3. Stopy rovin 1 a 3 jsou rovnoběžné, proto sestrojíme osu pásu jejich stop. (Použili jsme větu 1.)
5. Určíme průsečnici rovin 1 a 4. Stopy rovin 1 a 4 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $1|4$ .
6. Určíme průsečnici rovin 3 a 4. Stopy rovin 3 a 4 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $3|4$ .
7. Sestrojíme průsečík B přímek  $1|3$ ,  $1|4$  a  $3|4$ . Máme zadaná různě široká křídla, proto hřeben  $1|3$  bude v jiné výšce než hřeben v hlavním křídle. Tím pádem už z bodu B nevychází žádná další průsečnice rovin.
8. Určíme průsečnici rovin 10 a 9. Stopy rovin 10 a 9 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $10|9$ .
9. Určíme průsečnici rovin 9 a 8. Stopy rovin 9 a 8 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $9|8$ .
10. Sestrojíme průsečík C přímek  $10|9$  a  $9|8$ .
11. Podle věty 3 bude z bodu C vycházet průsečnice  $10|8$ . Určíme tedy průsečnici rovin 10 a 8. Stopy rovin 10 a 8 jsou rovnoběžné, proto sestrojíme osu pásu jejich stop. (Použili jsme větu 1.)
12. Určíme průsečnici rovin 7 a 10. Stopy rovin 7 a 10 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $7|10$ .
13. Určíme průsečnici rovin 8 a 7. Stopy rovin 8 a 7 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $8|7$ .
14. Sestrojíme průsečík D přímek  $10|8$ ,  $7|10$  a  $8|7$ . Máme zadaná různě široká křídla, proto hřeben  $10|8$  bude v jiné výšce než hřeben v hlavním křídle. Tím pádem už z bodu D nevychází žádná další průsečnice rovin.
15. Určíme průsečnici rovin 4 a 7. Stopy rovin 4 a 7 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $4|7$ .
16. Určíme průsečnici rovin 4 a 5. Stopy rovin 4 a 5 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $4|5$ .
17. Sestrojíme průsečík E přímek  $4|7$  a  $4|5$ .

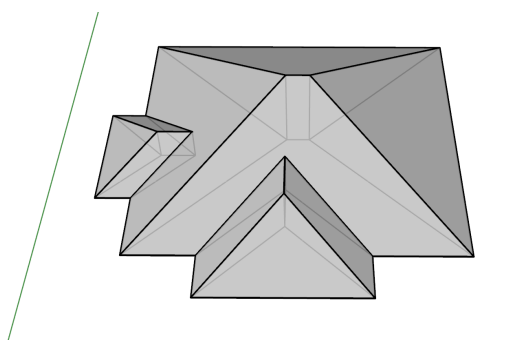
18. Podle věty 3 bude z bodu E vycházet průsečnice 7|5. Určíme tedy průsečnici rovin 7 a 5. Stopy rovin 7 a 5 jsou rovnoběžné, proto sestrojíme osu pásu jejich stop. (Použili jsme větu 1.)
19. Určíme průsečnici rovin 7 a 6. Stopy rovin 7 a 6 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme 7|6.
20. Sestrojíme průsečík F přímkou 7|5 a 7|6.
21. Podle věty 3 bude z bodu F vycházet průsečnice 5|6. Určíme tedy průsečnici rovin 5 a 6. Stopy rovin 5 a 6 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.)

Na obrázku 2.18 je zobrazen vyřešený půdorys zadané střechy.

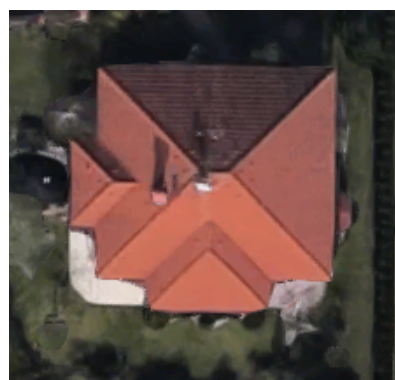


Obrázek 2.18: Řešení příkladu 3

Zadanou střechu v perspektivě vidíme na obrázku 2.19a. Letecký pohled na střechu domu, podle které vznikl tento příklad, vidíme na obrázku 2.19b. ■



(a) perspektiva



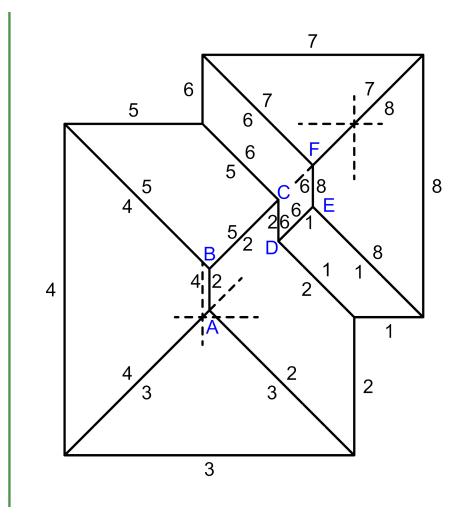
(b) letecký pohled, zdroj: [55]

Obrázek 2.19: Střecha, která nemá všechna sběžiště postupně spojená

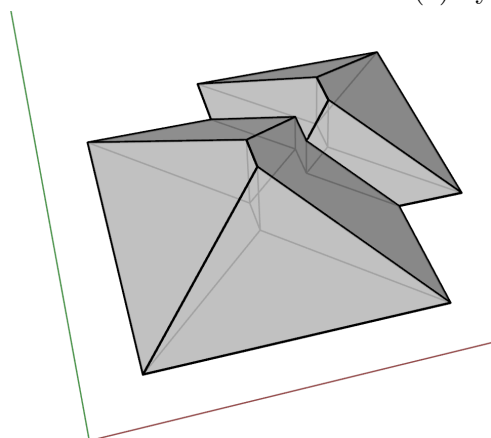


Někdy je geometrické řešení v pořádku, ale v praxi se ukáže jako nevhodné. Ukážeme si to na následujícím příkladu.

**Příklad 4.** Střecha na obrázku 2.20 není vyřešena správně. Kde je chyba?



(a) vyřešený půdorys



(b) perspektiva



(c) letecký pohled, zdroj: [56]

Obrázek 2.20: Střecha nad půdorysem dvou překrývajících se obdélníků (nevhodné řešení)

### Řešení:

Nejprve se zaměříme na obrázek 2.20a a zkusíme ověřit, zda byla zachována platnost vět 1, 2 a 3 při sestrojování půdorysu.

1. Čísly 1 až 8 označíme jednotlivé střešní roviny.
2. Určíme průsečnici rovin 4 a 3. Stopy rovin 4 a 3 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme 4|3.
3. Určíme průsečnici rovin 3 a 2. Stopy rovin 3 a 2 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme 3|2.

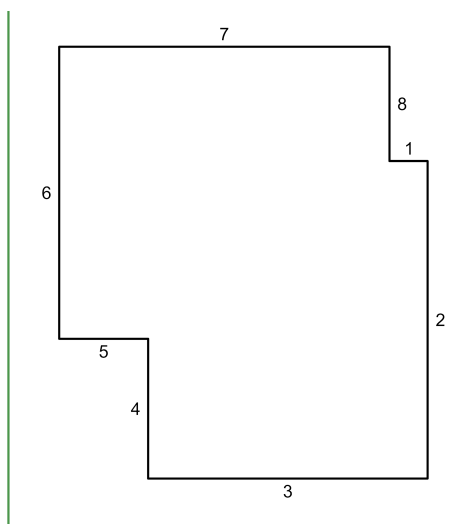
4. Sestrojíme průsečík A přímek  $4|3$  a  $3|2$ .
5. Podle věty 3 bude z bodu A vycházet průsečnice  $4|2$ . Určíme tedy průsečnici rovin 4 a 2. Stopy rovin 4 a 2 jsou rovnoběžné, proto sestrojíme osu pásu jejich stop. (Použili jsme větu 1.)
6. Určíme průsečnici rovin 4 a 5. Stopy rovin 4 a 5 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $4|5$ .
7. Sestrojíme průsečík B přímek  $4|2$  a  $4|5$ .
8. Podle věty 3 bude z bodu B vycházet průsečnice  $2|5$ . Určíme tedy průsečnici rovin 2 a 5. Stopy rovin 2 a 5 jsou různoběžné. Podle věty 2 potřebujeme sestrojit osu úhlu jejich stop. Protože se stopy rovin 2 a 5 neprotínají, prodloužíme jejich stopy pomocnou čárkovanou čarou. Průsečnici  $2|5$  rýsujeme plnou čarou od bodu B.
9. Určíme průsečnici rovin 5 a 6. Stopy rovin 5 a 6 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $5|6$ .
10. Sestrojíme průsečík C přímek  $2|5$  a  $5|6$ .
11. Podle věty 3 bude z bodu C vycházet průsečnice  $2|6$ . Určíme tedy průsečnici rovin 2 a 6. Stopy rovin 2 a 6 jsou rovnoběžné, proto sestrojíme osu pásu jejich stop. (Použili jsme větu 1.)
12. Určíme průsečnici rovin 2 a 1. Stopy rovin 2 a 1 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $2|1$ .
13. Sestrojíme průsečík D přímek  $2|6$  a  $2|1$ .
14. Podle věty 3 bude z bodu D vycházet průsečnice  $6|1$ . Určíme tedy průsečnici rovin 6 a 1. Stopy rovin 6 a 1 jsou různoběžné. Podle věty 2 potřebujeme sestrojit osu úhlu jejich stop. Protože se stopy rovin 6 a 1 neprotínají, prodloužíme jejich stopy pomocnou čárkovanou čarou. Průsečnici  $6|1$  rýsujeme již plnou čarou ale až od bodu D.
15. Určíme průsečnici rovin 1 a 8. Stopy rovin 1 a 8 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $1|8$ .
16. Sestrojíme průsečík E přímek  $6|1$  a  $1|8$ .
17. Podle věty 3 bude z bodu E vycházet průsečnice  $6|8$ . Určíme tedy průsečnici rovin 6 a 8. Stopy rovin 6 a 8 jsou rovnoběžné, proto sestrojíme osu pásu jejich stop. (Použili jsme větu 1.)
18. Určíme průsečnici rovin 7 a 8. Stopy rovin 7 a 8 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $7|8$ .

19. Sestrojíme průsečík F přímkou  $6|8$  a  $7|8$ .
20. Podle věty 3 bude z bodu F vycházet průsečnice  $6|7$ . Určíme tedy průsečnici rovin 6 a 7. Stopy rovin 6 a 7 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.)

Platnost vět 1, 2 a 3 byla zachována. Zkusme se tedy zaměřit na obrázek 2.20b. Podívejme se na vodorovnou průsečnici  $2|6$  a na spád rovin 2 a 6. Je patrné, že v průsečnici  $2|6$  se bude držet voda. Vítr tam může navát listí, prach a různá semena. Je pravděpodobné, že tam časem začne růst plevel a povrch střechy tak bude dříve poškozen. Průsečnici  $2|6$  nazýváme žlabem a při navrhování střech se mu snažíme vyvarovat. I přesto se v reálném světě najdou střechy se žlabem, čehož důkazem je obrázek 2.20c. ■

V příkladu 5 navrhne vhodnější řešení střechy nad půdorysem dvou překrývajících se obdélníků. Místo žlabu sestrojíme hřeben, ze kterého bude voda stékat.

**Příklad 5.** Vyřešte půdorys střechy, který je na obrázku 2.21.



Obrázek 2.21: Zdání příkladu 5

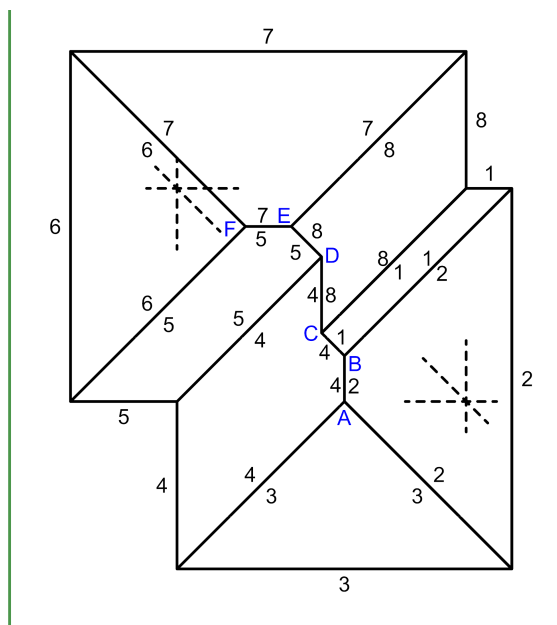
**Řešení:**

1. Určíme průsečnici rovin 4 a 3. Stopy rovin 4 a 3 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $4|3$ .
2. Určíme průsečnici rovin 3 a 2. Stopy rovin 3 a 2 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $3|2$ .
3. Sestrojíme průsečík A přímkou  $4|3$  a  $3|2$ .
4. Podle věty 3 bude z bodu A vycházet průsečnice  $4|2$ . Určíme tedy průsečnici rovin 4 a 2. Stopy rovin 4 a 2 jsou rovnoběžné, proto sestrojíme osu pásu jejich stop. (Použili jsme větu 1.)

5. Určíme průsečnici rovin 1 a 2. Stopy rovin 1 a 2 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $1|2$ .
6. Sestrojíme průsečík B přímek  $4|2$  a  $1|2$ .
7. Podle věty 3 bude z bodu B vycházet průsečnice  $4|1$ . Určíme tedy průsečnici rovin 4 a 1. Stopy rovin 4 a 1 jsou různoběžné. Podle věty 2 potřebujeme sestrotit osu úhlu jejich stop. Protože se stopy rovin 4 a 1 neprotínají, prodloužíme jejich stopy pomocnou čárkovanou čarou. Průsečnici  $4|1$  rýsujeme plnou čarou od bodu B.  
Máme sestrogenou průsečnici rovin 4 a 1 a chceme dokončit ohraničení roviny 4 nebo roviny 1. Nabízí se tedy sestrotit průsečnici  $8|1$  nebo průsečnici  $4|5$ . Vždy dáváme přednost té průsečnici, která je „blíže“. V našem případě je to průsečnice  $8|1$ . Pokud bychom nejdříve sestrotjili průsečnici  $4|5$ , opět by nám vznikl žlab.
8. Určíme průsečnici rovin 8 a 1. Stopy rovin 8 a 1 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $8|1$ .
9. Sestrojíme průsečík C přímek  $4|1$  a  $8|1$ .
10. Podle věty 3 bude z bodu C vycházet průsečnice  $4|8$ . Určíme tedy průsečnici rovin 4 a 8. Stopy rovin 4 a 8 jsou rovnoběžné, proto sestrojíme osu pásu jejich stop. (Použili jsme větu 1.)
11. Určíme průsečnici rovin 4 a 5. Stopy rovin 4 a 5 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $4|5$ .
12. Sestrojíme průsečík D přímek  $4|8$  a  $4|5$ .
13. Podle věty 3 bude z bodu D vycházet průsečnice  $8|5$ . Určíme tedy průsečnici rovin 8 a 5. Stopy rovin 8 a 5 jsou různoběžné. Podle věty 2 potřebujeme sestrotit osu úhlu jejich stop. Protože se stopy rovin 8 a 5 neprotínají, prodloužíme jejich stopy pomocnou čárkovanou čarou. Průsečnici  $8|5$  rýsujeme již plnou čarou ale až od bodu D.
14. Určíme průsečnici rovin 7 a 8. Stopy rovin 7 a 8 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $7|8$ .
15. Sestrojíme průsečík E přímek  $8|5$  a  $7|8$ .
16. Podle věty 3 bude z bodu E vycházet průsečnice  $5|7$ . Určíme tedy průsečnici rovin 5 a 7. Stopy rovin 5 a 7 jsou rovnoběžné, proto sestrojíme osu pásu jejich stop. (Použili jsme větu 1.)
17. Určíme průsečnici rovin 6 a 7. Stopy rovin 6 a 7 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $6|7$ .

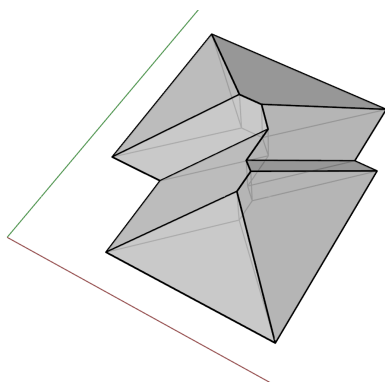
18. Sestrojíme průsečík F přímkou  $5|7$  a  $6|7$ .
19. Podle věty 3 bude z bodu F vycházet průsečnice  $5|6$ . Určíme tedy průsečnici rovin 5 a 6. Stopy rovin 5 a 6 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.)

Na obrázku 2.22 je zobrazen vyřešený půdorys zadané střechy.



Obrázek 2.22: Řešení příkladu 5

Zadanou střechu v perspektivě vidíme na obrázku 2.23a. Letecký pohled na střechu domu, podle které vznikl tento příklad, vidíme na obrázku 2.23b. ■



(a) perspektiva

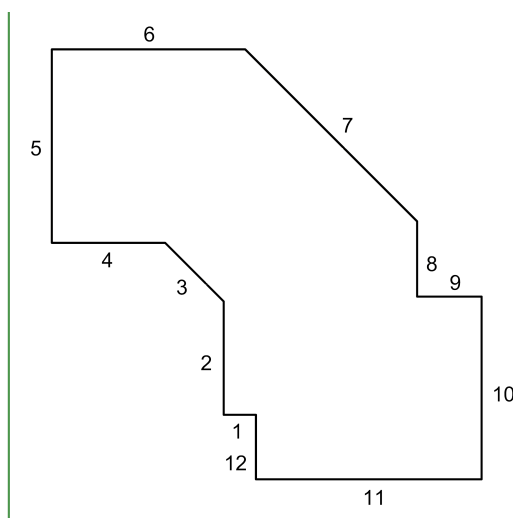


(b) letecký pohled, zdroj: [57]

Obrázek 2.23: Střecha nad půdorysem dvou překrývajících se obdélníků (vhodné řešení)

V tuto chvíli máme již dostatečný aparát na vyřešení většiny půdorysů sklonitých střech bez zastavených částí. Další příklady by měly sloužit hlavně k procvičení a ověření získaných znalostí.

