

# Podrobná osnova SGEA

## Cvičení č. 1: Technická nivelace

1. Stanovení pravidel pro docházku na cvičení, nahrazování cvičení, udělení zápočtu, pomůcky potřebné na cvičení, odevzdávání domácích úkolů, přípravu na cvičení, dostupnou literaturu, konzultace
2. Nadmořské výšky – velmi stručné nastínění problematiky výšek, Bpv, ČSNS
3. Zadání DÚ 0: Vyhledat a vytisknout nivelační údaje k bodu dle vlastního výběru v ČR
4. Geometrická nivelace – nezákladnější princip se zaměřením na technickou nivelaci, popis přístrojů a pomůcek (dalekohled, paralaxa, kompenzátor, ustanovky...), urovnání přístroje, čtení na lati (kontrola)
5. Technická nivelace – postup měření krok po kroku
6. Zápis do zápisníku, výpočet, kritéria přesnosti. Dvě varianty:
  - a. měření tam a zpět ze známého bodu
  - b. pořad vetknutý mezi dva známé body
  - c. (zmínit uzavřený pořad – obdobný)
7. Během cvičení nebo na konci vyzkoušení ovládnutí a měření s přístroji

## Cvičení č. 2: Technická nivelace v terénu

1. Odevzdání DÚ 0
2. Zaměření 2 – 3 bodů bočně pomocí nivelačního oddílu/pořadu vedeného např. mezi body 34, 34a, 35, 36 (popř. uzavřený). Během měření aspoň částečné prostřídání pracovních úkonů (lať – měřič – zapisovatel).

Pokud se vyučující nedohodnou jinak, doporučené nivelační oddíly jsou:

B-967: 34 – 35

B-969: 35 – 34a

B-972: 34a – 34

3. Každá měřická skupina (max. 4 studenti) odevzdá na dalším cvičení správně vyplněný, vypočítaný (vyrovnaný) **adjustovaný** (vytažený a doplněný o další údaje) zápisník.

## Cvičení č. 3: Teodolity a totální stanice – seznámení

Studenti pracují s totální stanicí (s optickým nebo laserovým centrovačem, nejlépe Topcon GPT-2006 popř. Trimble M3) ve dvojicích až trojicích.

1. Kontrolní **test 1** – Výpočet nivelačního zápisníku (20 minut)
2. Teodolity a totální stanice – ukázka a seznámení s přístroji (princip, přesnosti)
3. Popis částí (stativ, trojnožka, limbus, alhidáda, dalekohled, **ustanovky** ...)

4. Cílení na jednotlivé typy cílů (ostření ryskového kříže, paralaxa, kontrola správného cílení každého studenta)
5. Optická a laserová centrace a horizontace (4 kroky, opakování)
6. Praktické vyzkoušení centrace a horizontce (kontrola každého studenta)
7. Praktické vyzkoušení základního ovládání (mechanika a optika), cílení

#### **Cvičení č. 4: Totální stanice – měření úhlů**

Studenti pracují s totální stanicí (Topcon GPT-2006 nebo Trimble M3) ve dvojicích, bez hodnocení.

1. Úhly a směry – pojmy, jednotky, převody, orientace
2. Jednoduché měření v jedné poloze, opakování správného cílení
3. Postup měření vodorovných směrů v jedné skupině
4. Zápis měření do zápisníku, výpočet zápisníku
5. Zenitové úhly – postup měření v obou polohách, cílení, měření výšky přístroje
6. Indexová chyba, zápis a výpočet zápisníku
7. Praktické měření – centrace a horizontace, doporučeno měřit Hz i V směry na 3 body ve třídě s uzávěrem, možnost kontroly pomocí údajů v učebně

#### **Cvičení č. 5: Totální stanice – měření délek**

Studenti pracují s totální stanicí (nejlépe Trimble M3) ve dvojici až trojici.