**Příklad 6.** Vyřešte půdorys střechy, který je na obrázku 2.24.



Obrázek 2.24: Zadání příkladu 6

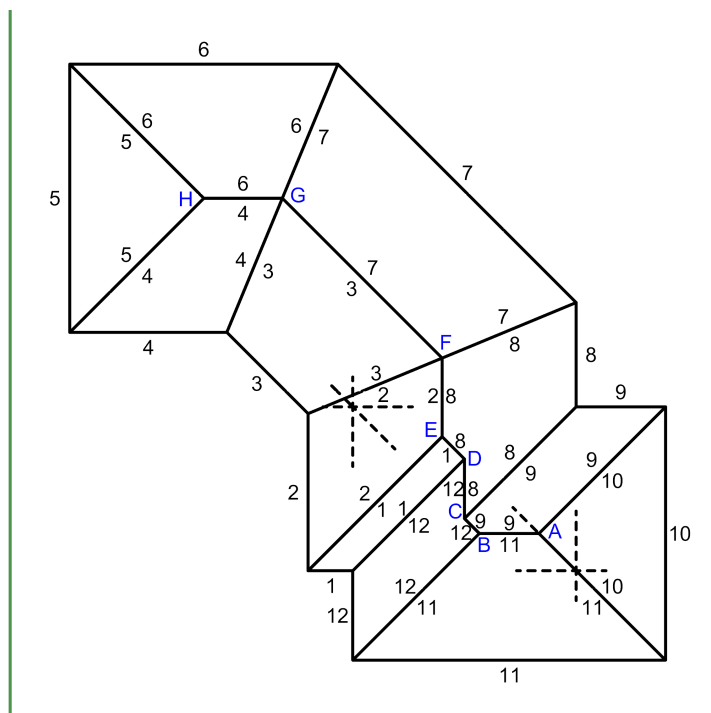
**Řešení:**

1. Určíme průsečnici rovin 9 a 10. Stopy rovin 9 a 10 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $9|10$ .
2. Určíme průsečnici rovin 11 a 10. Stopy rovin 11 a 10 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $11|10$ .
3. Sestrojíme průsečík A přímek  $9|10$  a  $11|10$ .
4. Podle věty 3 bude z bodu A vycházet průsečnice  $9|11$ . Určíme tedy průsečnici rovin 9 a 11. Stopy rovin 9 a 11 jsou rovnoběžné, proto sestrojíme osu pásu jejich stop. (Použili jsme větu 1.)
5. Určíme průsečnici rovin 12 a 11. Stopy rovin 12 a 11 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $12|11$ .
6. Sestrojíme průsečík B přímek  $9|11$  a  $12|11$ .
7. Podle věty 3 bude z bodu B vycházet průsečnice  $9|12$ . Určíme tedy průsečnici rovin 9 a 12. Stopy rovin 9 a 12 jsou různoběžné. Podle věty 2 potřebujeme sestrotit osu úhlu jejich stop. Protože se stopy rovin 9 a 12 neprotínají, prodloužíme jejich stopy pomocnou čárkovanou čarou. Průsečnici  $9|12$  rýsujeme plnou čarou od bodu B.
8. Určíme průsečnici rovin 8 a 9. Stopy rovin 8 a 9 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $8|9$ .
9. Sestrojíme průsečík C přímek  $9|12$  a  $8|9$ .

10. Podle věty 3 bude z bodu C vycházet průsečnice  $12|8$ . Určíme tedy průsečnici rovin 12 a 8. Stopy rovin 12 a 8 jsou rovnoběžné, proto sestrojíme osu pásu jejich stop. (Použili jsme větu 1.)
11. Určíme průsečnici rovin 1 a 12. Stopy rovin 1 a 12 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $1|12$ .
12. Sestrojíme průsečík D přímek  $12|8$  a  $1|12$ .
13. Podle věty 3 bude z bodu D vycházet průsečnice  $8|1$ . Určíme tedy průsečnici rovin 8 a 1. Stopy rovin 8 a 1 jsou různoběžné. Podle věty 2 potřebujeme sestrotit osu úhlu jejich stop. Protože se stopy rovin 8 a 1 neprotínají, prodloužíme jejich stopy pomocnou čárkovanou čarou. Průsečnici  $8|1$  rýsuje již plnou čarou ale až od bodu D.
14. Určíme průsečnici rovin 2 a 1. Stopy rovin 2 a 1 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $2|1$ .
15. Sestrojíme průsečík E přímek  $8|1$  a  $2|1$ .
16. Podle věty 3 bude z bodu E vycházet průsečnice  $8|2$ . Určíme tedy průsečnici rovin 8 a 2. Stopy rovin 8 a 2 jsou rovnoběžné, proto sestrojíme osu pásu jejich stop. (Použili jsme větu 1.)
17. Určíme průsečnici rovin 3 a 2. Stopy rovin 3 a 2 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $3|2$ .
18. Určíme průsečnici rovin 7 a 8. Stopy rovin 7 a 8 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $7|8$ .
19. Sestrojíme průsečík F přímek  $8|2$ ,  $3|2$  a  $7|8$ .
20. Podle věty 3 bude z bodu F vycházet průsečnice  $3|7$ . Určíme tedy průsečnici rovin 3 a 7. Stopy rovin 3 a 7 jsou rovnoběžné, proto sestrojíme osu pásu jejich stop. (Použili jsme větu 1.)
21. Určíme průsečnici rovin 4 a 3. Stopy rovin 4 a 3 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $4|3$ .
22. Určíme průsečnici rovin 6 a 7. Stopy rovin 6 a 7 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $6|7$ .
23. Sestrojíme průsečík G přímek  $3|7$ ,  $4|3$  a  $6|7$ .
24. Podle věty 3 bude z bodu G vycházet průsečnice  $4|6$ . Určíme tedy průsečnici rovin 4 a 6. Stopy rovin 4 a 6 jsou rovnoběžné, proto sestrojíme osu pásu jejich stop. (Použili jsme větu 1.)

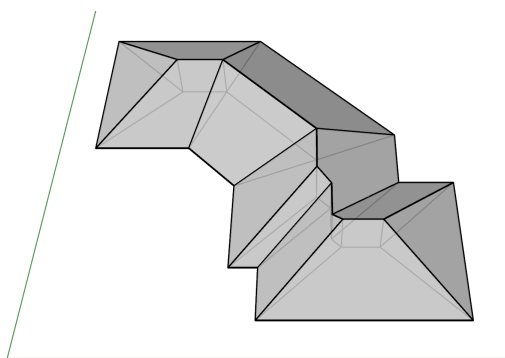
25. Určíme průsečnici rovin 5 a 4. Stopy rovin 5 a 4 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $5|4$ .
26. Sestrojíme průsečík H přímkou  $4|6$  a  $5|4$ .
27. Podle věty 3 bude z bodu H vycházet průsečnice  $6|5$ . Určíme tedy průsečnici rovin 6 a 5. Stopy rovin 6 a 5 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.)

Na obrázku 2.25 je zobrazen vyřešený půdorys zadané střechy.



Obrázek 2.25: Řešení příkladu 6

Zadanou střechu v perspektivě vidíme na obrázku 2.26a. Letecký pohled na střechu domu, podle které vznikl tento příklad, vidíme na obrázku 2.26b. ■



(a) perspektiva

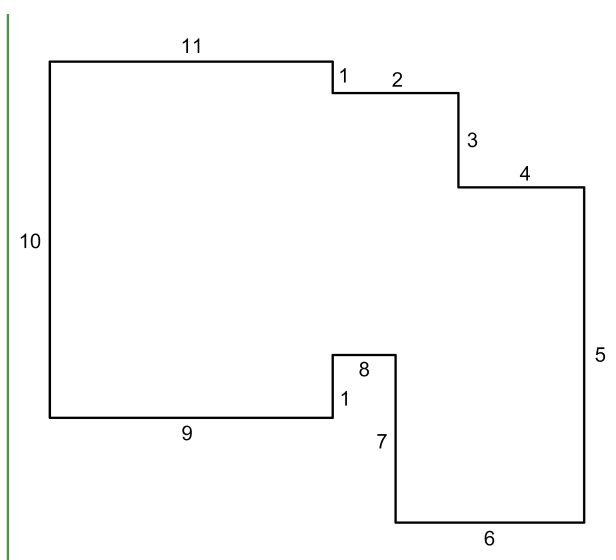


(b) letecký pohled, zdroj: [58]

Obrázek 2.26: Střecha z příkladu 6



**Příklad 7.** Vyřešte půdorys střechy, který je na obrázku 2.27.



Obrázek 2.27: Zadání příkladu 7

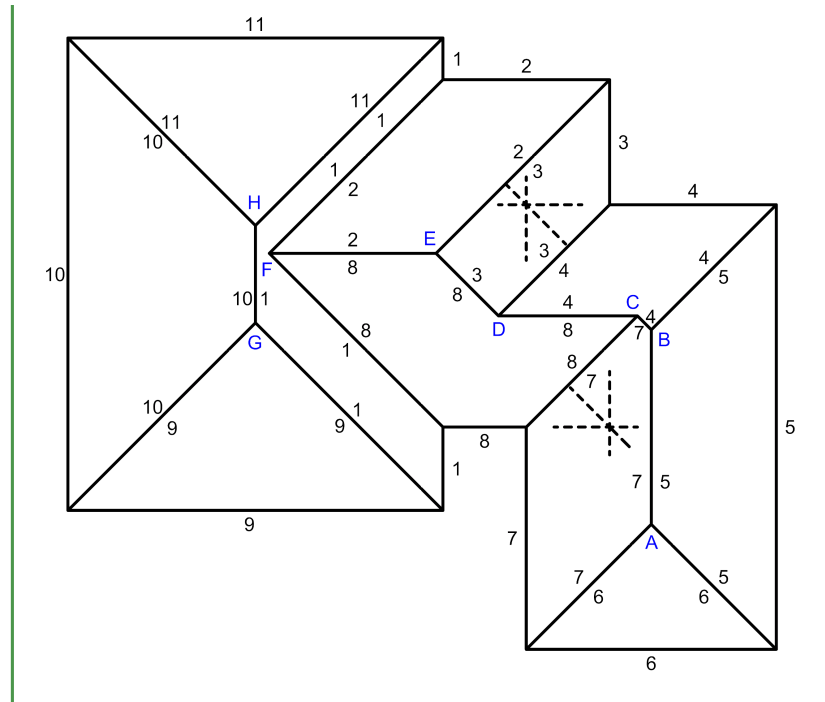
**Řešení:**

1. Určíme průsečnici rovin 7 a 6. Stopy rovin 7 a 6 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $7|6$ .
2. Určíme průsečnici rovin 6 a 5. Stopy rovin 6 a 5 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $6|5$ .
3. Sestrojíme průsečík A přímek  $7|6$  a  $6|5$ .
4. Podle věty 3 bude z bodu A vycházet průsečnice  $7|5$ . Určíme tedy průsečnici rovin 7 a 5. Stopy rovin 7 a 5 jsou rovnoběžné, proto sestrojíme osu pásu jejich stop. (Použili jsme větu 1.)
5. Určíme průsečnici rovin 4 a 5. Stopy rovin 4 a 5 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $4|5$ .
6. Sestrojíme průsečík B přímek  $7|5$  a  $4|5$ .
7. Podle věty 3 bude z bodu B vycházet průsečnice  $7|4$ . Určíme tedy průsečnici rovin 7 a 4. Stopy rovin 7 a 4 jsou různoběžné. Podle věty 2 potřebujeme sestrotit osu úhlu jejich stop. Protože se stopy rovin 7 a 4 neprotínají, prodloužíme jejich stopy pomocnou čárkovanou čarou. Průsečnici  $7|4$  rýsuje plnou čarou od bodu B.
8. Určíme průsečnici rovin 8 a 7. Stopy rovin 8 a 7 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $8|7$ .

9. Sestrojíme průsečík C přímek  $7|4$  a  $8|7$ .
10. Podle věty 3 bude z bodu C vycházet průsečnice  $4|8$ . Určíme tedy průsečnici rovin 4 a 8. Stopy rovin 4 a 8 jsou rovnoběžné, proto sestrojíme osu pásu jejich stop. (Použili jsme větu 1.)
11. Určíme průsečnici rovin 3 a 4. Stopy rovin 3 a 4 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $3|4$ .
12. Sestrojíme průsečík D přímek  $4|8$  a  $3|4$ .
13. Podle věty 3 bude z bodu D vycházet průsečnice  $8|3$ . Určíme tedy průsečnici rovin 8 a 3. Stopy rovin 8 a 3 jsou různoběžné. Podle věty 2 potřebujeme sestrojit osu úhlu jejich stop. Protože se stopy rovin 8 a 3 neprotínají, prodloužíme jejich stopy pomocnou čárkovanou čarou. Průsečnici  $8|3$  rýsujeme již plnou čarou ale až od bodu D.
14. Určíme průsečnici rovin 2 a 3. Stopy rovin 2 a 3 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $2|3$ .
15. Sestrojíme průsečík E přímek  $8|3$  a  $2|3$ .
16. Podle věty 3 bude z bodu E vycházet průsečnice  $8|2$ . Určíme tedy průsečnici rovin 8 a 2. Stopy rovin 8 a 2 jsou rovnoběžné, proto sestrojíme osu pásu jejich stop. (Použili jsme větu 1.)
17. Určíme průsečnici rovin 1 a 2. Stopy rovin 1 a 2 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $1|2$ .
18. Určíme průsečnici rovin 1 a 8. Stopy rovin 1 a 8 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $1|8$ .
19. Sestrojíme průsečík F přímek  $8|2$ ,  $1|2$  a  $1|8$ . Máme zadaná různě široká křídla, proto hřeben  $8|2$  bude v jiné výšce než hřeben v západním křídle. Tím pádem už z bodu F nevychází žádná další průsečnice rovin.
20. Určíme průsečnici rovin 10 a 9. Stopy rovin 10 a 9 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $10|9$ .
21. Určíme průsečnici rovin 9 a 1. Stopy rovin 9 a 1 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $9|1$ .
22. Sestrojíme průsečík G přímek  $10|9$  a  $9|1$ .
23. Podle věty 3 bude z bodu G vycházet průsečnice  $10|1$ . Určíme tedy průsečnici rovin 10 a 1. Stopy rovin 10 a 1 jsou rovnoběžné, proto sestrojíme osu pásu jejich stop. (Použili jsme větu 1.)

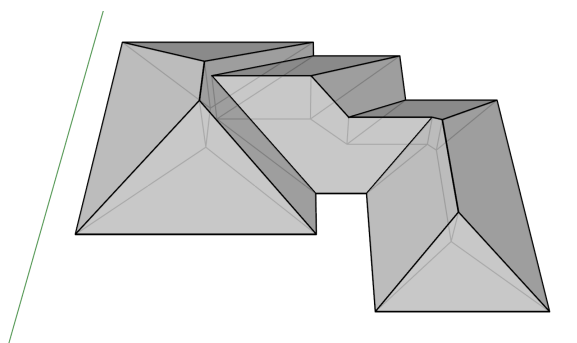
24. Určíme průsečnici rovin 10 a 11. Stopy rovin 10 a 11 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $10|11$ .
25. Sestrojíme průsečík H přímek  $10|1$  a  $10|11$ .
26. Podle věty 3 bude z bodu H vycházet průsečnice  $1|11$ . Určíme tedy průsečnici rovin 1 a 11. Stopy rovin 1 a 11 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.)

Na obrázku 2.28 je zobrazen vyřešený půdorys zadané střechy.



Obrázek 2.28: Řešení příkladu 7

Zadanou střechu v perspektivě vidíme na obrázku 2.29a. Letecký pohled na střechu domu, podle které vznikl tento příklad, vidíme na obrázku 2.29b. ■



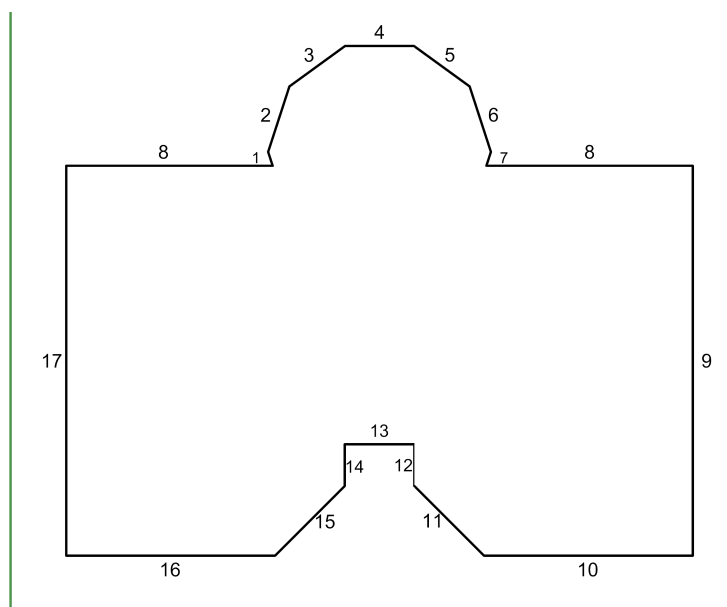
(a) perspektiva



(b) letecký pohled, zdroj: [59]

Obrázek 2.29: Střecha z příkladu 7

**Příklad 8.** Vyřešte půdorys střechy, který je na obrázku 2.30.



Obrázek 2.30: Zadání příkladu 8

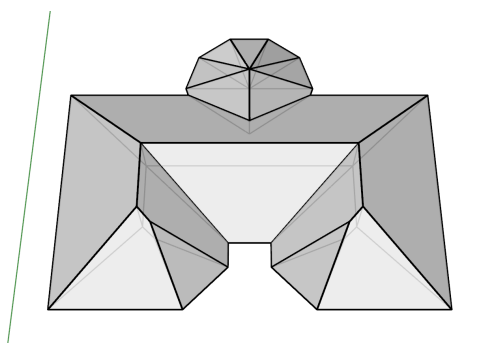
**Řešení:**

1. Určíme průsečnici rovin 16 a 15. Stopy rovin 16 a 15 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $16|15$ .
2. Určíme průsečnici rovin 15 a 14. Stopy rovin 15 a 14 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $15|14$ .
3. Sestrojíme průsečík A přímek  $16|15$  a  $15|14$ .
4. Podle věty 3 bude z bodu A vycházet průsečnice  $16|14$ . Určíme tedy průsečnici rovin 16 a 14. Stopy rovin 16 a 14 jsou různoběžné. Podle věty 2 potřebujeme sestrojít osu úhlu jejich stop. Protože se stopy rovin 16 a 14 neprotínají, prodloužíme jejich stopy pomocnou čárkovanou čarou. Průsečnici  $16|14$  rýsuje již plnou čarou ale až od bodu A.
5. Určíme průsečnici rovin 17 a 16. Stopy rovin 17 a 16 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $17|16$ .
6. Sestrojíme průsečík B přímek  $16|14$  a  $17|16$ .
7. Podle věty 3 bude z bodu B vycházet průsečnice  $14|17$ . Určíme tedy průsečnici rovin 14 a 17. Stopy rovin 14 a 17 jsou rovnoběžné, proto sestrojíme osu pásu jejich stop. (Použili jsme větu 1.)
8. Určíme průsečnici rovin 17 a 8. Stopy rovin 17 a 8 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $17|8$ .

9. Určíme průsečnici rovin 14 a 13. Stopy rovin 14 a 13 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $14|13$ .
10. Sestrojíme průsečík C přímek  $14|17$ ,  $17|8$  a  $14|13$ .
11. Podle věty 3 bude z bodu C vycházet průsečnice  $8|13$ . Určíme tedy průsečnici rovin 8 a 13. Stopy rovin 8 a 13 jsou rovnoběžné, proto sestrojíme osu pásu jejich stop. (Použili jsme větu 1.)
12. Určíme průsečnici rovin 13 a 12. Stopy rovin 13 a 12 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $13|12$ .
13. Určíme průsečnici rovin 8 a 9. Stopy rovin 8 a 9 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $8|9$ .
14. Sestrojíme průsečík D přímek  $8|13$ ,  $13|12$  a  $8|9$ .
15. Podle věty 3 bude z bodu D vycházet průsečnice  $12|9$ . Určíme tedy průsečnici rovin 12 a 9. Stopy rovin 12 a 9 jsou rovnoběžné, proto sestrojíme osu pásu jejich stop. (Použili jsme větu 1.)
16. Určíme průsečnici rovin 10 a 9. Stopy rovin 10 a 9 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $10|9$ .
17. Sestrojíme průsečík E přímek  $12|9$  a  $10|9$ .
18. Podle věty 3 bude z bodu E vycházet průsečnice  $12|10$ . Určíme tedy průsečnici rovin 12 a 10. Stopy rovin 12 a 10 jsou různoběžné. Podle věty 2 potřebujeme sestrojít osu úhlu jejich stop. Protože se stopy rovin 12 a 10 neprotínají, prodloužíme jejich stopy pomocnou čárkovanou čarou. Průsečnici  $12|10$  rýsujeme plnou čarou od bodu E.
19. Určíme průsečnici rovin 11 a 10. Stopy rovin 11 a 10 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $11|10$ .
20. Sestrojíme průsečík F přímek  $12|10$  a  $11|10$ .
21. Podle věty 3 bude z bodu F vycházet průsečnice  $12|11$ . Určíme tedy průsečnici rovin 12 a 11. Stopy rovin 12 a 11 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.)
22. Určíme průsečnici rovin 1 a 2. Stopy rovin 1 a 2 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $1|2$ .
23. Určíme průsečnici rovin 2 a 3. Stopy rovin 2 a 3 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $2|3$ .

24. Určíme průsečnici rovin 3 a 4. Stopy rovin 3 a 4 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $3|4$ .
25. Určíme průsečnici rovin 4 a 5. Stopy rovin 4 a 5 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $4|5$ .
26. Určíme průsečnici rovin 5 a 6. Stopy rovin 5 a 6 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $5|6$ .
27. Určíme průsečnici rovin 6 a 7. Stopy rovin 6 a 7 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $6|7$ .
28. Sestrojíme průsečík G přímek  $1|2$ ,  $2|3$ ,  $3|4$ ,  $4|5$ ,  $5|6$  a  $6|7$ .
29. Podle věty 3 bude z bodu G vycházet průsečnice  $1|7$ . Určíme tedy průsečnici rovin 1 a 7. Stopy rovin 1 a 7 jsou různoběžné. Podle věty 2 potřebujeme sestrotit osu úhlu jejich stop. Protože se stopy rovin 1 a 7 neprotínají, prodloužíme jejich stopy pomocnou čárkovanou čarou. Průsečnici  $1|7$  rýsujeme plnou čarou od bodu G.
30. Určíme průsečnici rovin 8 a 1. Stopy rovin 8 a 1 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $8|1$ .
31. Určíme průsečnici rovin 7 a 8. Stopy rovin 7 a 8 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $7|8$ .
32. Sestrojíme průsečík H přímek  $1|7$ ,  $8|1$  a  $7|8$ . Máme zadaná různě široká křídla, proto hřeben  $1|7$  bude v jiné výšce než hřeben v hlavním křídle. Tím pádem už z bodu H nevychází žádná další průsečnice rovin.

Na níže uvedeném obrázku 2.32 je zobrazen vyřešený půdorys zadané střechy. Zadanou střechu v perspektivě vidíme na obrázku 2.31a. Letecký pohled na střechu domu, podle které vznikl tento příklad, vidíme na obrázku 2.31b. ■

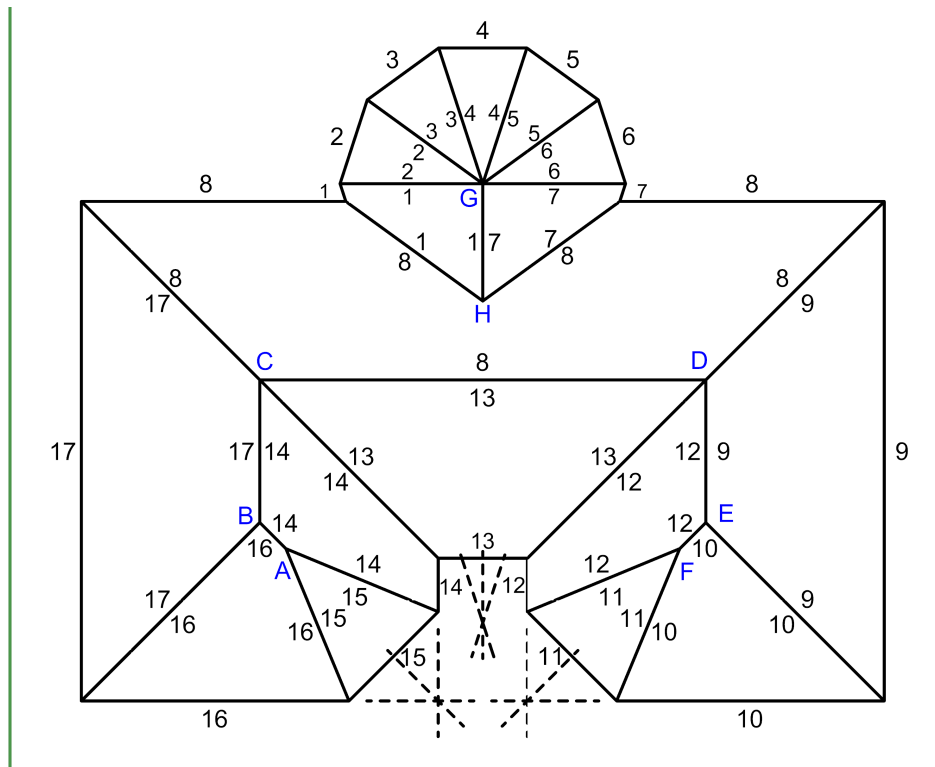


(a) perspektiva



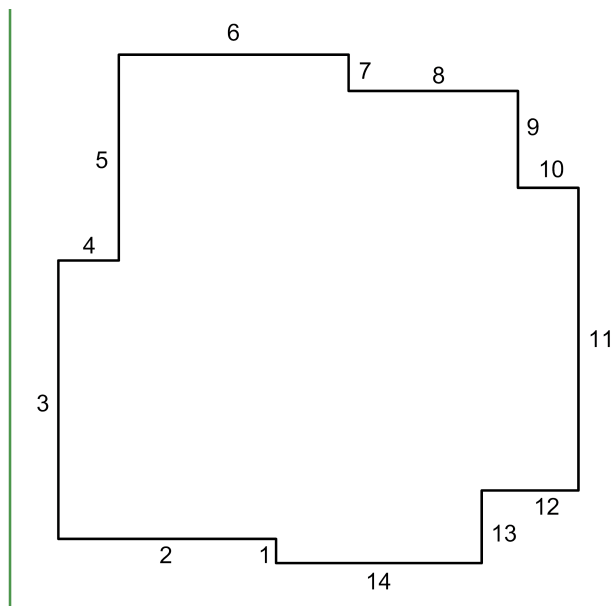
(b) letecký pohled, zdroj: [60]

Obrázek 2.31: Střecha z příkladu 8



Obrázek 2.32: Řešení příkladu 8

**Příklad 9.** Vyřešte půdorys střechy, který je na obrázku 2.33.



Obrázek 2.33: Zadání příkladu 9

**Řešení:**

1. Určíme průsečnici rovin 1 a 14. Stopy rovin 1 a 14 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $1|14$ .

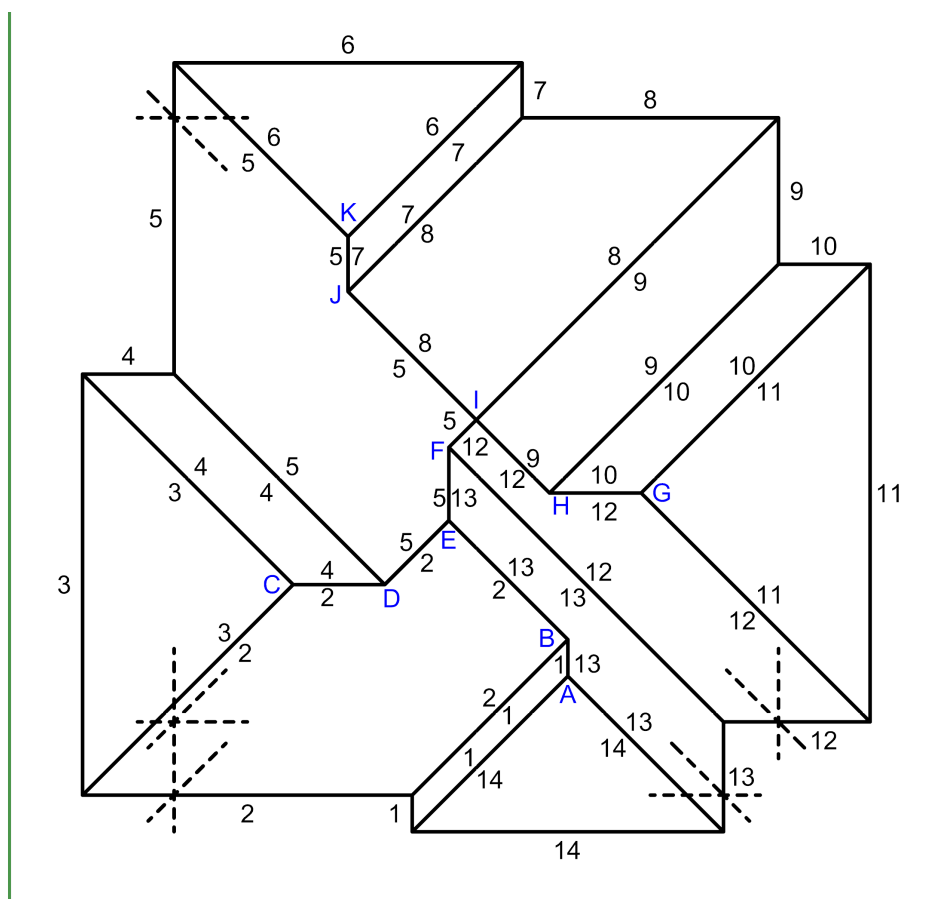
2. Určíme průsečnici rovin 14 a 13. Stopy rovin 14 a 13 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $14|13$ .
3. Sestrojíme průsečík A přímek  $1|14$  a  $14|13$ .
4. Podle věty 3 bude z bodu A vycházet průsečnice  $1|13$ . Určíme tedy průsečnici rovin 1 a 13. Stopy rovin 1 a 13 jsou rovnoběžné, proto sestrojíme osu pásu jejich stop. (Použili jsme větu 1.)
5. Určíme průsečnici rovin 1 a 2. Stopy rovin 1 a 2 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $1|2$ .
6. Sestrojíme průsečík B přímek  $1|13$  a  $1|2$ .
7. Podle věty 3 bude z bodu B vycházet průsečnice  $13|2$ . Určíme tedy průsečnici rovin 13 a 2. Stopy rovin 13 a 2 jsou různoběžné. Podle věty 2 potřebujeme sestrotit osu úhlu jejich stop. Protože se stopy rovin 13 a 2 neprotínají, prodloužíme stopu roviny 2 pomocnou čárkovanou čarou. Průsečnici  $13|2$  rýsuje již plnou čarou ale až od bodu B.
8. Určíme průsečnici rovin 3 a 2. Stopy rovin 3 a 2 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $3|2$ .
9. Určíme průsečnici rovin 3 a 4. Stopy rovin 3 a 4 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $3|4$ .
10. Sestrojíme průsečík C přímek  $3|2$  a  $3|4$ .
11. Podle věty 3 bude z bodu C vycházet průsečnice  $2|4$ . Určíme tedy průsečnici rovin 2 a 4. Stopy rovin 2 a 4 jsou rovnoběžné, proto sestrojíme osu pásu jejich stop. (Použili jsme větu 1.)
12. Určíme průsečnici rovin 4 a 5. Stopy rovin 4 a 5 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $4|5$ .
13. Sestrojíme průsečík D přímek  $2|4$  a  $4|5$ .
14. Podle věty 3 bude z bodu D vycházet průsečnice  $2|5$ . Určíme tedy průsečnici rovin 2 a 5. Stopy rovin 2 a 5 jsou různoběžné. Podle věty 2 potřebujeme sestrotit osu úhlu jejich stop. Protože se stopy rovin 2 a 5 neprotínají, prodloužíme stopu roviny 5 pomocnou čárkovanou čarou. Průsečnici  $2|5$  rýsuje již plnou čarou ale až od bodu D.
15. Sestrojíme průsečík E přímek  $13|2$  a  $2|5$ .
16. Podle věty 3 bude z bodu E vycházet průsečnice  $13|5$ . Určíme tedy průsečnici rovin 13 a 5. Stopy rovin 13 a 5 jsou rovnoběžné, proto sestrojíme osu pásu jejich stop. (Použili jsme větu 1.)



17. Určíme průsečnici rovin 13 a 12. Stopy rovin 13 a 12 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $13|12$ .
18. Sestrojíme průsečík F přímek  $13|5$  a  $13|12$ .
19. Podle věty 3 bude z bodu F vycházet průsečnice  $5|12$ . Určíme tedy průsečnici rovin 5 a 12. Stopy rovin 5 a 12 jsou různoběžné. Podle věty 2 potřebujeme sestrotit osu úhlu jejich stop. Protože se stopy rovin 5 a 12 neprotínají, prodloužíme jejich stopy pomocnou čárkovanou čarou. Průsečnici  $5|12$  rýsuje již plnou čarou ale až od bodu F.
20. Určíme průsečnici rovin 12 a 11. Stopy rovin 12 a 11 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $12|11$ .
21. Určíme průsečnici rovin 10 a 11. Stopy rovin 10 a 11 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $10|11$ .
22. Sestrojíme průsečík G přímek  $12|11$  a  $10|11$ .
23. Podle věty 3 bude z bodu G vycházet průsečnice  $12|10$ . Určíme tedy průsečnici rovin 12 a 10. Stopy rovin 12 a 10 jsou rovnoběžné, proto sestrojíme osu pásu jejich stop. (Použili jsme větu 1.)
24. Určíme průsečnici rovin 9 a 10. Stopy rovin 9 a 10 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $9|10$ .
25. Sestrojíme průsečík H přímek  $12|10$  a  $9|10$ .
26. Podle věty 3 bude z bodu H vycházet průsečnice  $12|9$ . Určíme tedy průsečnici rovin 12 a 9. Stopy rovin 12 a 9 jsou různoběžné. Podle věty 2 potřebujeme sestrotit osu úhlu jejich stop. Protože se stopy rovin 12 a 9 neprotínají, prodloužíme stopu roviny 9 pomocnou čárkovanou čarou. Průsečnici  $12|9$  rýsuje již plnou čarou ale až od bodu H.
27. Určíme průsečnici rovin 8 a 9. Stopy rovin 8 a 9 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $8|9$ .
28. Sestrojíme průsečík I přímek  $5|12$ ,  $12|9$  a  $8|9$ .
29. Podle věty 3 bude z bodu I vycházet průsečnice  $5|8$ . Určíme tedy průsečnici rovin 5 a 8. Stopy rovin 5 a 8 jsou různoběžné. Podle věty 2 potřebujeme sestrotit osu úhlu jejich stop. Protože se stopy rovin 5 a 8 neprotínají, prodloužíme stopu roviny 8 pomocnou čárkovanou čarou. Průsečnici  $5|8$  rýsuje plnou čarou od bodu I.
30. Určíme průsečnici rovin 7 a 8. Stopy rovin 7 a 8 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme  $7|8$ .

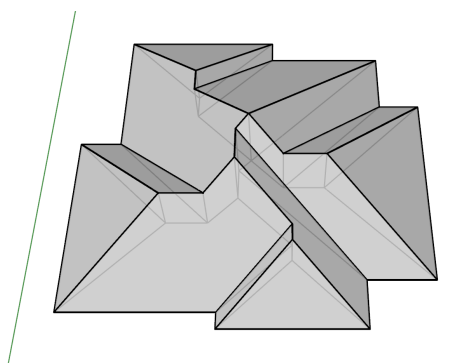
31. Sestrojíme průsečík J přímkou 5|8 a 7|8.
32. Podle věty 3 bude z bodu J vycházet průsečnice 5|7. Určíme tedy průsečnici rovin 5 a 7. Stopy rovin 5 a 7 jsou rovnoběžné, proto sestrojíme osu pásu jejich stop. (Použili jsme větu 1.)
33. Určíme průsečnici rovin 6 a 7. Stopy rovin 6 a 7 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.) Vzniklou průsečnici označíme 6|7.
34. Sestrojíme průsečík K přímkou 5|7 a 6|7.
35. Podle věty 3 bude z bodu K vycházet průsečnice 5|6. Určíme tedy průsečnici rovin 5 a 6. Stopy rovin 5 a 6 jsou různoběžné, proto sestrojíme osu úhlu jejich stop. (Použili jsme větu 2.)

Na obrázku 2.34 je zobrazen vyřešený půdorys zadané střechy.



Obrázek 2.34: Řešení příkladu 9

Zadanou střechu v perspektivě vidíme na obrázku 2.35a. Letecký pohled na střechu domu, podle které vznikl tento příklad, vidíme na obrázku 2.35b. ■



(a) perspektiva



(b) letecký pohled, zdroj: [61]

Obrázek 2.35: Střecha z příkladu 9

## 2.1 Kruhový trénink se střechami aneb aktivita pro studenty

Tato skupinová aktivita vytváří prostor pro vzájemné učení a zajišťuje, aby se studenti aktivně podíleli na učebním procesu. Studenti si nejen procvičí teoretické řešení střech, ale také zjistí, zda u nich nedošlo k vytvoření miskonceptu.

Důležité je předem nastavit následující pravidla pro práci ve skupinách.

- Studenti si práci sami organizují, nespolehnají se na vedení učitele.
- Studenti se soustředí výhradně na zadanou aktivitu. Vyhýbají se irelevantním konverzacím.
- Studenti naslouchají jeden druhému. Nikdy se navzájem neshazují kvůli neznalosti.
- Pokud si student neví rady, nejprve požádá o pomoc spolužáky ve skupině. Až v krajním případě se může obrátit na učitele.