1. Kontrolní test 2 – Výpočet zápisníku Hz a V úhlů (20 minut)
2. Zadání DÚ 1 – Prostorová polární metoda (bez výkladu výpočtu, jen zadání, číslo zadání a kontrola na webu)
3. Základní princip elektronicko-optických dálkoměrů (EDM), odrazné hranoly apod.
4. Totální stanice – nastavení pro měření délek: atmosférická korekce (fyzikální redukce), přepínání bezhranolového a hranolového modu dálkoměru, nastavení konstanty hranolu
5. Totální stanice – praktické měření délek (šikmé, vodorovné, hranol/bezhranol)
6. Samostatné měření (dvojice až trojice) – úhly a hlavně délky ze stanoviska, kontrola pomocí údajů v učebně, doporučeno 3 body s uzávěrem – vodorovné a zenitové úhly, vodorovné délky, zápis do zápisníku

Poznámka: K totálním stanicím jsou kromě firemního manuálu podrobné návody na jednotlivá cvičení s TS a stručné manuály pro základní nastavení a operace (ve foliích ve skříni a na webu předmětu).

#### **Cvičení č. 6: Tachymetrie, interpolace**

Studenti pracují na jednom přístroji ve dvojici až trojici (Trimble M3).

1. Odevzdání DÚ 1 (polární metoda)
2. Stručný výklad tachymetrie – účel polárního mapování, postup, měření, volba bodů, výsledek
3. Interpolace vrstevnic – krátký výklad k podkladu, úpravě výsledku a obecným zásadám interpolace (podrobný výklad je součástí přednášky)
4. Zadání DÚ 2 – Interpolace vrstevnic v podkladu (provést ručně, podklad na webu)
5. Totální stanice – stručně o programovém vybavení, joby, projekty, paměťový manažer, komunikace s počítačem apod; vše již pouze Trimble M3
6. Totální stanice – měření s registrací (program pro sběr dat/měření bodů, vložení či výběr stanoviska, orientace, automatický výpočet souřadnic)
7. Praktické zaměření bodů (cca 5, měření na existující body, kontrola určených souřadnic ze seznamu či vzájemně, nakonec smazání Jobu/zakázky)

### Cvičení č. 7: Vytyčování

Studenti pracují na jednom přístroji ve skupině, nejlépe ve trojici (Trimble M3).

1. Odevzdání DÚ 2 (vrstevnice)
2. Zadání DÚ 3 – Výpočet výšek bodů na fasádě (č. zadání shodné s DÚ 1), stručný výklad
3. Krátká informace o vytyčování, polární vytyčovací prvky, princip výpočtu (bude v testu)
4. Ukázka vytyčovacího výkresu
5. Polární vytyčení bodů (jednoduchého obdélníkového objektu) totální stanicí venku (bez programu - z vytyčovacích prvků podle příslušných vytyčovacích schémat jako pro SG01)
6. Rozdělení do 3 skupin, stabilizace bodů měřickými jehlami, kontrolní oměrné pásmem, odch. do cca 2 cm
7. Výsledkem bude za skupinu vytyčovací schéma doplněné o datum vytyčení a hodnoty kontrolních oměrných, podpisy

<i>Učebna</i>	<i>Lokalita, stanoviska (vše před budovou B Fsv)</i>
B-967	body 4002, 4003 a 4004
B-969	body 4019, 4020 a 4021
B-972	body 4022, 4023 a 4024

### Cvičení č. 8: GNSS, komplexní úloha

1. Odevzdání 3. DÚ – Výpočet výšek bodů na fasádě

2. Kontrolní test 3 – Výpočty v souřadnicích (prostorová polární metoda, vytyčování ze souřadnic, 30 minut)
3. Zadání Komplexní praktické úlohy (informace na příští cvičení, aby se mohlo jít co nejdříve měřit) – krátké zopakování zásad tachymetrie a mapování
4. Princip GNSS a využití v geodézii (RTK aj.), ukázka Trimble GeoXR
5. Krátká ukázka GNSS (RTK) na střeše

## Cvičení č. 9: Komplexní praktická úloha - nivelace

Studenti pracují ve skupinách (nejlépe 3 skupiny).