Jak bude tato aktivita probíhat? Učitel vytiskne níže uvedený pracovní list a rozstříhá ho na jednotlivé půdorysy. Studenty rozdělí do skupin po čtyřech a posadí je do kruhu.

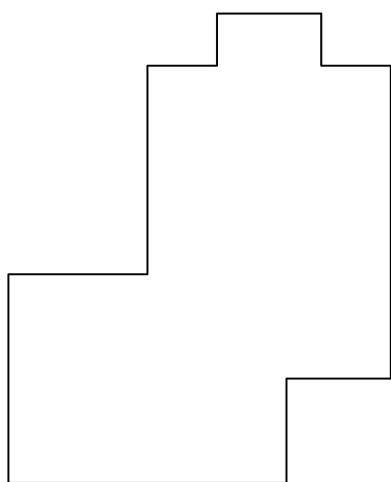
Každý student ve skupině dostane jeden ze čtyř půdorysů a sestrojí v něm vždy pouze první sběžiště. Poté, co všichni studenti v dané skupině sestrojí ve svém půdorysu první sběžiště, pošlou svůj půdorys po směru hodinových ručiček spolužákovi ve skupině.

Každý student dostane nový půdorys s již sestrojeným prvním sběžištěm a nejprve zkontroluje, zda předchozí student postupoval správně. Pokud student dojde k závěru, že první sběžiště není sestrojeno správně, zkontroluje postup s autorem chybného sběžiště a společně sběžiště opraví. Je nutné, aby studenti rýsovali pouze tužkou, aby bylo možné půdorys opravovat.

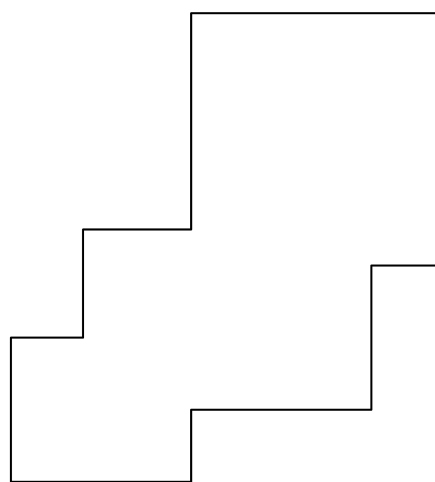
Teprve poté, co dojde ke kontrole a případné opravě prvních sběžišť, začnou studenti rýsovat druhá sběžiště. Půdorysy ve skupině rotují, dokud nejsou zcela vyřešeny. V každém půdorysu je celkem osm sběžišť, proto každý půdorys rotuje sedmkrát, ke každému studentovi se dostane dvakrát.

Na závěr provedou studenti společnou kontrolu, zda narýsovali nejen všechna sběžiště, ale i všechny průsečnice a teprve poté vyřešené půdorysy odevzdají. Učitel zkontroluje, zda jsou půdorysy vyřešeny správně. Pokud nejsou, upozorní studenty na místa, kde udělali chybu a ti je opraví.

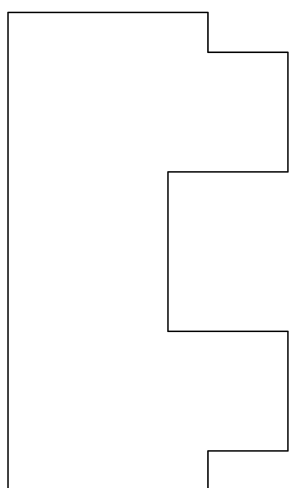
## Pracovní list pro studenty



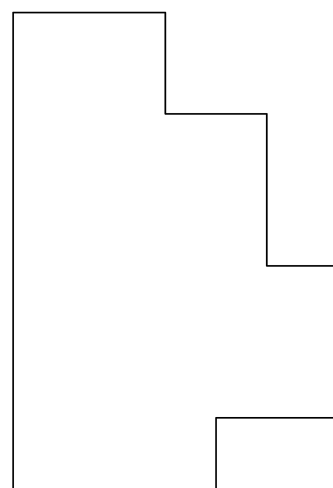
(a) Půdorys číslo 1



(b) Půdorys číslo 2



(c) Půdorys číslo 3

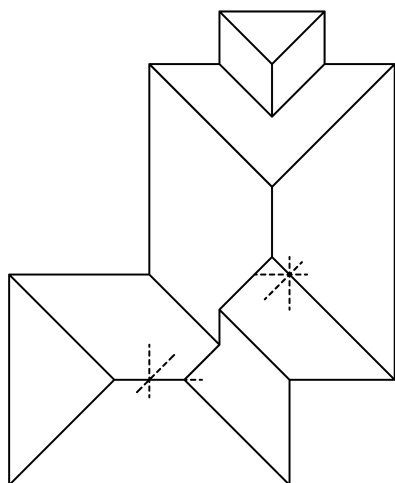


(d) Půdorys číslo 4

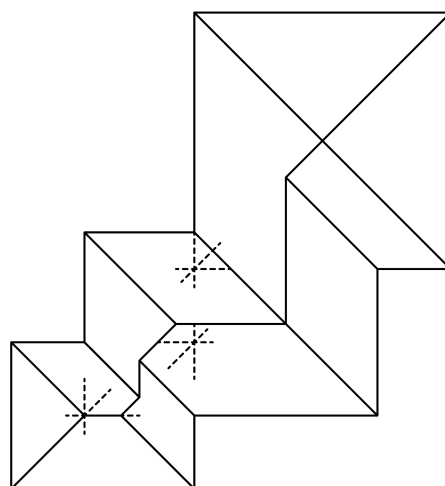
Aby byl zajištěn hladký průběh aktivity, je možné každému studentovi ve skupině přiřadit jednu z následujících rolí.

- Časoměřič sleduje čas a zajistí, že jeho skupina dokončí aktivitu v zadaném čase.
- Posouvač kontroluje, zda všichni členové v jeho skupině mají sběžiště sestavené a teprve poté vydává pokyn k přesunu půdorysů.
- Pozorovatel sleduje, zda všichni členové ve skupině pracují a dodržují stanovená pravidla práce ve skupině.
- Kontrolor hlídá, zda všichni členové, zvládají rýsovat jednotlivá sběžiště a zda nepotřebují pomoc.

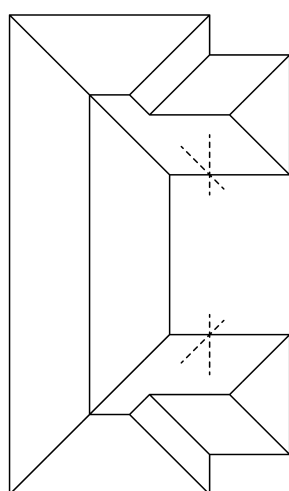
## Řešení pracovního listu pro studenty



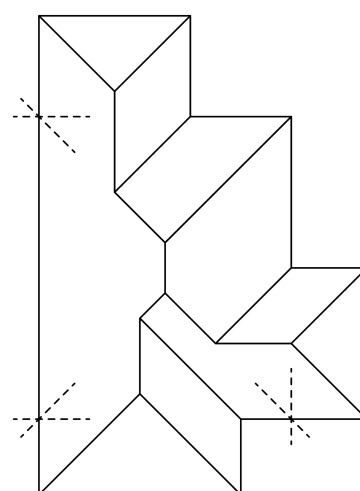
(a) Vyřešený půdorys číslo 1



(b) Vyřešený půdorys číslo 2



(c) Vyřešený půdorys číslo 3



(d) Vyřešený půdorys číslo 4

# Kapitola 3

## Geometrické plochy

Střechy nebývají pouze rovinné. Mnozí architekti nechávají pracovat svoji fantazii a navrhují střechy ve tvaru různých geometrických ploch.

Plochy můžeme dělit podle různých kritérií. Jedním kritériem dělení ploch je druh pohybu tvořící křivky. Vybereme tři základní pohyby tvořící křivky, a to translaci, rotaci a šroubový pohyb. Pomocí těchto pohybů vznikají plochy rotační, translační a šroubové. Tyto plochy se velmi často užívají ve stavební praxi, proto se jim budeme věnovat i my. Dalším kritériem dělení ploch je tvar tvořící křivky. Z tohoto pohledu se budeme zabývat pouze plochami, které vznikly pohybem křivky ve tvaru přímky, protože právě přímka je nejjednodušším stavebním prvkem. Tyto plochy se nazývají přímkovými. Následující text vychází z kapitoly 9 v knize [4].

### 3.1 Rotační plochy

Rotační plochy vznikají rotací tvořící křivky kolem osy rotace. Předpokládáme, že tvořící křivka nesplývá s osou rotace a neleží v rovině kolmé na osu rotace. Princip vzniku rotačních ploch je velmi jednoduchý, proto jsou tyto plochy využívány v architektuře již po staletí. Například rotundy se zastřešovaly rotační kuželovou plochou a mnohé kopule jsou ve tvaru rotačních ploch.

Každý bod tvořící křivky opisuje kružnici, která leží v rovině kolmé na osu rotace. Každá rotační plocha se tak skládá z množiny těchto kružnic, které nazýváme rovnoběžkovými kružnicemi. Řezy rotační plochy rovinami, ve kterých leží osa rotace, jsou shodné křivky, které nazýváme meridiány.

Rotace bodu o souřadnicích  $[x, y, z]$  kolem osy  $z$  je dána předpisem

$$\begin{aligned}x' &= x \cdot \cos u - y \cdot \sin u, \\y' &= x \cdot \sin u + y \cdot \cos u, \\z' &= z,\end{aligned}$$

kde  $u \in I \subset \langle 0; 2\pi \rangle$  je úhel rotace. My ale chceme vytvořit plochu, proto nebudeme rotovat pouze bod, ale celou křivku. Dosadíme-li za  $x$ ,  $y$  a  $z$  parametrické vyjádření tvořící křivky  $\mathbf{c}(v) = (c_1(v), c_2(v), c_3(v))$ ,  $v \in \mathbb{R}$ , dostaneme paramet-

rické vyjádření rotační plochy

$$\begin{aligned}x(u, v) &= c_1(v) \cdot \cos u - c_2(v) \cdot \sin u, \\y(u, v) &= c_1(v) \cdot \sin u + c_2(v) \cdot \cos u, \\z(u, v) &= c_3(v),\end{aligned}$$

kde  $u \in \langle 0; 2\pi \rangle$ ,  $v \in \mathbb{R}$ . Bude-li tvořící křivkou meridián  $\mathbf{m}(v) = (m_1(v), 0, m_3(v))$ ,  $v \in \mathbb{R}$  (tj. rovinná křivka ležící v rovině  $xz$  procházející osou rotace), parametrické vyjádření rotační plochy se zjednoduší na

$$\begin{aligned}x(u, v) &= m_1(v) \cdot \cos u, \\y(u, v) &= m_1(v) \cdot \sin u, \\z(u, v) &= m_3(v),\end{aligned}$$

kde  $u \in \langle 0; 2\pi \rangle$ ,  $v \in \mathbb{R}$ .

Rotační plochy můžeme dále třídit podle tvaru tvořící křivky. Vybereme tři základní tvary křivek, a to přímku, kružnici a kuželosečku. Pomocí rotace těchto křivek kolem osy vznikají přímkové rotační plochy, cyklické rotační plochy a rotační kvadriky. Uvedme si nyní několik zástupců těchto ploch.

## Přímkové rotační plochy

- Pokud je tvořící křivkou přímka rovnoběžná s osou rotace, vzniká rotační válcová plocha.
- Pokud je tvořící křivkou přímka protínající osu rotace, vzniká rotační kuželová plocha.
- Pokud je tvořící křivkou přímka mimoběžná s osou rotace, vzniká jednoduchý rotační hyperboloid.

Využití přímkových rotačních ploch ve stavební praxi vidíme na níže uvedeném obrázku 3.1.

## Cyklické rotační plochy

- Pokud je tvořící křivkou kružnice, jejíž rovina obsahuje osu rotace a osa rotace prochází středem kružnice, vzniká kulová plocha.
- Pokud je tvořící křivkou kružnice, jejíž rovina obsahuje osu rotace a osa rotace neprochází středem kružnice, vzniká anuloid.
- Pokud je tvořící křivkou kružnice, jejíž rovina je rovnoběžná s osou rotace a osa rotace neleží v rovině kružnice, vzniká globoid.

Využití cyklických rotačních ploch ve stavební praxi vidíme na níže uvedeném obrázku 3.2.



(a) Obvodové pláště galerie Bundeskunsthalle v Německu jsou ve tvaru rotační kuželové plochy. Zdroj: [62].



(b) Hotel Aspire Tower v Kataru byl postaven ve tvaru jednodílného rotačního hyperboloidu. Zdroj: [63].

Obrázek 3.1: Přímkové rotační plochy ve stavební praxi



(a) Průmyslová budova v Marche-en-Famenne v Belgii je tvořena částí anuloidu. Zdroj: [64].



(b) Biosphere je muzeum životního prostředí v Kanadě. Je tvořeno částí kulové plochy. Zdroj: [65].

Obrázek 3.2: Cyklické rotační plochy ve stavební praxi

## Rotační kvadriky

- Pokud je tvořící křivkou elipsa, kterou otáčíme kolem její hlavní osy, vzniká protáhlý elipsoid.
- Pokud je tvořící křivkou elipsa, kterou otáčíme kolem její vedlejší osy, vzniká zploštělý elipsoid.
- Pokud je tvořící křivkou parabola, kterou otáčíme kolem její osy, vzniká rotační paraboloid.
- Pokud je tvořící křivkou hyperbola, kterou otáčíme kolem její vedlejší osy, vzniká jednodílný rotační hyperboloid.
- Pokud je tvořící křivkou hyperbola, kterou otáčíme kolem její hlavní osy, vzniká dvojdílný rotační hyperboloid.

Využití rotačních kvadrik ve stavební praxi vidíme na obrázku 3.3.





(a) Obvodový plášť Zeissova planetária v Bochumi v Německu je tvořen částí rotačního paraboloidu. Zdroj: [66].



(b) Budovy Cornellovy univerzity v Kataru jsou ve tvaru protáhlého elipsoidu. Zdroj: [67].

Obrázek 3.3: Rotační kvadriky ve stavební praxi

## 3.2 Translační plochy

Translační plochy vznikají posunutím profilové křivky  $k$  podél řídicí křivky  $l$ . Není nutné vždy posouvat křivku  $k$  podél křivky  $l$ , pokud bychom naopak posouvali křivku  $l$  podél křivky  $k$ , dostaneme stejnou plochu. Jestliže  $\mathbf{k}(u) = (k_1(u), k_2(u), k_3(u))$ ,  $u \in \mathbb{R}$  je parametrické vyjádření profilové křivky a  $\mathbf{l}(v) = (l_1(v), l_2(v), l_3(v))$ ,  $v \in \mathbb{R}$  parametrické vyjádření řídicí křivky, potom parametrické vyjádření translační plochy je

$$\begin{aligned}x(u, v) &= k_1(u) + l_1(v), \\y(u, v) &= k_2(u) + l_2(v), \\z(u, v) &= k_3(u) + l_3(v),\end{aligned}$$

kde  $u \in \mathbb{R}$ ,  $v \in \mathbb{R}$ .



(a) Japonský pavilon na světové výstavě Expo 2000 měl nosnou konstrukci ve tvaru translační plochy. Zdroj: [68].

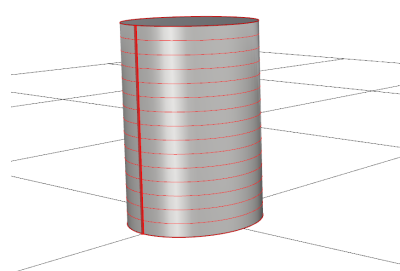


(b) Pavilon hrochů v zoologické zahradě v Berlíně má tvar translační plochy. Zdroj: [69].

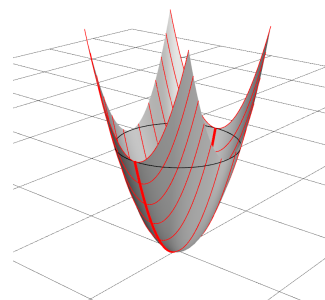
Obrázek 3.4: Translační plochy ve stavební praxi

Translační plochy jsou tvořeny množinou shodných profilových křivek a množinou shodných řídicích křivek. Proto jsou přímo předurčeny pro stavební praxi,

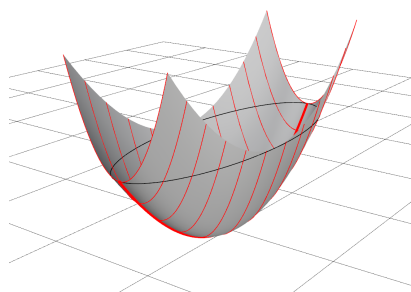
jelikož jednotlivé jejich části lze vyrábět sériově. Využití translačních ploch ve stavební praxi vidíme na výše uvedeném obrázku 3.4.



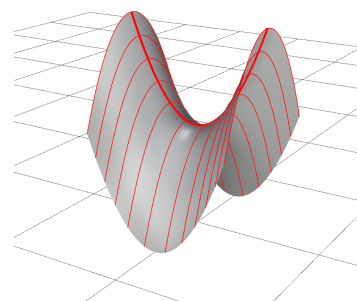
(a) Rotační válcová plocha



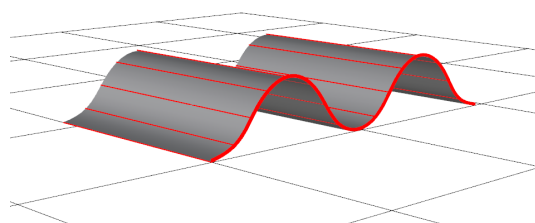
(b) Rotační paraboloid



(c) Eliptický paraboloid



(d) Hyperbolický paraboloid



(e) Vlnitý plech

Obrázek 3.5: Modely translačních ploch

Předpokládejme, že profilová a řídicí křivka leží v rovinách na sebe kolmých a uveďme si několik zástupců translačních ploch.

- Rotační válcová plocha nevzniká pouze rotací přímky, vzniká také posunem kružnice po přímce (viz obrázek 3.5a).
- Rotační paraboloid nevzniká pouze rotací paraboly, vzniká také posunem paraboly po parabole. Uvažujeme shodné paraboly, které jsou „otevřené“ ve stejném směru (viz obrázek 3.5b).
- Eliptický paraboloid vzniká posunem paraboly po parabole. Uvažujeme různé paraboly, které jsou „otevřené“ ve stejném směru (viz obrázek 3.5c).

- Hyperbolický paraboloid vzniká posunem paraboly po parabole. Uvažujeme shodné paraboly, které jsou „otevřené“ v různém směru (viz obrázek 3.5d).
- Vlnitý plech vzniká posunem přímky po křivce (viz obrázek 3.5e).