1. Rozdělení studentů do měřických čt (3 – 4 studenti) a zadání úkolu
  - a. Výškové připojení jednoho (svého) pevného bodu (tam – zpět nebo vetknutý)
  - b. Nebo určení výšek ostatních pevných bodů (minimálně uzavřený pořad, nejlépe měřený tam a zpět)
2. Zpracování a výpočet výšek v zápisníku včetně adjustace
3. Odevzdání technické zprávy s výslednými výškami Bpv a adjustovaného zápisníku na dalším cvičení. Výšky použijí pro tachymetrii

Pokud se vyučující nedohodnou jinak, níže jsou uvedené doporučené lokality pro komplexní úlohu:

<i>Učebna</i>	<i>Lokalita</i>
B-967	Před Masarykovou kolejí – horní část (body 4015, 4016, 4017, 4018)
B-969	Před Masarykovou kolejí – dolní část (body 4010, 4011, 4012, 4013)
B-972	Park I. Gandhíové (body 4025 – 4028 nebo 4001 – 4009)



## Cvičení č. 10: Komplexní praktická úloha - totální stanice

Studenti pracují ve skupinách s totální stanicí Trimble M3 (nejlépe 3 skupiny).

1. Odevzdání technické zprávy a zápisníku z nivelace
2. Rozdělení studentů do měřických čt (3 – 4 studenti, nejlépe jako minule)
3. Nahrání či ruční zadání potřebných souřadnic do totální stanice vč. výšek z nivelace (lze provést až v terénu)
4. Centrace a horizontce totální stanice na stanovisku (na zvoleném pevném bodu), registrace stanoviska, orientace na jeden z pevných bodů (V nouzi lze použít i volné stanovisko.)
5. Měření **polohopisu a výškopisu** (tachymetrie) maximálně v rozsahu obrázku v návodu, cca 30-40 podrobných bodů
6. Stažení souborů měření a souřadnic (popř. i DXF), příprava PDF v měřítku pro tisk (zajistí učitel, např. v sw. Groma), nakonec smazání Jobu/zakázky
7. Domácí zpracování: vynesení podkladu na formát A4 v měřítku 1:500 (popř. 250), může být výtisk z CADu - pouze body.

## Zpracování komplexní praktické úlohy (doma)

1. Výsledkem je odevzdání desek **za měřickou četu**, které obsahují:
  - a. obsah,
  - b. seznam členů měřické skupiny,
  - c. technická zpráva,
  - d. adjustovaný měřický náčrt,
  - e. vrstevnicový plán/mapa zaměřeného území (tzn. polohopisná kresba, vrstevnice, popis) **za každého jednotlivce** (1:500, 1:250, A4, max A3).

## Cvičení č. 11: Zaměření interiéru

1. Odevzdání Komplexní úlohy
2. Informace a zadání k úloze Zaměření interiéru (převzato z GD Arch - ing. Křemen 2014):
  - a. Seznámení s předpisy o dokumentaci skutečného provedení (na přednáškách).
  - b. Zadání zaměření interiéru: studenti se rozdělí na dvě skupiny, každá skupina provede své měření a vypracování technické zprávy.
  - c. Lokalita: okolí schodišťových šachet v 8. a 9. podlaží v budově B. Učebna B967 – zadní schodiště – od oken po výtahové šachty; učebna B969 – prostřední schodiště – od dilatace po výtahové šachty; učebna B972 – přední schodiště – od oken po první dvojici výtahových šachet.
  - d. Rozsah měření: půdorys 1:50; řez schodištěm v rozsahu jednoho podlaží 1:50; detail schodnice 1:10.
  - e. Vysvětlit postup měření, vedení polního náčrtu. Předpokládá se pravoúhlost stavební konstrukce, měřit se budou vodorovné a svislé kóty (v případě potřeby i šikmé – detail), pomůcky disto a 2x svinovací 5m.
  - f. Výstupem bude technická zpráva za skupinu obsahující požadovanou výkresovou dokumentaci.
  - g. Doporučení: je vhodné studenty dopředu seznámit s místem jejich měření, aby si z časových důvodů předem připravili náčrt lokality.
3. Praktické zaměření interiéru: jednotlivé skupiny studentů zaměří svou lokalitu. Studenti pracují ve skupinách (2 až 4 skupiny).
4. Vybavení do skupiny: Disto, 2x svinovací 5m. Předpoklad pravoúhlosti stavební konstrukce.
5. Do připraveného náčrtu zapíší potřebné změřené kóty.
6. Výstup: za celou skupinu, TZ, náčrt, výkresy – půdorys 1:50, nárys:1:50 a detail 1:10.
7. Informování studentů o pomůckách pro práci na 12. cvičení: Práce s mapou. Každý student si na cvičení donese:
  - a. pravítko (nejlépe délky 50 cm),
  - b. průhledné měřítko délky 10 – 30 cm,
  - c. pauzovací papír formátu A4,