### 3.3 Šroubové plochy

Šroubový pohyb vzniká složením rotace kolem dané osy a posunem ve směru této osy. Šroubová plocha pak vzniká šroubovým pohybem libovolné křivky. Každý bod tvořící křivky opisuje křivku, kterou nazýváme šroubovice. Na šroubové ploše jsou tedy dvě základní množiny křivek, množina tvořících křivek a množina šroubovic. Průnikem šroubové plochy s rovinou obsahující osu je křivka zvaná meridián.

Šroubové plochy se ve stavebnictví mnohdy využívají jako schodiště. Často také spojují jednotlivá patra v poschodových garážích. Příklady využití šroubových ploch ve stavební praxi vidíme na obrázku 3.6.



(a) Mrakodrap Chicago Spire byl navržen španělským architektem Santiagem Calatravou. Jedná se o šroubovou plochu. Zdroj: [70].



(b) Norský ateliér Snøhetta navrhl střechu Grand Opera House v Šanghaji tak, aby přecházela v šroubové schodiště. Zdroj: [71].

Obrázek 3.6: Šroubové plochy ve stavební praxi

Šroubový pohyb bodu o souřadnicích  $[x, y, z]$  kolem osy  $z$  je dán předpisem

$$\begin{aligned}x' &= x \cdot \cos u - y \cdot \sin u, \\y' &= x \cdot \sin u + y \cdot \cos u, \\z' &= z + p \cdot u,\end{aligned}$$

kde  $u \in I \subset \mathbb{R}$  je úhel rotace a  $p \in \mathbb{R}$  je výška závitu. My chceme vytvořit plochu, proto šroubovému pohybu nepodrobíme pouze bod, ale celou křivku. Dosadíme-li za  $x$ ,  $y$  a  $z$  parametrické vyjádření tvořící křivky  $\mathbf{c}(v) = (c_1(v), c_2(v), c_3(v))$ ,  $v \in \mathbb{R}$ , dostaneme parametrické vyjádření šroubové plochy

$$\begin{aligned}x(u, v) &= c_1(v) \cdot \cos u - c_2(v) \cdot \sin u, \\y(u, v) &= c_1(v) \cdot \sin u + c_2(v) \cdot \cos u, \\z(u, v) &= c_3(v) + p \cdot u,\end{aligned}$$

kde  $u \in I \subset \mathbb{R}$ ,  $v \in \mathbb{R}$  a  $p \in \mathbb{R}$ . Bude-li tvořící křivkou meridián  $\mathbf{m}(v) = (m_1(v), 0, m_3(v))$ ,  $v \in \mathbb{R}$  (tj. rovinná křivka ležící v rovině  $xz$  procházející osou šroubového pohybu), parametrické vyjádření šroubové plochy se zjednoduší na

$$\begin{aligned}x(u, v) &= m_1(v) \cdot \cos u, \\y(u, v) &= m_1(v) \cdot \sin u, \\z(u, v) &= m_3(v) + p \cdot u,\end{aligned}$$

kde  $u \in I \subset \mathbb{R}$ ,  $v \in \mathbb{R}$  a  $p \in \mathbb{R}$ .

Šroubové plochy můžeme dále třídit podle tvaru tvořící křivky. Vybereme dva základní tvary křivek, a to přímku a kružnici. Šroubovým pohybem těchto křivek vznikají přímkové šroubové plochy a cyklické šroubové plochy. Uveďme si nyní několik zástupců těchto ploch.

### Přímkové šroubové plochy

- Pravoúhlá šroubová plocha vzniká šroubovým pohybem přímky, která je kolmá na osu.
- Vývrtková šroubová plocha vzniká šroubovým pohybem přímky, která není kolmá na osu.
- Plocha tečen šroubovice vzniká šroubovým pohybem tečny šroubovice.

### Cyklické šroubové plochy

- Vinutý sloupek vzniká šroubovým pohybem kružnice, která leží v rovině kolmé na osu.
- Osová cyklická plocha vzniká šroubovým pohybem kružnice, která leží v rovině osy.

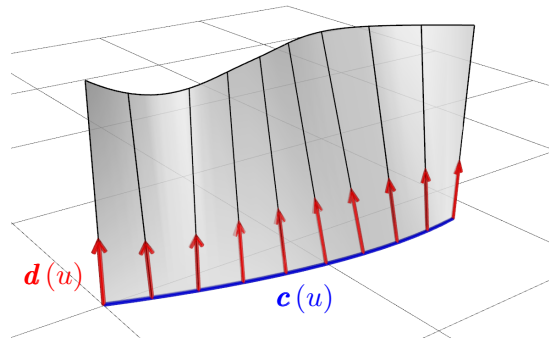
Nyní se budeme zabývat plochami, jejichž tvořící křivka je přímka (respektive její část) bez ohledu na pohyb.

## 3.4 Přímkové plochy

Přímkové plochy vznikají pohybem přímky. Tvořící přímky těchto ploch se nazývají površkami. Předpokládejme, že  $\mathbf{c}(u) = (c_1(u), c_2(u), c_3(u))$ ,  $u \in \mathbb{R}$  je parametrické vyjádření řídicí křivky, podél které se pohybuje tvořící přímka, jejíž spojitě se měnící směrový vektor označíme  $\mathbf{d}(u) = (d_1(u), d_2(u), d_3(u))$ ,  $u \in \mathbb{R}$  (viz obrázek 3.7). Potom parametrické vyjádření přímkové plochy je

$$\begin{aligned}x(u, v) &= c_1(u) + v \cdot d_1(u), \\y(u, v) &= c_2(u) + v \cdot d_2(u), \\z(u, v) &= c_3(u) + v \cdot d_3(u),\end{aligned}$$

kde  $u \in \mathbb{R}$ ,  $v \in \mathbb{R}$ .



Obrázek 3.7: Vznik přímkové plochy

Přímkové plochy jsou esteticky působivé a jejich konstrukce se dají poměrně snadno postavit, proto jsou ve stavební praxi hojně využívány. Navíc některé z nich mají výborné statické vlastnosti a malou spotřebu materiálu. Konstrukce ve tvaru hyperbolického paraboloidu se často využívá k zastřešení objektů s nepravidelným půdorysem, případně k zastřešení rozsáhlých staveb. Série konoidů zase mnohdy zastřešují průmyslové haly. Příklady využití přímkových ploch ve stavební praxi vidíme na obrázku 3.8.



(a) Železniční stanice Manchester Oxford Road v Anglii byla postavena ve tvaru tří konoidů. Zdroj: [72].



(b) Střechu svého domu v Raleigh si architekt Eduardo Catalano navrhl ve tvaru hyperbolického paraboloidu. Zdroj: [73].

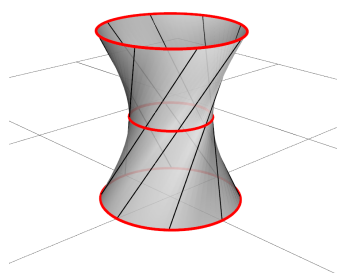
Obrázek 3.8: Přímkové plochy ve stavební praxi

Každá přímková plocha může být také určena třemi řídicími křivkami, případně plochami [5]. Uvedme si nyní několik zástupců přímkových ploch.

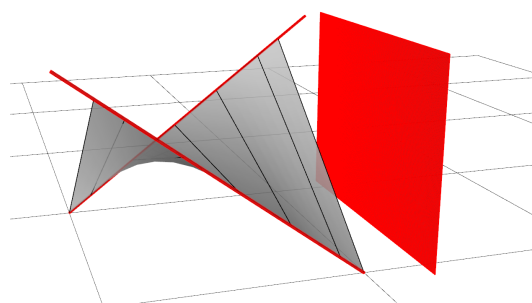
- Jednodílný rotační hyperboloid nevzniká pouze jako rotační plocha, může být také zadán třemi řídicími rovnoběžkovými kružnicemi. Hraniční rovnoběžkové kružnice mají větší poloměr než hrdelní kružnice (viz obrázek 3.9a).
- Hyperbolický paraboloid nevzniká pouze jako translační plocha, může být také určen dvěma řídicími mimoběžnými přímkami a řídicí rovinou. Tvořící přímky této plochy musí být s řídicí rovinou rovnoběžné (viz obrázek 3.9b).

(V technické praxi bývá hyperbolický paraboloid často zadán zborceným čtyřúhelníkem. Jedná se o čtyřúhelník, jehož vrcholy neleží v téže rovině.)

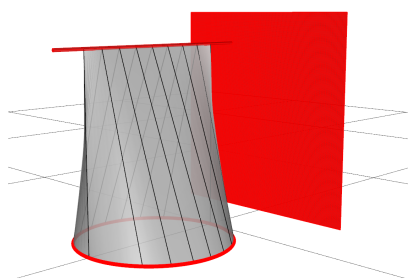
- Konoid je určen řídicí přímkou, libovolnou řídicí křivkou a řídicí rovinou. Tvořící přímky této plochy musí být s řídicí rovinou rovnoběžné (viz obrázek 3.9c).
- Konusoid je určen dvěma řídicími křivkami a jednou řídicí přímkou (viz obrázek 3.9d).



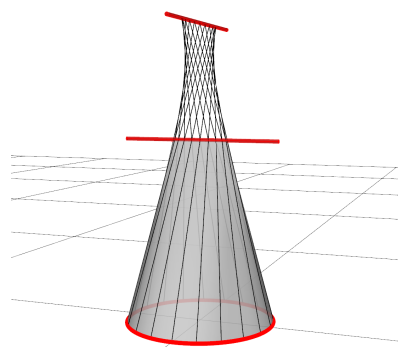
(a) Jednodílný rotační hyperboloid



(b) Hyperbolický paraboloid



(c) Konoid



(d) Konusoid

Obrázek 3.9: Modely přímkových ploch

# Kapitola 4

## Herbář střech v Česku a na Slovensku

Nejen ve světě, ale i u nás, vzniklo mnoho pozoruhodných staveb ve tvaru různých geometrických ploch. V řadě výukových materiálů o geometrických plochách jsou uvedeny jak české a slovenské stavby, tak stavby zahraniční. Zahraniční stavby ale mnohdy převažují. Právě proto je tato kapitola věnována Herbáři střech v Česku a na Slovensku.

Herbář střech v Česku a na Slovensku je přehledový soubor vybraných střech. Každé střеше v herbáři je věnována jedna karta, která obsahuje fotografii dané stavby, zjednodušený geometrický model její střechy, místo dané stavby, jméno jejího architekta, rok jejího vzniku, zařazení do skupiny geometrických ploch, určení geometrické plochy a nakonec jsou v kartě uvedeny zajímavosti o vybrané stavbě. Střechy v herbáři jsou systematicky seřazeny podle toho, do které skupiny geometrických ploch patří. Nejprve jsou uvedeny střechy ve tvaru rotačních ploch, poté translačních ploch, šroubových ploch a nakonec přímkových ploch.

Všechny fotografie staveb jsou převzaty z různých webových stránek. Zdroje, odkud fotografie pocházejí, jsou uvedeny na konci této diplomové práce v oddíle Literatura v sekci Obrázky. Číselné odkazy na zdroje v jednotlivých kartách uvedeny nejsou, aby nerušily jejich ráz.

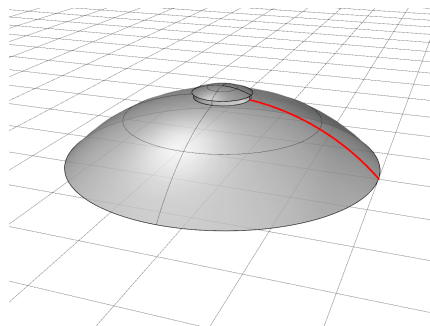
Modely staveb byly vytvořeny v 3D softwaru Rhinoceros 5.0. Vzhledem k tomu, že je velmi obtížné dohledat původní plány budov, nejsou modely vždy úplně přesné. Jejich hlavním cílem je danou stavbu zjednodušit a ukázat, z jakých geometrických ploch se skládá.

U informací o architektovi stavby, roku vzniku stavby a u zajímavostí o dané stavbě je vždy uveden číselný odkaz na zdroj, odkud jsou převzaty. Plnou bibliografickou citací všech zdrojů je pak možné dohledat v oddíle Literatura v sekci Knihy a webové stránky.

Některé geometrické plochy lze zařadit do více skupin. Například hyperbolický paraboloid lze zařadit do translačních ploch i do přímkových ploch. Můžeme ho totiž sestavit buď posunem paraboly po parabole za předpokladu, že jsou dané paraboly shodné a „otevřené“ v různém směru. Nebo ho lze sestavit jako přímkovou plochu, která je určena dvěma řídicími mimoběžnými přímkami a řídicí rovinou. Podle toho, jakým způsobem byl model stavby sestaven, je daná geometrická plocha zařazena do určité skupiny.

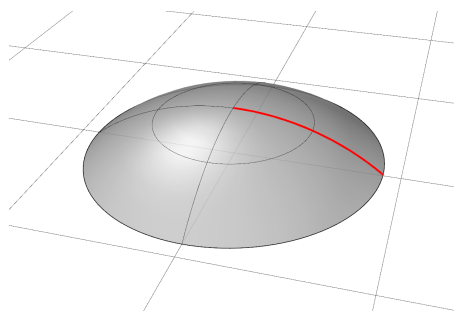
Nyní se již podívejme na samotný herbář.

### Pavilon Z, Brněnské výstaviště



Místo	Brno, ČR
Architekt	Zdeněk Denk, Ferdinand Lederer a Zdeněk Alexa [6]
Rok	1958-1959 [6]
Skupina	rotační plocha (viz podkapitola 3.1)
Plocha	kopule pavilonu je tvořena kulovým vrchlíkem
Zajímavost	Lederer navrhl velmi unikátní konstrukci z ocelových trubek a aby se ověřilo, zda tato konstrukce bude fungovat, byl nejprve jako prototyp pavilonu Z postaven pavilon Y [7]

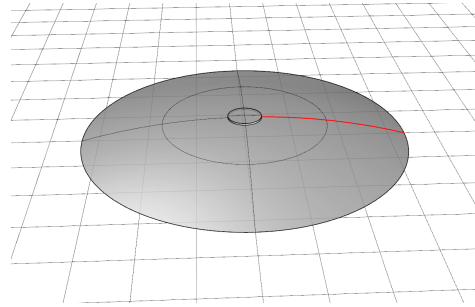
### VŠP, Aula Maxima



Místo	Nitra, SR
Architekt	Vladimír Dedeček a Rudolf Miňovský [8]
Rok	1961-1966 [8]
Skupina	rotační plocha (viz podkapitola 3.1)
Plocha	střecha auly je tvořena kulovým vrchlíkem
Zajímavost	Dedeček se původně kruhovému půdorysu zásadně vyhýbal, protože byl tehdy v módě a on nechtěl tento trend následovat [9]

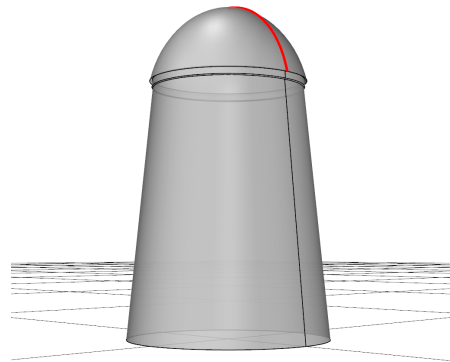


## O2 aréna



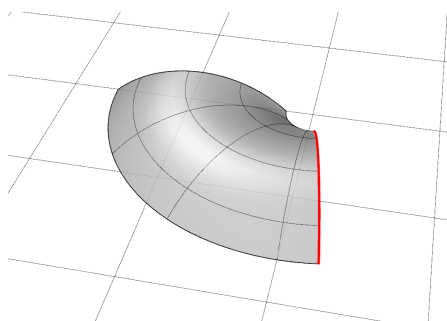
Místo	Praha, ČR
Architekt	Vladimír Vokatý, Martin Vokatý a Jiří Vít [10]
Rok	2002-2004 [10]
Skupina	rotační plocha (viz podkapitola 3.1)
Plocha	střecha O2 arény je tvořena kulovým vrchlíkem
Zajímavost	O2 aréna (dříve Sazka aréna) se stala jednou z příčin krachu loterijní společnosti Sazka [11]

## Větrný mlýn v Třebíči



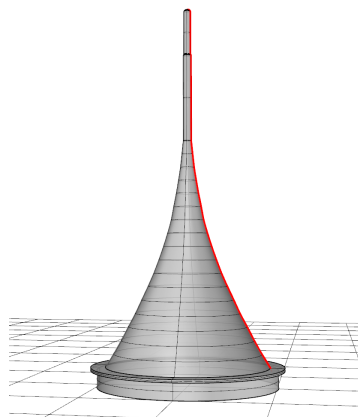
Místo	Třebíč, ČR
Architekt	Karel Budischowsky a František Budischowsky [12]
Rok	1836 [12]
Skupina	rotační plocha (viz podkapitola 3.1)
Plocha	kopule mlýna vznikla rotací kružnicového oblouku (osa rotace neprochází středem rotované kružnice)
Zajímavost	- v roce 1890 dostal mlýn číslo popisné a byl veden jako obytná budova pro dělníky [12] - v roce 1932 byl mlýn opraven a vznikly v něm tři byty, lidé v nich bydleli až do roku 1977 [12]

### Aula VŠB - TU



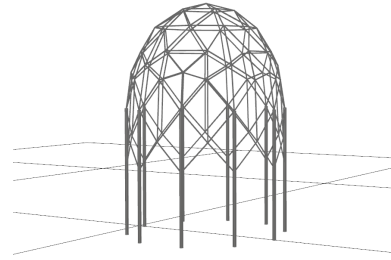
Místo	Ostrava, ČR
Architekt	Petr Čvanda a Josef Kupka [13]
Rok	2006 [13]
Skupina	rotační plocha (viz podkapitola 3.1)
Plocha	aula je zastřešena částí anuloidu
Zajímavost	aula získala nejvyšší cenu Grand Prix v soutěži „Stavba roku 2006 Moravskoslezského kraje“ [14]

### Horský hotel a televizní vysílač Ještěd



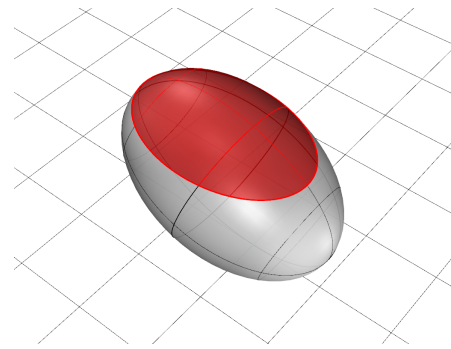
Místo	Ještěd, ČR
Architekt	Karel Hubáček [15]
Rok	1966-1973 [15]
Skupina	rotační plocha (viz podkapitola 3.1)
Plocha	plášť stavby je tvořen rotační válcovou plochou, jednodílným rotačním hyperboloidem a rotační kuželovou plochou
Zajímavost	Hubáček získal za tvůrčí využití technologie v architektuře Cenu Augusta Perreta, což je nejvýznamnější ocenění, jakého kdy český architekt dosáhl [16]