- d. spinky nebo klipsny pro upevnění papíru,
- e. tužku, kalkulačku, kancelářský papír, poznámky.

## **Cvičení č. 12: Práce s mapou, (zápočet)**

Studenti pracují ve dvojicích.

1. Odevzdání úlohy Interiér
2. Rozdání pracovních pomůcek:
  - a. mapový list Základní mapy 1:10 000,
  - b. ryskový planimetr – vytištěný rastr na fólii.
3. Seznámení studentů s využitím mapových podkladů a s principy práce s mapou
4. Ukázka pomůcek pro práci s mapou (pravítka, trojúhelníčky, vernier, planimetry nitkové, polární a digitální aj.)
5. Vlastní práce s mapou (dle možností si některé úlohy studenti sami vyzkouší):
  - a. Určení délkové srážky mapy
  - b. Určení plošné srážky mapy
  - c. Určení výšky bodu
  - d. Určení sklonu terénu
  - e. Vyhledání čáry stejného spádu
  - f. Určení plochy ryskovým planimetrem
  - g. Výpočet kubatur

## **Cvičení č. 13: Resty, zápočty**

Toto cvičení často odpadne.

## Výšky nivelačních bodů v okolí Fakulty stavební

Číslo bodu	Výška [Bpv]
Bi16-37	217,583 m
Bi16-36	216,980 m
Bi16-35	216,856 m
Bi16-34	223,370 m
Bi16-33	228,250 m
34A	222,149 m
341 (vlevo od dveří FSV)	225,273 m



## Vzor testu: Niveláčn zápisník

Je k dispozici celkem 12 zadání i s výsledky.

Určete výšky prestavovch bod 1, 2, 3 a bod 4 a 5 určených bočn. Jedná se o vložený niveláčn pořad mezi dva trvale stabilizované body technické nivelace. Proveďte otestování, zda niveláčn pořad odpovídá požadované přesnosti.

Výška bodu 10  $H_{10} = 312,102 \text{ m}$

Výška bodu 11  $H_{11} = 311,434 \text{ m}$

Číslo bodu		Čten na lati			Nadmořsk výška	Nadmořsk výška bodu		Poznámka
přestavovho	bočnho	vzad +	vpřed -	bočn -	horizontu stroje	přestavovho	určeného bočn	
10		1,356						20 m
1			1,589					20 m
		1,417						35 m
2			1,844					35 m
		1,243						40 m
3			1,116					40 m
		1,280						25 m
	4			2,003				
	5			0,775				
11			1,421					25 m

# Vzor testu: Zápisník vodorovných směrů a zenitových úhlů

Je k dispozici celkem 12 zadání i s výsledky.

Vypočtete výsledné směry, zenitové úhly vč. indexových chyb.

Stanovisko		Vodorovné směry													
číslo (1)	výška stroje (2)	Směr na bod č. (3)	Pobíha (4)	1.skupina			průměr prostý redukováný		2.skupina			průměr prostý redukováný		(6) + (8)	
				g	c	cc						Z			
				(5)			(6)		(7)			(8)		(9)	
11	13 Kleopatřin vrch	I	I	0	00	60	00	51							
				II	200	00	42	00	00					0	00
	28 U Lví sochy	I	I	95	27	30	27	06							
				II	295	26	82	26	55					95	26
	2 Pyramida	I	I	122	00	38	00	25							
				II	322	00	12	99	74					121	99
	70 Nílský pahorek	I	I	199	99	96	00	12							
				II	0	00	28	99	61					199	99
	952 U Sfingy	I	I	251	35	70	35	84							
				II	51	35	98	35	33					251	35
	13 Kleopatřin vrch	I	I	0	00	34	00	47							
				II	200	00	60	99	96					399	99

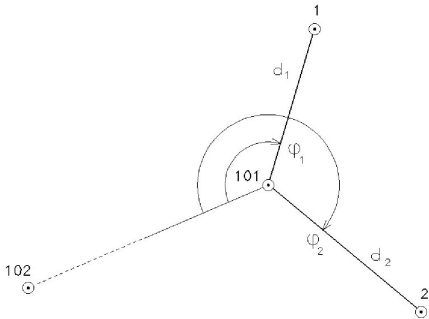
Zenitové vzdálenosti z									
Výška cílové značky (10)	Pobíha (11)	Zápis			z				
		g	c	cc					
		(12)			(13)				
	I	I	101	26	35	101	26	39	
		II	298	73	57				
		Σ	399	99	92				
	I	I	86	75	47	86	75	42	
		II	313	24	63				
		Σ	400	00	10				
	I	I	121	68	56	121	68	59	
		II	278	31	38				
		Σ	399	99	94				
	I	I	105	47	56	105	47	54	
		II	294	52	48				
		Σ	400	00	04				
	I	I	73	89	27	73	89	32	
		II	326	10	63				
		Σ	399	99	90				
	I	I							
		II							
		Σ							

## Vzor testu: Souřadnicové výpočty

Je k dispozici celkem 12 zadání i s výsledky.

### 1. VÝPOČET VYTYČOVACÍCH PRVKŮ

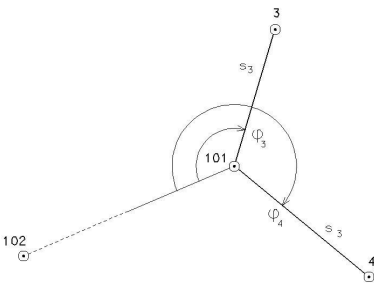
Vypočtete polární vytyčovací prvky podrobných bodů 1 a 2, tedy  $\phi_1$ ,  $\phi_2$ ,  $d_1$ ,  $d_2$ , jsou-li známy pravoúhlé souřadnice stanoviště 101 i souřadnice podrobných bodů 1 a 2. Vytyčení směrů provedte od orientace 102 (její souřadnice jsou také známy). Pro vytyčení budete mít k dispozici totální stanici (úhlové jednotky – gony).



Bod	Y [m]	X [m]
101	3194,95	2165,37
102	3401,30	2254,16
1	3155,01	2030,80
2	3063,48	2274,73

### 2. VÝPOČET PRAVOÚHLÝCH PROSTOROVÝCH SOUŘADNIC

Vypočtete pravoúhlé souřadnice podrobných bodů 3 a 4 v lokálním systému stanoviště 101 a orientace 102, tedy  $X_3$ ,  $Y_3$ ,  $Z_3$ ,  $X_4$ ,  $Y_4$ ,  $Z_4$ , jsou-li známy měřené veličiny. Zaměření bylo provedeno totální stanicí. Souřadnice X a Y bodů 101 a 102 jsou totožné s příkladem č. 1.



výška stanoviště 101 :  $Z_{101} = 205,11$  m

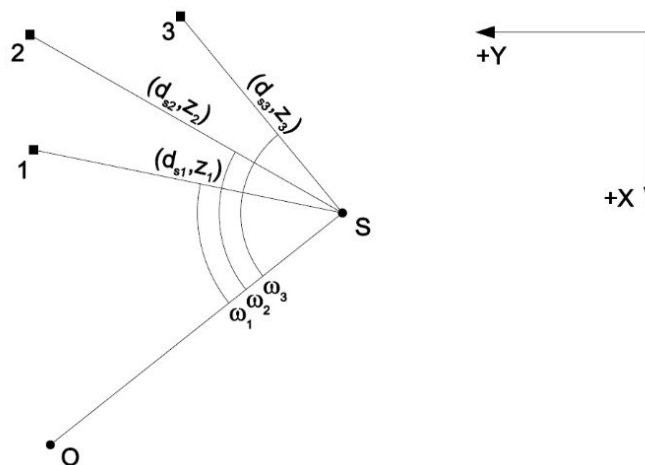
výška přístroje na stanovišti  $v_p$  : 1,42 m