### Pavilonek na Mírovém náměstí



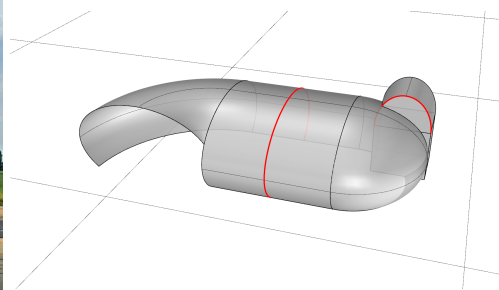
Místo	Teplice, ČR
Architektka	Lidmila Švarcová [17]
Rok	1977-1986 [17]
Skupina	rotační plocha (viz podkapitola 3.1)
Plocha	- horní část pavilonu je ve tvaru protáhlého elipsoidu, který byl nahrazen trojúhelníkovou sítí - dolní část pavilonu je tvořena rotační válcovou plochou
Zajímavost	pavilonek navrhla žena, což v té době nebylo ještě úplně běžné [17]

### Pavilon Indonéské džungle



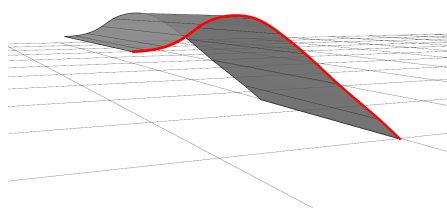
Místo	Praha, ČR
Architekt	Vratislav Danda, Miloš Hůla, Jaromír Kosnar a Pavel Ullmann [18]
Rok	2002-2004 [18]
Skupina	rotační plocha (viz podkapitola 3.1)
Plocha	pavilon je zastřešen částí protáhlého elipsoidu
Zajímavost	pavilon nemá podlahu, tudíž rostliny mají přímý kontakt s půdou, což umožňuje jejich zdravý růst [18]

### Stanice metra v Letňanech



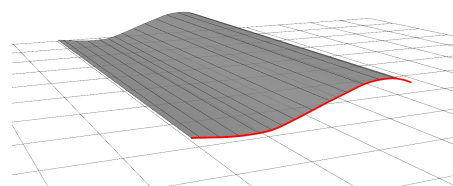
Místo	Praha, ČR
Architekt	Miroslav Mroczek a Eliška Bačuvčíková [19]
Rok	2008 [19]
Skupina	rotační plocha (viz podkapitola 3.1), translační plocha (viz podkapitola 3.2)
Plocha	- rotační plochy vznikly rotací eliptického oblouku - translační plochy vznikly posouváním profilové přímky podél řídicí křivky ve tvaru eliptického oblouku
Zajímavost	Letňany se měly stát centrem dění letních olympijských her v roce 2016, proto má stanice metra velmi nešťastnou polohu uprostřed polí (Praha nakonec musela svoji kandidaturu na pořadatelské město olympijských her stáhnout) [20]

### Plavecký stadion Podolí



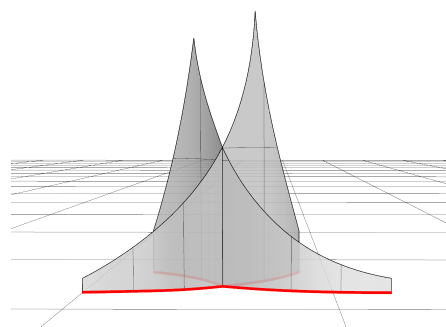
Místo	Praha, ČR
Architekt	Richard Ferdinand Podzemný a Gustav Kuchař [21]
Rok	1959-1965 [21]
Skupina	translační plocha (viz podkapitola 3.2)
Plocha	plocha vznikla posouváním profilové křivky ve tvaru „vlny“ podél řídicí přímky
Zajímavosti	- v roce 1980 chtěla Praha kandidovat jako pořadatelské město olympijských her a plavecké závody se měly konat právě v Podolí [22] - v roce 1991 si ve vnitřním bazénu zaplavala princezna Diana [23]

### Letiště Praha, Terminál 1



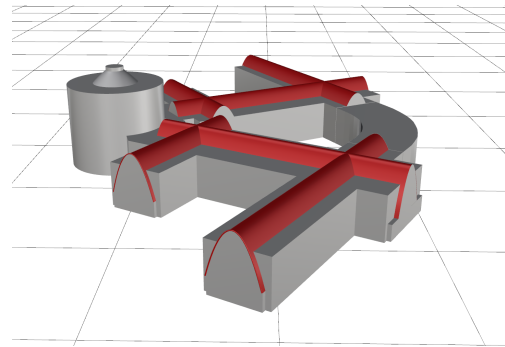
Místo	Praha, ČR
Architekt	Michal Brix a Petr Franta [24]
Rok	1994-1997 [24]
Skupina	translační plocha (viz podkapitola 3.2)
Plocha	plocha vznikla posouváním profilové přímky podél aerodynamicky tvarované řídicí křivky
Zajímavost	Česká správa letišť porušila autorská práva Franty a Brixu tím, že nechala na jejich původní plány navázat nově najatý ateliér Nikodem & Partner a nezaplatila jim za to odměnu [25]

### Věže Emauzského kostela



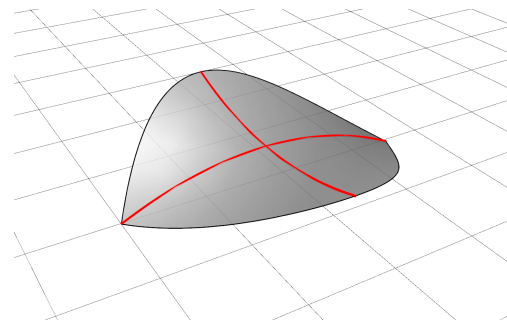
Místo	Praha, ČR
Architekt	František Maria Černý [26]
Rok	1964-1968 [26]
Skupina	translační plocha (viz podkapitola 3.2)
Plocha	jde o tři segmenty translačních ploch, každý segment vznikl posouváním profilové přímky podél řídicí křivky
Zajímavost	o něco menší a subtilnější věž symbolizuje ženský princip, mohutnější věž zobrazuje mužský princip [27]

### Pavilon A, Brněnské výstaviště



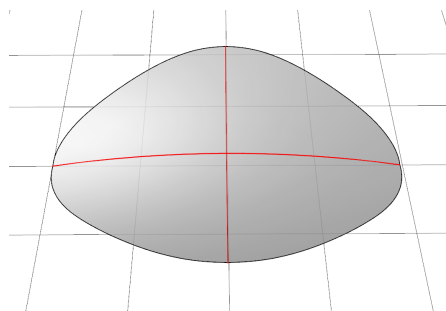
Místo	Brno, ČR
Architekt	Josef Kalous a Jaroslav Valenta [28]
Rok	1927-1928 [28]
Skupina	translační plocha (viz podkapitola 3.2)
Plocha	červeně vyznačené plochy vznikly posouváním profilové přímky podél řídicí paraboly
Zajímavost	- na vybudování pavilonu bylo potřeba 6 000 tun cementu [29] - písek, potřebný k výrobě cementu, bagrovali dělníci přímo na staveništi a ze vzniklé jámy je dnes okrasné jezírko [29]

### Inter hala Pasienky



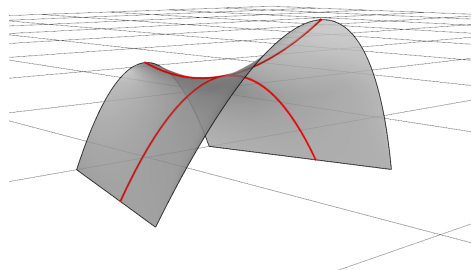
Místo	Bratislava, SR
Architekt	Jozef Chovanec [30]
Rok	1959-1962 [30]
Skupina	translační plocha (viz podkapitola 3.2)
Plocha	jedná se o hyperbolický paraboloid, který vznikl posouváním profilové paraboly podél řídicí paraboly
Zajímavost	lanová střecha této haly, jejíž statický návrh naprojektoval Jozef Poštulka, se stala prototypem pro mnoho dalších střech sportovních staveb v Československu [31]

### Plavecký stadion v Českých Budějovicích



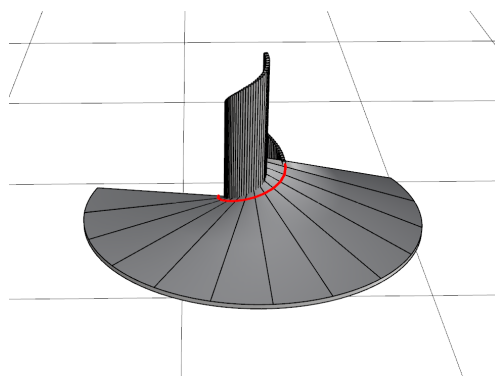
Místo	České Budějovice, ČR
Architekt	Bohumil Böhlm [32]
Rok	1966-1971 [32]
Skupina	translační plocha (viz podkapitola 3.2)
Plocha	jedná se o hyperbolický paraboloid, který vznikl posouváním profilové paraboly podél řídicí paraboly
Zajímavost	projekt na plavecký stadion vznikl již v roce 1958, řadil se tak mezi první pokusy o použití lanové střechy v Československu [32]

### Šanovská mušle



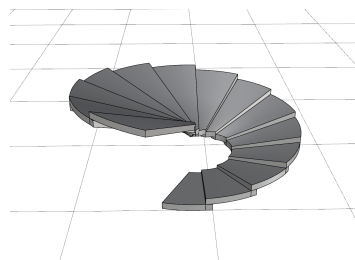
Místo	Teplice, ČR
Architekt	Alois Šulc [33]
Rok	1969 [33]
Skupina	translační plocha (viz podkapitola 3.2)
Plocha	plocha vznikla posouváním profilové paraboly podél řídicí paraboly
Zajímavost	jedná se o hudební pavilon, který musí mít dobré akustické vlastnosti, proto byl navržěn právě v tomto tvaru [34]

### Kostel Panny Marie Sedmibolestné



Místo	Bratislava - Petržalka, SR
Architekt	Klement Trizuljak [35]
Rok	2001 [35]
Skupina	šroubová plocha (viz podkapitola 3.3)
Plocha	střecha kostela je tvořena plochou tečen šroubovice
Zajímavost	i přes protesty místního faráře dal arcibiskupský úřad souhlas k výstavbě supermarketu v těsné blízkosti tohoto kostela [36]

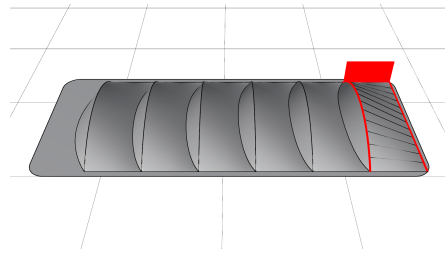
### Kostel sv. Václava a sv. Anežky České



Místo	Hustopeče, ČR
Architekt	Ludvík Kolek [37]
Rok	1992-1994 [37]
Skupina	šroubová plocha (viz podkapitola 3.3)
Plocha	plocha vznikla šroubovým pohybem přímky
Zajímavost	základní kámen hustopečského kostela byl posvěcen papežem Janem Pavlem II. při jeho první návštěvě Československa [37]

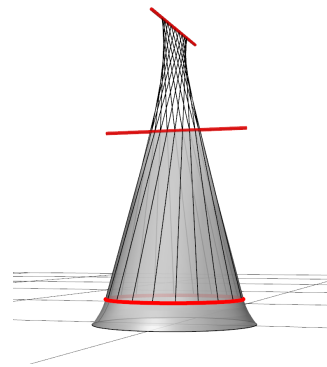


### Odbavovací hala letiště Brno



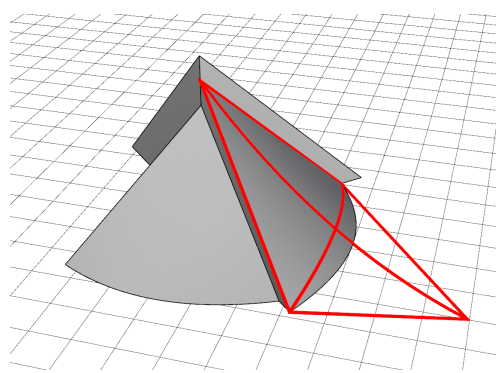
Místo	Brno, ČR
Architekt	Petr Parolek [38]
Rok	2005-2006 [38]
Skupina	přímková plocha (viz podkapitola 3.4)
Plocha	světlíky haly jsou ve tvaru konoidů, každý konoid je určen řídicí přímkou, řídicím kružnicovým obloukem a řídicí rovinou
Zajímavost	budova připomíná plovoucího žraloka, jehož šupinatá kůže je tvořena stříbrošedým titanzinkem a jehož žábry jsou tvořeny světlíky [38]

### Štramberk Trúba



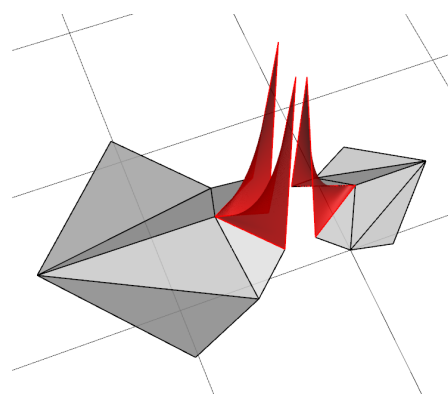
Místo	Štramberk, ČR
Architekt	Kamil Hilbert [39]
Rok	1902 - 1903 [39]
Skupina	přímková plocha (viz podkapitola 3.4)
Plocha	jedná se o konusoid, jehož řídicími křivkami jsou dvě navzájem kolmé mimoběžky a kružnice se středem se středem na ose těchto mimoběžek, jejíž rovina je rovnoběžná s těmito mimoběžkami
Zajímavost	hrad se měl stát ústředním bodem turistických výprav, proto byla jeho věž rekonstruována do podoby rozhledny a její první patro mělo sloužit jako noclehárna [39]

### Kostel Neposkvrněného početí Panny Marie



Místo	Praha - Strašnice, ČR
Architekt	Jindřich Synek [40]
Rok	1992-1994 [41]
Skupina	přímková plocha (viz podkapitola 3.4)
Plocha	střeška kostela je tvořena třemi segmenty hyperbolických paraboloidů, každý z nich je určen zborceným čtyřúhelníkem
Zajímavost	- jde o první sakrální stavbu postavenou po listopadu 1989 v Česku [40] - střešní plášť zobrazuje ochranný plášť Panny Marie [42]

### Kostel svatého Václava v Břeclavi



Místo	Břeclav, ČR
Architekt	Ludvík Kolek a Vladimír Čech [43]
Rok	1992-1995 [43]
Skupina	přímková plocha (viz podkapitola 3.4)
Plocha	červeně vyznačené plochy jsou hyperbolické paraboloidy, které jsou určeny zborcenými čtyřúhelníky
Zajímavost	tři části věže symbolizují Nejsvětější Trojici - Boha Otce, Boha Syna a Boha Ducha Svatého [43]

## 4.1 Selfies se střechami aneb projekt pro studenty

Selfies se v posledním desetiletí staly velkým fenoménem. Skupinová selfie, kterou pořídila Ellen DeGeneres na předávání Oscarů v roce 2014, se dokonce stala nejdílenějším snímkem všech dob [44]. Pojďme tento trend využít a zapojit ho do výuky geometrie.

O co v daném projektu půjde? Studenti budou mít za úkol vyfotit se se střechami v jejich okolí. Se střechami v základních tvarech a se střechami, které jsou ve tvaru základních geometrických těles. Prokážou tím, že si osvojili pojmy z deskriptivní geometrie a pojmy ze stereometrie. Ukážou, že umí aplikovat tyto pojmy v reálném světě.

Pořízené fotografie se stanou základem herbáře střech. V podstatě jde o to, aby si studenti vytvořili podobný herbář, který byl uveden v této kapitole. Zadání herbáře je však nutné jim přizpůsobit.

Protože studenti středních škol neznají všechny geometrické plochy uvedené v kapitole 3, zaměří se pouze na základní geometrická tělesa, se kterými se seznámili v hodinách stereometrie. Mezi ně patří hranol, válec, jehlan, kužel a koule. Do svého herbáře také mohou zahrnout komolá tělesa, kosá tělesa, nepravidelná tělesa, kulovou úseč a kulovou vrstvu. Druhá část herbáře bude věnována pojmům z deskriptivní geometrie, ve které se seznámili se střechami valbovými, sedlovými, pultovými, stanovými, polovalbovými, mansardovými a plochými.

Studenti vytvoří pro každou střechu její model. Modely by měly být vytvořeny v nějakém dynamickém softwaru, který se při výuce geometrie využívá. Například v GeoGebře. Pokud studenti nejsou zvyklí tyto programy využívat, vytvoří náčrtky jednotlivých střech.

Každý herbář bude obsahovat alespoň deset karet. Prvních pět karet bude obsahovat střechy ve tvaru geometrických těles. Podmínkou je, aby v každém herbáři byla zastoupena alespoň tři různá tělesa. Dalších pět karet bude obsahovat střechy v základních tvarech, které známe z deskriptivní geometrie. Tvary by se neměly opakovat.

Jak by měly vypadat jednotlivé karty v herbáři? Každé střeše bude vyhrazena samostatná karta, která bude obsahovat:

- fotografii střechy,
- model střechy,
- název tělesa nebo název tvaru střechy,
- místo pořízení fotografie,
- datum pořízení fotografie.

Aby byl projekt pro studenty zábavnější a atraktivnější, je možné se s nimi domluvit, že na něm budou pracovat ve skupinách. Na pořízených selfies však budou muset být všichni členové skupiny. Učitel se také může se třídou domluvit, že pořízené fotografie budou studenti průběžně sdílet na Instagramu pod jednotným hashtagem (například #Strechy2020).

Jakou formou studenti svůj herbář odevzdají a kolik času budou mít na jeho vypracování? Studenti vytvoří prezentaci v PowerPointu nebo podobném programu a v daném termínu ji představí svým spolužákům. Na každém snímku v prezentaci bude jedna herbářová karta. Na vypracování projektu budou mít studenti minimálně dva týdny.

Jak budeme projekt hodnotit? Budeme hodnotit:

- zda studenti přiřadili k daným střechám správný název tělesa či správný název jejího tvaru,
- zda herbářové karty obsahují všechny položky, které byly zadány,
- kreativitu studentů,
- prezentaci herbáře.

Je důležité, aby se jednalo o selfies. Studenti tím prokážou, že střechy skutečně objevili ve svém okolí a že fotografie pouze nestáhli z internetu.

Následující tabulku je možné vytisknout a rozdat studentům, je však nutné doplnit datum odevzdání.

#### **Zadání projektu:**

Vyfoťte se s deseti různými střechami, které najdete ve vašem okolí. Prvních pět střech musí být ve tvaru geometrických těles. Další pět musí být v základních tvarech, které znáte z deskriptivní geometrie. Z pořízených fotografií vytvořte herbář střech.

#### **Pokyny pro fotografie:**

Prvních pět střech musí být ve tvaru geometrických těles. Jedná se o hranol, válec, jehlan, kužel a kouli. Vyberte si minimálně tři různá tělesa, další se již mohou opakovat.

Dalších pět karet musí obsahovat střechy v základních tvarech. Jedná se o střechu valbovou, sedlovou, pultovou, stanovou, polovalbovou, mansardovou a plochou. Vyberte si pět různých tvarů.

Fotografie musí být pouze v podobě selfies. Tím prokážete, že jste střechy skutečně objevili ve vašem okolí, že jejich fotografie nejsou stažené z internetu.

#### **Instrukce pro herbářové karty:**

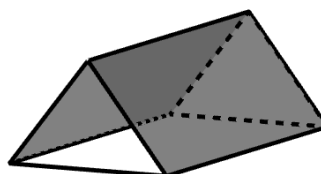
Každé střeše bude vyhrazena samostatná herbářová karta, která bude obsahovat fotografii střechy, model střechy vytvořený v GeoGebře, název tělesa nebo název tvaru střechy, místo a datum pořízení fotografie.

#### **Pokyny pro odevzdání:**

Vytvořte prezentaci v PowerPointu. Na každém snímku musí být jedna herbářová karta. Prezentaci představíte svým spolužákům při hodině deskriptivní geometrie dne .....

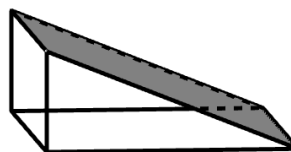
Podívejme se nyní na ukázkou herbářových karet.

### Rodinný dům



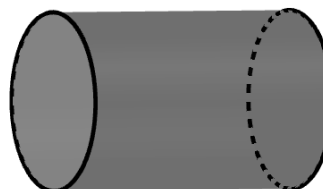
Střecha	sedlová
Místo	U Hřiště, Plzeň
Datum	8. 6. 2020

### Sokolovna



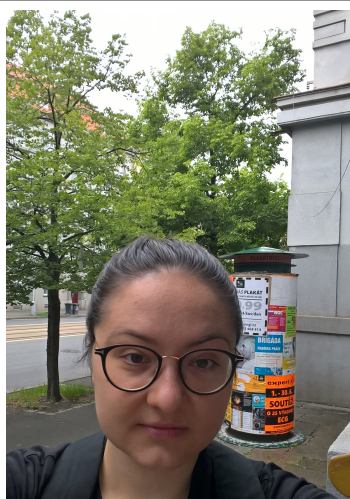
Střecha	pultová
Místo	Červenohrádecká, Plzeň
Datum	8. 6. 2020

### Podchod



Těleso	válec
Místo	Sirková, Plzeň
Datum	8. 6. 2020

## Reklamní sloup



Těleso	kužel
Místo	Klatovská, Plzeň
Datum	8. 6. 2020

# Závěr

Práce je koncipována jako učební text určený primárně pro studenty středních škol technického typu. Studenti se seznámí se základními tvary střech (viz kapitola 1) a najdou zde podrobné postupy k úlohám na teoretické řešení střech (viz kapitola 2). Kromě klasických obrázků vyřešených půdorysů střech v práci najdou i modely a fotografie střech, podle kterých dané úlohy vznikly. Skutečnost, že se jedná o reálné střechy a ne jen vymyšlené střechy z učebnic, by měla studenty motivovat k získání znalostí potřebných pro vyřešení jejich půdorysů. Modely střech by pak měly pomoci studentům s nižší schopností prostorové představivosti.

Středoškolští učitelé v této práci naleznou náměty pro zpestření výuky deskriptivní geometrie. Jedná se o aktivitu v podkapitole 2.1 a projekt v podkapitole 4.1. Aktivita ani projekt nebyly z důvodu koronavirové krize ve výuce vyzkoušeny. Součástí podkapitoly 4.1 je však ukázka herbářových karet, které vytvořila autorka práce. Karty slouží jako ukázka toho, že je projekt proveditelný.

Kapitoly 3 a 4 mohou sloužit jako inspirace pro vznik semináře z deskriptivní geometrie. Dlouhodobě se diskutuje, zda je vhodné, aby se studenti učili deskriptivní geometrii s pravítkem a kružítkem v ruce, zda by nebylo vhodnější, aby pracovali rovnou v 3D softwaru [45]. V rámci tohoto semináře se studenti v prvním pololetí seznámí se základními geometrickými plochami (viz kapitola 3) a naučí se základy práce ve vybraném softwaru (například v softwaru Rhinoceros). V druhém pololetí každý student vytvoří několik karet do společného školního herbáře střech, který bude podobný Herbáři střech v Česku a na Slovensku, který je uvedený v kapitole 4. Studenti získají praktické dovednosti při samostatném modelování střech a nebudou jen slepě kopírovat to, co modeluje učitel na sdílené obrazovce. Budoucí studenti architektury, stavitelství nebo průmyslového designu navíc jistě ocení, že se již na střední škole naučí pracovat v softwaru Rhinoceros.

Kapitola 1 vznikla na základě kapitoly 3 v učebnici [1], kapitola 3 vychází z kapitoly 9 v knize [4]. Tyto kapitoly stručně shrnují teorii z učebnic a odborné literatury. V práci jsou uvedeny z toho důvodu, že na ně přímo navazují kapitoly 2 a 4, které jsou výsledkem vlastní práce autorky.

# Literatura

## A) Knihy a webové stránky

- [1] MUSÁLKOVÁ, Bohdana. *Deskriptivní geometrie II pro 2. ročník SPŠ stavebních*. Praha: Sobotáles, 2000. ISBN 80-85920-65-4.
- [2] STRAKA, Bohumil. *Konstrukce šikmých střech*. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-8379-6.
- [3] POMYKALOVÁ, Eva. *Deskriptivní geometrie pro střední školy*. Praha: Prometheus, 2010. ISBN 978-80-7196-400-1.
- [4] POTTMANN, Helmut. *Architectural geometry*. Exton: Bentley, c2007. ISBN 978-0-934493-04-5.
- [5] PIRKLOVÁ, Petra. *Plochy přímkové* [online]. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2014 [cit. 2020-06-22]. Dostupné z: [https://kmd.fp.tul.cz/images/stories/vyuka/pirklova-prednasky/Plochy\\_primkove.pdf](https://kmd.fp.tul.cz/images/stories/vyuka/pirklova-prednasky/Plochy_primkove.pdf)
- [6] Pavilon Z. *Archiweb* [online]. Brno: Archiweb, 2010 [cit. 2020-03-29]. Dostupné z: <https://www.archiweb.cz/b/pavilon-z>
- [7] Pavilon Z: šedesátník s unikátní střechou, pod kterou se vejde veletrh i olympijský festival. *Veletrhy Brno* [online]. Brno: Veletrhy Brno, 2018 [cit. 2020-03-29]. Dostupné z: <https://www.bvv.cz/media/tiskove-zpravy/pavilon-z-sedesatnik-s-unikatni-strechou/>
- [8] Vysoká škola poľnohospodárska v Nitre. *Stavby století* [online]. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2018 [cit. 2020-03-29]. Dostupné z: <http://www.stavbystoleti.cz/hlasov%C3%A1n%C3%AD/stavba?i=1619>
- [9] S architektom Vladimírom Dedečkom nielen o architektúre: Aby Slovensko bolo ako záhrada. *Poľnohospodár* [online]. Nitra: Rektorát Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre, 2009 [cit. 2020-03-29]. Dostupné z: <http://www.polnohospodar.sk/kategorie-spravodajstva/87-ponohospodar-853/2001-s-architektom-vladimirom-dedekom-nielen-o-architekture-aby-slovensko-bolo-ako-zahrada>
- [10] O2 (Sazka) aréna Praha. *Stavby století* [online]. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2018 [cit. 2020-03-29]. Dostupné z: <http://www.stavbystoleti.cz/hlasov%C3%A1n%C3%AD/stavba?i=1648>



- [11] Patnáct let od otevření Sazka Areny. Hala v pražské Libni přivedla firmu ke krachu. *E15.cz* [online]. Praha: CZECH NEWS CENTER, 2019 [cit. 2020-03-29]. Dostupné z: <https://www.e15.cz/byznys/obchod-a-sluzby/patnact-let-od-otevreni-sazka-areny-hala-v-prazske-libni-privedla-firmu-ke-krachu-1357498>
- [12] Větrný mlýn v Třebíči dostane novou šindelovou střechu. *Archiweb* [online]. Brno: Archiweb, 2017 [cit. 2020-04-18]. Dostupné z: <https://www.archiweb.cz/en/n/home/vetrny-mlyn-v-trebici-dostane-novou-sindelovou-strechu>
- [13] Aula a centrum informačních technologií VŠB -TU Ostrava. *Archicakes* [online]. Praha: Archicakes, c2012 [cit. 2020-04-19]. Dostupné z: <http://www.archicakes.cz/cs/profil-projektu/31702/info>
- [14] Stavba roku 2006 Moravskoslezského kraje – Aula a Centrum informačních technologií VŠB – TU Ostrava. *Časopis KONSTRUKCE* [online]. Ostrava: KONSTRUKCE Media, 2008 [cit. 2020-04-19]. Dostupné z: <http://old.konstrukce.cz/clanek/stavba-roku-2006-moravskoslezskeho-kraje-aula-a-centrum-informacnich-technologiei-vsbtu-ostrava/>
- [15] Televizní vysílač a horský hotel Ještěd. *Archiweb* [online]. Brno: Archiweb, 2007 [cit. 2020-03-28]. Dostupné z: <https://www.archiweb.cz/b/televizni-vysilac-a-horsky-hotel-jested>
- [16] BERAN, Lukáš, ŠVÁCHA, Rostislav, ed. *Sial*. Olomouc: Arbor vitae, 2010. ISBN 978-80-87164-41-9.
- [17] Dům kultury a kolonáda v Teplicích. *Artyčok* [online]. Praha: artycok.tv, 2016 [cit. 2020-03-29]. Dostupné z: <https://artycok.tv/37979/dum-kultury-kolonada-teplicich>
- [18] Pavilon Indonéské džungle. *Archiweb* [online]. Brno: Archiweb, c1997-2020 [cit. 2020-03-29]. Dostupné z: <https://www.archiweb.cz/b/pavilon-indoneske-dzungle>
- [19] Metro Letňany. *MetroLetňany.cz* [online]. Praha: MetroLetňany.cz, c2018 [cit. 2020-04-18]. Dostupné z: <https://metroletnany.cz/>
- [20] Olympiáda v Praze: sto milionů korun za nic a konečná metra v polích. *Prazsky.denik.cz* [online]. Praha: VLTAVA LABE MEDIA, 2015 [cit. 2020-04-18]. Dostupné z: [https://prazsky.denik.cz/zpravy\\_region/olympiada-v-praze-sto-milionu-korun-za-nic-a-konecna-metra-v-polich-20150313.html](https://prazsky.denik.cz/zpravy_region/olympiada-v-praze-sto-milionu-korun-za-nic-a-konecna-metra-v-polich-20150313.html)
- [21] Plavecký stadion v Praze – Podolí. *Stavby století* [online]. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2018 [cit. 2020-03-28]. Dostupné z: <http://www.stavbystoleti.cz/hlasov%C3%A1n%C3%AD/stavba?i=1613>

- [22] Podolský bazén, otevřený před 50 lety, měl hostit i olympiádu. *Archiweb* [online]. Brno: Archiweb, 2015 [cit. 2020-03-28]. Dostupné z: <https://www.archiweb.cz/n/domaci/podolsky-bazen-otevreny-pred-50-lety-mel-hostit-i-olympiadu>
- [23] Vodu v bazénu Plaveckého stadionu Podolí v Praze kdysi vyzkoušela i princezna Diana. *Region* [online]. Praha: Český rozhlas, 2018 [cit. 2020-03-28]. Dostupné z: <https://region.rozhlas.cz/vodu-v-bazenu-plaveckeho-stadionu-podoli-v-praze-kdysi-vyzkousela-i-princezna-7559827>
- [24] Ruzyňské letiště. *Praha Neznámá* [online]. Praha: Praha Neznámá, 2015 [cit. 2020-03-28]. Dostupné z: <https://www.prahaneznama.cz/praha-6/ruzyne/ruzynske-letiste/>
- [25] Čí je letiště Ruzyně? Soud řešil unikátní „krádež“ mezi architekty. *Hospodářské noviny* [online]. Praha: Economia, 2010 [cit. 2020-03-29]. Dostupné z: <https://ihned.cz/c1-44339770-ci-je-letiste-ruzyne-soud-resil-unikatni-kradez-mezi-architekty>
- [26] František Maria Černý. Archiweb [online]. Brno: *Archiweb*, c1997-2020 [cit. 2020-03-30]. Dostupné z: <https://www.archiweb.cz/frantisek-maria-cerny>
- [27] Emauzy v Praze – přestavba. *Stavba roku* [online]. Praha: Nadace pro rozvoj architektury a stavitelství, c1999-2020 [cit. 2020-03-28]. Dostupné z: <http://www.stavbaroku.cz/printDetail.do?Dispatch=ShowDetail&siid=1603>
- [28] Pavilon A, Brněnské výstaviště. *Archiweb* [online]. Brno: Archiweb, c1997-2020 [cit. 2020-03-29]. Dostupné z: <https://archiweb.cz/b/pavilon-a-brnenske-vystaviste-brnenske-vystaviste>
- [29] Slavíme 90 let brněnského výstaviště. *100RIES* [online]. Brno: Veletrhy Brno, 2018 [cit. 2020-03-29]. Dostupné z: <https://vystaviste90.cz/>
- [30] Športová hala Pasienky. *REGISTER modernej architektúry Slovenska* [online]. Bratislava: Oddelenie architektúry, Historický ústav SAV, 2016 [cit. 2020-03-29]. Dostupné z: <http://www.register-architektury.sk/index.php/sk/objekty/480-%C5%A1portov%C3%A1-hala-pasienky-2.html?showall=&limitstart=>
- [31] Bývalý autoservis na Mlynských nivách. *Ružínovské Echo* [online]. Bratislava: TVR a RE, 2013 [cit. 2020-03-29]. Dostupné z: <http://www.ruzinovskeecho.sk/clanok/byvaly-autoservis-na-mlynskych-nivach>
- [32] Známa neznámá. Jihočeská architektura 20. století. In: *ÚOP v Českých Budějovicích* [online]. České Budějovice: Národní památkový ústav, 2020 [cit. 2020-03-29]. Dostupné z: [https://www.npu.cz/uop/ceske-budejovice/vystavy/moderni-architektura/vystava\\_moderna\\_web.pdf](https://www.npu.cz/uop/ceske-budejovice/vystavy/moderni-architektura/vystava_moderna_web.pdf)

- [33] Hudební pavilon. *Památkový Katalog* [online]. Praha: Národní památkový ústav, c2015 [cit. 2020-03-29]. Dostupné z: <https://pamatkovykatalog.cz/hudebni-pavilon-13852871>
- [34] ZAJONCOVÁ, Jana. *Architektura a urbanismus Mostu, Litvínova a Teplic, 1945-1989*. Olomouc, 2011. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Filozofická fakulta.
- [35] Zajtra v Petržalke vysvätia nový kostol. *SME Bratislava* [online]. Bratislava: Petit Press, 2001 [cit. 2020-04-25]. Dostupné z: <https://bratislava.sme.sk/c/191929/zajtra-v-petrzalke-vysvatia-novy-kostol.html>
- [36] Cirkev súhlasila so supermarketom pri kostole. *SME* [online]. Petit Press, 2004 [cit. 2020-04-25]. Dostupné z: <https://www.sme.sk/c/1497511/cirkev-suhlasila-so-supermarketom-pri-kostole.html>
- [37] Kostel sv. Václava a sv. Anežky České. *Hustopeče: Srdce vinic a mandloní* [online]. Hustopeče: Město Hustopeče, c2016-2020 [cit. 2020-04-24]. Dostupné z: <https://www.hustopecze.cz/kostel-sv-vaclava-a-sv-anezky-ceske-1>
- [38] Odbavovací hala letiště Brno-Tuřany. *Archiweb* [online]. Brno: Archiweb, 2006 [cit. 2020-03-29]. Dostupné z: <https://www.archiweb.cz/b/odbavovaci-hala-letiste-brno-turany>
- [39] CÍSAŘOVÁ, Jitka. *Památkářská činnost Kamila Hilberta (1869 - 1933)*. Pardubice, 2012. Diplomová práce. Univerzita Pardubice, Fakulta filozofická.
- [40] Kostel ve Strašnicích: Raketa na modlitební pohon. *Ego!: Magazín Hospodářských novin* [online]. Praha: Economia, 2010 [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://ego.ihned.cz/c1-40432390-kostel-ve-strasnicich-raketa-na-modlitebni-pohon>
- [41] Rekonstrukce kostela v Praze Strašnicích. *Archiweb* [online]. Brno: Archiweb, 2012 [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.archiweb.cz/n/press/rekonstrukce-kostela-v-praze-strasnicich>
- [42] Ing. arch. Jindřich Synek: Pro mě kostel ve Strašnicích není katedrála, ale domov. *Scena.cz* [online]. Praha: Scena.cz, 2014 [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <http://www.scena.cz/index.php?d=1&o=4&c=21858&r=3>
- [43] Kostel sv. Václava v Břeclavi. *Copperconcept.org* [online]. Budapešť: European Copper Institute, 2011 [cit. 2020-03-29]. Dostupné z: <https://copperconcept.org/cs/reference/kostel-sv-vaclava-v-breclavi>
- [44] HALADA, Jan a Barbora OSVALDOVÁ. *Slovník žurnalistiky*. Praha: Karolinum, 2017. ISBN 978-80-246-3769-3.