Bod	vodorovný směr $\phi$ [gon]	zenitový úhel $z$ [gon]	šikmá délka $s$ [m]	výška cíle $v_c$ [m]
3	150,4123	90,4321	60,53	1,20
4	263,8671	105,6783	108,32	1,50

## Zadání domácího úkolu: Prostorová polární metoda

### Zadání:

Na stanovisku S byla zcentrována a zhorizontovaná totální stanice. Byla určena výška přístroje  $v_p$ , zaměřena orientace na bod O a dále provedeno podrobné měření na body 1, 2 a 3. Při měření podrobných bodů byla měněna výška cíle  $v_c$ . Ze známých prostorových souřadnic stanoviska  $X_S, Y_S, H_S$  a bodu orientace  $X_O, Y_O, H_O$  a měřených vodorovných úhlů  $\omega_i$ , zenitových úhlů  $z_i$  a šikmých délek  $d_{si}$  vypočtete prostorové souřadnice jednotlivých podrobných bodů. Veškeré hodnoty délkových veličin a souřadnic zaokrouhlete s přesností na 0,001m, hodnoty úhlových veličin na 0,0001gon!



*Obrázek je pouze ilustrativní a neodpovídá situaci konkrétního zadání*

### Kontrola DÚ:

Je k dispozici 500 variant zadání a webová kontrola pro studenty ([http://k154.fsv.cvut.cz/vyuka/ostatni/kontrola/sgea\\_kontr1.php](http://k154.fsv.cvut.cz/vyuka/ostatni/kontrola/sgea_kontr1.php)). K vypracovanému úkolu studenti doplní ověřovací kód. Ten učitel porovná s platným seznamem kódů pro daný semestr. Generuje se programem genkod.exe (svépomocí nebo dodá vedoucí cvičení). Kontrolu je tak možno provést podle výsledků (HTML soubor lze otevřít ve webovém prohlížeči): <https://drive.google.com/file/d/0B7ZnKLgDunLvWnZfLXdyQIQ2ZnM/view?usp=sharing>

# Zadání domácího úkolu: Výpočet výšek bodů na fasádě

## Zadání:

Určete relativní výšky 3 nepřístupných bodů (A, B, C) na stavebním objektu vztažené k referenčnímu bodu na objektu. Vzdálenosti určete metodou nepřímého určení s pomocnou základnou.

- Základna byla zvolena rovnoběžně s frontou zaměřovaného objektu a dočasně stabilizována. Vzdálenost mezi krajními body základny L a P byla dvakrát změřena pásmem ve vodorovné poloze (dLP a dPL).
- Byla určena výška horizontů teodolitů vzhledem k zvolenému referenčnímu bodu (práh vstupních dveří) a to tak, že bylo určeno čtení (z obou stanovisek) při vodorovné záměře v I. i II. poloze dalekohledu na nivelační lať postavenou na referenčním bodě (IL1, IL2, IP1, IP2).
- Na koncových bodech základny L a P byly dostředěny a urovňány teodolity a provedena jejich vzájemná orientace (cíleno na sousední stanovisko).
- Byly změřeny vodorovné úhly mezi orientací a všemi určovanými body ( $\omega_L$  a  $\omega_P$ ).
- Pro určení výšek nepřístupných bodů na fasádě k nim byly změřeny z obou stanovisek zenitové úhly v obou polohách dalekohledu (ZL1, ZL2, ZP1, ZP2).

Výpočty a výsledky uspořádejte do přehledné tabulky, uveďte postup a vzorce použité pro výpočet.

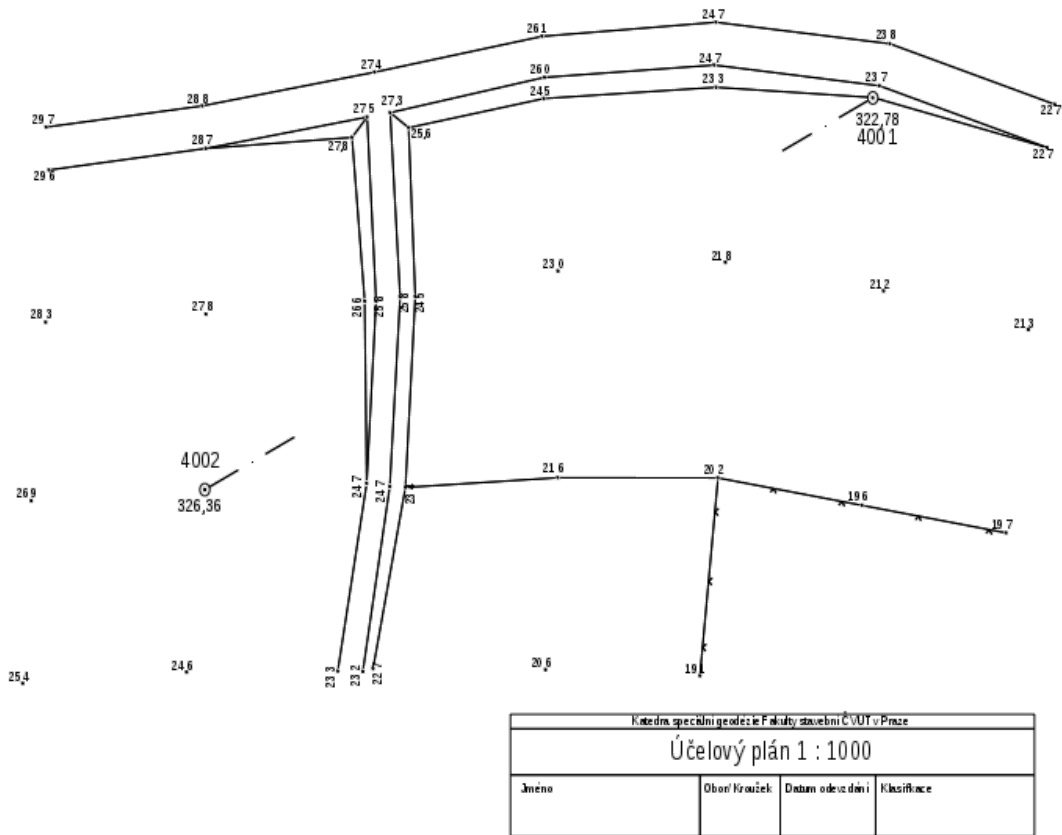
## Příklad číselného zadání:

```
-----  
Zadani c. 1 :  
dLP[m]=15.52 dPL[m]=15.54 lL1[m]=1.482 lL2[m]=1.485 lP1[m]=1.784  
lP2[m]=1.783  
omegaLA[gon]=345.8815 omegaLB[gon]=347.0115 omegaLC[gon]=348.0165  
omegaPA[gon]= 80.0105 omegaPB[gon]= 82.1130 omegaPC[gon]= 83.1180  
ZLA1[gon]= 86.3870 ZLB1[gon]= 84.3745 ZLC1[gon]= 90.5020 ZPA1[gon]= 84.2362  
ZPB1[gon]= 81.2921 ZPC1[gon]= 88.9131  
ZLA2[gon]=313.5930 ZLB2[gon]=315.6055 ZLC2[gon]=309.4680 ZPA2[gon]=315.7938  
ZPB2[gon]=318.7279 ZPC2[gon]=311.1169  
-----
```

## Kontrola DÚ:

Je k dispozici 500 variant zadání a webová kontrola pro studenty. K vypracovanému úkolu studenti doplní ověřovací kód. Ten učitel porovná s platným seznamem kódů pro daný semestr. Generuje se programem genkod.exe (svépomocí nebo dodá vedoucí cvičení).

## Podklad pro domácí úkol: Interpolace vrstevnic



Další přílohy na Uschovna K154, Cesnet K154 a na Google Drive K154, OneDrive ČVUT