- [45] TAFTEBERG JAKOBSEN, Ivan a Jesper MATTHIASSEN. Descriptive Geometry and/or Computer Technology? What Mathematics is Required for Doing and Understanding Architecture? *Nexus Network Journal* [online]. 2014, 16(2), 505-516 [cit. 2020-06-21]. DOI: 10.1007/s00004-014-0199-3. ISSN 1590-5896. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00004-014-0199-3>

## B) Obrázky

- [46] Pod Školou 79/1. *Google Maps* [online]. Mountain View: Google, c2020 [cit. 2020-05-17]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps/place/Pod+%C5%A0kolou+79%2F1,+312+00+Plze%C5%88+4-%C4%8Cerven%C3%BD+Hr%C3%A1dek/@49.7597692,+13.4572681,482m/data=!3m2!1e3!4b1!4m5!3m4!1s0x470af06620682091:0x937b11894f27a805!8m2!3d49.7597658!4d13.4594568>
- [47] Ledová 60. *Google Maps* [online]. Mountain View: Google, c2020 [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps/place/Ledov%C3%A1+60,+312+00+Plze%C5%88+4-%C4%8Cerven%C3%BD+Hr%C3%A1dek/@49.7554397,+13.4578468,482m/data=!3m2!1e3!4b1!4m5!3m4!1s0x470af06eb73ae931:0xb7cb1247eb0ac255!8m2!3d49.7554363!4d13.4600355>
- [48] Na Stráni 673/16. *Google Maps* [online]. Mountain View: Google, c2020 [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps/place/Na+Str%C3%A1ni+673%2F16,+312+00+Plze%C5%88+4-%C3%9Ajezd/@49.7575311,+13.449669,186m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x470af04252d807f1:0x113561b2299f88c!8m2!3d49.7577619!4d13.4497406>
- [49] Na Vrchu 357/14. *Google Maps* [online]. Mountain View: Google, c2020 [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps/place/Na+Vrchu+357%2F14,+312+00+Plze%C5%88+4-%C4%8Cerven%C3%BD+Hr%C3%A1dek/@49.7544486,+13.4567153,482m/data=!3m2!1e3!4b1!4m5!3m4!1s0x470af06c006bf07d:0xa20a5ab4551260b7!8m2!3d49.7544452!4d13.458904>
- [50] Ledová 10. *Google Maps* [online]. Mountain View: Google, c2020 [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps/place/Ledov%C3%A1+10,+312+00+Plze%C5%88+4/@49.7552871,+13.4596548,141m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x470af06eb47bda4b:0x66d18b07ee6dcb11!8m2!3d49.7554169!4d13.4594889>
- [51] Luční 67/12. *Google Maps* [online]. Mountain View: Google, c2020 [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps/place/Lu%C4%8Dn%C3%AD+67%2F12,+301+00+Plze%C5%88+1-Severn%C3%AD+P%C5%99edm%C4%9Bst%C3%AD/@49.7526167,+13.3790229,482m/data=!3m2!1e3!4b1!4m5!3m4!1s0x470af1ee6d56ee97:0xdd15679b1ef6a463!8m2!3d49.7526133!4d13.3812116>

- [52] Červenohrádecká 55. *Google Maps* [online]. Mountain View: Google, c2020 [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps/place/%C4%8Cervenohr%C3%A1deck%C3%A1+55,+312+00+Plze%C5%88+4/@49.7607993,13.4602155,144m/data=!3m2!1e3!4b1!4m13!1m7!3m6!1s0x470af042b7a9d05d:0xecd9588104c66b22!2zxIx1cnZ1bm9ocs0hZGVja80hLCAzMTIgdAgUGx6ZcWIIDQ!3b1!8m2!3d49.7596714!4d13.4528141!3m4!1s0x470af06612cc1e03:0xc6994876e4e33f9a!8m2!3d49.7607983!4d13.4608709>
- [53] Na Vrchu 6. *Google Maps* [online]. Mountain View: Google, c2020 [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps/place/Na+Vrchu+6,+312+00+Plze%C5%88+4/@49.7551295,13.4583694,120m/data=!3m2!1e3!4b1!4m5!3m4!1s0x470af0695261a3e5:0x77dc8a99f87536fa!8m2!3d49.7551286!4d13.4589166>
- [54] K Doubí 412/17. *Google Maps* [online]. Mountain View: Google, c2020 [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps/place/K+Doub%C3%AD+412%2F17,+312+00+Plze%C5%88+4-%C4%8Cerven%C3%BD+Hr%C3%A1dek/@49.7553332,13.4616017,119m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x470af06e92c6a943:0x4d8295427c8e48d7!8m2!3d49.755441!4d13.4618447>
- [55] K Doubí 324/12. *Google Maps* [online]. Mountain View: Google, c2020 [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps/place/K+Doub%C3%AD+324%2F12,+312+00+Plze%C5%88+4-%C4%8Cerven%C3%BD+Hr%C3%A1dek/@49.7546562,13.4619985,143m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x470af06e8363360b:0x966939ebc5fad493!8m2!3d49.7545628!4d13.4616962>
- [56] K Višňovce 655. *Mapy.cz* [online]. Praha: Seznam.cz, c2020 [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=14.3255603&y=49.9416805&z=20&base=ophoto&source=addr&id=9722492>
- [57] Sadová 579. *Mapy.cz* [online]. Praha: Seznam.cz, c2020 [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=13.4920245&y=49.7497470&z=19&base=ophoto&source=coord&id=13.492166666666666%2C49.749527777777778>
- [58] Rybízová 357/15. *Google Maps* [online]. Mountain View: Google, c2020 [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps/place/Ryb%C3%ADzov%C3%A1,+312+00+Plze%C5%88+4/@49.7549275,13.4440091,112m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x470af046b4489bc9:0x9d652c2e5dd7ac74!8m2!3d49.7551601!4d13.4443123>
- [59] Krivá 248/5B. *Google Maps* [online]. Mountain View: Google, c2020 [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps/place/K%C5%99iv%C3%A1+248%2F5B,+312+00+Plze%C5%88+4-%C4%8Cerven%C3%BD+Hr%C3%A1dek/@49.7567814,13.4589133,232m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x470af06928fdbdf5:0xd35e2bfa33e239e9!8m2!3d49.7569075!4d13.4593384>

- [60] Zvonková 298/20. *Google Maps* [online]. Mountain View: Google, c2020 [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps/place/Zvonkov%C3%A1+298%2F20,+312+00+Plze%C5%88+4-%C4%8Cerven%C3%BD+Hr%C3%A1dek/@49.754153,13.4451436,111m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x470af0412f05f6ed:0xd74f0be3ecb02376!8m2!3d49.7540422!4d13.4450617>
- [61] U Javoru 1476. *Google Maps* [online]. Mountain View: Google, c2020 [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps/place/U+Javoru+1476,+148+00+Praha-Kunratice/@50.0058383,14.4899637,109m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x470b91909e7a08b1:0x4fd5a901c9c61e4d!8m2!3d50.0056157!4d14.4903122>
- [62] Bundeskunsthalle Dachgarten. In: *Wikimedia Commons* [online]. Mountain View: Creative Commons CC0 License, 2005 [cit. 2020-05-19]. Dostupné z: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/81/Bundeskunsthalle\\_Dachgarten.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/81/Bundeskunsthalle_Dachgarten.jpg)
- [63] [Aspire Tower]. In: *The Skyscraper Center* [online]. Chicago: Council on Tall Buildings and Urban Habitat, 2008 [cit. 2020-05-19]. Dostupné z: [http://images.skyscrapercenter.com/building/aspiretower\\_overall\\_wm.jpg](http://images.skyscrapercenter.com/building/aspiretower_overall_wm.jpg)
- [64] [An industrial building in Marche-en-Famenne]. In: *Samyn and Partners* [online]. Brusel: Philippe Samyn and Partners, 2014 [cit. 2020-05-19]. Dostupné z: [https://samynandpartners.com/wp-content/uploads/2017/11/279\\_R09.jpg](https://samynandpartners.com/wp-content/uploads/2017/11/279_R09.jpg)
- [65] Biosphere Montreal. In: *Wikimedia Commons* [online]. Mountain View: Creative Commons CC0 License, 2017 [cit. 2020-05-19]. Dostupné z: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fb/201708\\_Biosphere\\_Montreal\\_09.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fb/201708_Biosphere_Montreal_09.jpg)
- [66] Bochum - Castroper Straße - Planetarium. In: *Wikimedia Commons* [online]. Mountain View: Creative Commons CC0 License, 2012 [cit. 2020-05-19]. Dostupné z: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1b/Bochum\\_-\\_Castroper\\_Stra%C3%9Fe\\_-\\_Planetarium\\_01\\_ies.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1b/Bochum_-_Castroper_Stra%C3%9Fe_-_Planetarium_01_ies.jpg)
- [67] Cornell-Qatar. In: *Wikimedia Commons* [online]. Mountain View: Creative Commons CC0 License, 2006 [cit. 2020-05-19]. Dostupné z: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/40/Cornell-Qatar.jpg>
- [68] Japanese Pavilion at the Expo 2000. In: *Structurae* [online]. Berlin: Nicolas Janberg, 2000 [cit. 2020-05-19]. Dostupné z: [https://files.structurae.net/files/photos/1/expo2000\\_japan5.jpg](https://files.structurae.net/files/photos/1/expo2000_japan5.jpg)
- [69] [Hippo House]. In: *Structurae* [online]. Berlin: Nicolas Janberg, 1996 [cit. 2020-05-19]. Dostupné z: <https://files.structurae.net/files/photos/148/da24ar04.jpg>

- [70] Chicago Spire. In: *Arch2O* [online]. New York: Arch2o.com, [2007] [cit. 2020-05-23]. Dostupné z: <https://www.arch2o.com/wp-content/uploads/2016/02/Arch20-Chicago-Spire-10.jpg>
- [71] Shanghai Opera. In: *Indesignlive* [online]. Surry Hills: Indesign Media Asia Pacific, 2019 [cit. 2020-05-23]. Dostupné z: [https://www.indesignlive.hk/wp-content/uploads/2019/04/web\\_Snohetta-Shanghai-Opera\\_2016299\\_OS\\_N51-1024x682.jpg](https://www.indesignlive.hk/wp-content/uploads/2019/04/web_Snohetta-Shanghai-Opera_2016299_OS_N51-1024x682.jpg)
- [72] Oxford Road station. In: *Mainstream Modern* [online]. Manchester: Mainstream Modern, [2016] [cit. 2020-05-23]. Dostupné z: <http://www.mainstreammodern.co.uk/Content/images/casestudies/Oxford-Road-001.jpg>
- [73] Eduardo Catalano Raeligh house. In: *Atlas of Places* [online]. Bolognè: atlasofplaces.com, [1954] [cit. 2020-05-23]. Dostupné z: [https://www.atlasofplaces.com/atlas-of-places-images/\\_scaled/ATLAS-OF-PLACES-EDUARDO-CATALANO-RALEIGH-HOUSE-IMG-17.jpg](https://www.atlasofplaces.com/atlas-of-places-images/_scaled/ATLAS-OF-PLACES-EDUARDO-CATALANO-RALEIGH-HOUSE-IMG-17.jpg)
- [74] [Brněnské výstaviště – Pávilon Z]. In: *Stavby století* [online]. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2018 [cit. 2020-04-06]. Dostupné z: [http://stavbaroku.cz/db\\_image/site\\_large/10906.jpg](http://stavbaroku.cz/db_image/site_large/10906.jpg)
- [75] [Vysoká škola poľnohospodárska v Nitre – Aula Maxima]. In: *Stavby století* [online]. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2018 [cit. 2020-04-07]. Dostupné z: [http://stavbaroku.cz/db\\_image/site\\_large/11174.jpg](http://stavbaroku.cz/db_image/site_large/11174.jpg)
- [76] [Sazka Arena]. In: *IDNES.cz* [online]. Praha: MAFRA, [2008] [cit. 2020-04-07]. Dostupné z: [https://1gr.cz/fotky/idnes/11/011/c15/VEN2a7113\\_arena.jpg](https://1gr.cz/fotky/idnes/11/011/c15/VEN2a7113_arena.jpg)
- [77] [Větrný mlýn v Třebíči]. In: *Rtvplus.cz* [online]. Praha: REALITNÍ TELEVIZE, 2017 [cit. 2020-04-19]. Dostupné z: [http://www.rtvplus.cz/upload/articles/3126\\_vetrny-mlyn-2\\_th.jpg](http://www.rtvplus.cz/upload/articles/3126_vetrny-mlyn-2_th.jpg)
- [78] [Aula VŠB - TU]. In: *OSTRAVA!!!* [online]. Ostrava: OVANET, 2007 [cit. 2020-04-19]. Dostupné z: [https://www.ostrava.cz/cs/turista/sluzby/incentiva-konference/vsb-tu-ostrava-aula/c-documents-and-settings-krajcovaja-plocha-nova1-2-web-foto\\_turista\\_nova-c-slua3-4by-incentiva-aula-va-b-4vsb.jpg](https://www.ostrava.cz/cs/turista/sluzby/incentiva-konference/vsb-tu-ostrava-aula/c-documents-and-settings-krajcovaja-plocha-nova1-2-web-foto_turista_nova-c-slua3-4by-incentiva-aula-va-b-4vsb.jpg)
- [79] Hotel a televizní vysílač na Ještědu. In: *Wikimedia Commons* [online]. Mountain View: Creative Commons CC0 License, 2011 [cit. 2020-04-06]. Dostupné z: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jested\\_002.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jested_002.JPG)
- [80] Kašna náměstí Míru. In: *Turistika.cz* [online]. Praha: Turistika.cz, 2014 [cit. 2020-04-06]. Dostupné z: [https://foto.turistika.cz/foto/r/850/160369/95081/lrg\\_dscf2075.jpg](https://foto.turistika.cz/foto/r/850/160369/95081/lrg_dscf2075.jpg)

- [81] [Pavilon Indonéské džungle]. In: *ČT24* [online]. Praha: Česká televize, 2014 [cit. 2020-04-07]. Dostupné z: [https://ct24.ceskatelevize.cz/sites/default/files/styles/scale\\_1180/public/images/1008198-615619.jpg?itok=0bC8EKoE](https://ct24.ceskatelevize.cz/sites/default/files/styles/scale_1180/public/images/1008198-615619.jpg?itok=0bC8EKoE)
- [82] Metro Letňany. In: *Wikimedia Commons* [online]. Mountain View: Creative Commons CC0 License, 2008 [cit. 2020-04-18]. Dostupné z: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Metro\\_Let%C5%88any\\_6.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Metro_Let%C5%88any_6.jpg)
- [83] [Plavecký stadion v Praze – Podolí]. In: *Stavby století* [online]. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2018 [cit. 2020-04-06]. Dostupné z: [http://stavbaroku.cz/db\\_image/site\\_large/10650.jpg](http://stavbaroku.cz/db_image/site_large/10650.jpg)
- [84] [Mezinárodní letiště Praha Ruzyně, Terminál 1]. In: *Petr Franta architekti, s.r.o.* [online]. Praha: PETR FRANTA ARCHITEKTI & ASSOC., 2012 [cit. 2020-04-06]. Dostupné z: <http://www.petrfranta.eu/cs/projekty/letiste/01/images/big/006.jpg>
- [85] [Emauzy v Praze – přestavba]. In: *Stavby století* [online]. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2018 [cit. 2020-04-06]. Dostupné z: [http://stavbaroku.cz/db\\_image/site\\_large/11049.jpg](http://stavbaroku.cz/db_image/site_large/11049.jpg)
- [86] Pavilon průmyslu a obchodu (dnes pavilon A). In: *StavbaWEB* [online]. Praha: Business Media One, 2016 [cit. 2020-04-07]. Dostupné z: <https://www.stavbaweb.cz/35/architectobjectfile/03/41/87/pavilonA3.jpg>
- [87] [Športoviská na Pasienkoch]. In: *Bratislavské noviny* [online]. Bratislava: NIVEL PLUS, [2013] [cit. 2020-05-29]. Dostupné z: [https://encrypted-tbn2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQTdQIZVtjE79iR-iFSRWgzeepbYigtIywGiNEI-PuHxZ1HBczgGrgo\\_I1H](https://encrypted-tbn2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQTdQIZVtjE79iR-iFSRWgzeepbYigtIywGiNEI-PuHxZ1HBczgGrgo_I1H)
- [88] [Plavecký stadion - České Budějovice]. In: *Architectureweek.cz* [online]. Praha: Czech Architecture Week, 2008 [cit. 2020-04-07]. Dostupné z: [https://www.architectureweek.cz/wp-content/uploads/2017/11/009\\_Plaveck%C3%BD-stadion.jpg](https://www.architectureweek.cz/wp-content/uploads/2017/11/009_Plaveck%C3%BD-stadion.jpg)
- [89] Šanovská mušle. In: *Wikimedia Commons* [online]. Mountain View: Creative Commons CC0 License, 2018 [cit. 2020-04-07]. Dostupné z: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/26/%C5%A0anovsk%C3%A1\\_mu%C5%A1le2.jpg/800px-%C5%A0anovsk%C3%A1\\_mu%C5%A1le2.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/26/%C5%A0anovsk%C3%A1_mu%C5%A1le2.jpg/800px-%C5%A0anovsk%C3%A1_mu%C5%A1le2.jpg)
- [90] [Kostol Sedembolestnej Panny Márie]. In: *MAPOTIC* [online]. Praha: Mapotic, 2019 [cit. 2020-04-25]. Dostupné z: [https://images-cdn.mapotic.com/bound/1600x900/n/\\_p\\_/media/image/geo/3121/213225/img\\_7178f\\_cx5AsHA.jpg](https://images-cdn.mapotic.com/bound/1600x900/n/_p_/media/image/geo/3121/213225/img_7178f_cx5AsHA.jpg)
- [91] [Kostel sv.Václava a sv.Anežky]. In: *Jižní morava* [online]. Brno: Krajský úřad Jihomoravského kraje, c2001 [cit. 2020-04-24]. Dostupné z: <https://www.jizni-morava.cz/api/photo/18939?w=1000>



- [92] Odbavovací hala letiště Brno-Tuřany. In: *Archiweb* [online]. Brno: Archiweb, 2006 [cit. 2020-04-07]. Dostupné z: [https://www.archiweb.cz/cache/images/buildings/gallery/picture\\_913\\_1.jpg-1600x1200-odbavovaci-hala-letiste-brno-turany.jpg?algorithm=1&mtime=1160429259](https://www.archiweb.cz/cache/images/buildings/gallery/picture_913_1.jpg-1600x1200-odbavovaci-hala-letiste-brno-turany.jpg?algorithm=1&mtime=1160429259)
- [93] [Štramberská Trúba]. In: *Treking.cz* [online]. Ostrava: Treking.cz, 2009 [cit. 2020-04-07]. Dostupné z: <https://www.treking.cz/regiony/stramberska-truba3.jpg>
- [94] Kostel Panny Marie Strašnice. In: *Wikimedia Commons* [online]. Mountain View: Creative Commons CC0 License, 2014 [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/71/Kostel\\_Panny\\_Marie\\_Stra%C5%A1nice.JPG/800px-Kostel\\_Panny\\_Marie\\_Stra%C5%A1nice.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/71/Kostel_Panny_Marie_Stra%C5%A1nice.JPG/800px-Kostel_Panny_Marie_Stra%C5%A1nice.JPG)
- [95] Kostel sv. Václava - Břeclav. In: *KrásnéČesko.cz* [online]. Zábřeh: M.Kamler - KrasneCesko.cz, [2011] [cit. 2020-04-07]. Dostupné z: <https://www.krasnecesko.cz/foto/o35192-1-Kostel-sv.-Vaclava-Breclav.jpg>