



**Středoškolská technika 2016**

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

# **Vybudování bodového i výškového pole na pozemku GSPŠ Duchcov**

**Adéla Lepeyová, Petr Suchý**

**Gymnázium a Střední průmyslová škola, Duchcov,  
Masarykova 12, 419 01 Duchcov**

## Obsah

1 Úvod .....	3
2 Geodetické body .....	3
2.1 Polohové bodové pole.....	3
2.2 Výškové bodové pole .....	5
3 Tvorba bodového pole .....	8
3.1 Geodetické údaje o PBPP .....	8
3.2 Polohové zaměření.....	9
3.3 Výškové body .....	9
4 Závěr.....	9
5 Použité zdroje.....	10
6 Přílohová část .....	11
6.1 Zápisník měřených vodorovných směrů .....	11
6.2 Zápisník podrobného měření .....	12
6.3 Seznam souřadnic .....	13
6.4 Nivelační zápisník .....	14
6.5 Geodetické údaje .....	16
6.6 Náčrt bodového pole.....	17
6.7 Fotografie zaměřovaného území .....	18
6.9 Originál zaměřovaného území v měřítku 1:500 .....	19

## **1 Úvod**

V roce 2012 byly Střední průmyslová škola a Gymnázium sloučeny v jeden právní objekt a došlo k sestěhování obou škol do budovy gymnázia. Tím se stalo, že SPŠ přišla o bodové pole, které bylo na půdě školy. Bodové pole bude sloužit pro další ročníky geodetů na naší škole. U nového bodového pole je nutné určit souřadnice a nadmořské výšky těchto bodů. Bodové pole zatím vytváříme na hřišti a v okolí školy. Bodové pole je zaměřeno teodolitem a pásmem. Nadmořská výška je měřena technickou nivelací. K bodovému poli jsou zhotoveny geodetické údaje o PBPP.

V budoucnu bychom rádi rozšířili body i dovnitř budovy školy.

## **2 Geodetické body**

Geodetický bod je trvale stabilizovaný (popř. i trvale signalizovaný) bod, který je určen souřadnicemi, nadmořskou výškou, přesností.

Veřejně přístupnou databázi geodetických bodových polí v Česku spravuje Český úřad zeměměřický a katastrální.

Geodetické body jsou polohové, výškové a tíhové, které tvoří bodová pole a geodetické sítě. Každý bod má číslo, případně název. Ke každému bodu se vyplňují geodetické údaje.

### **2.1 Polohové bodové pole**

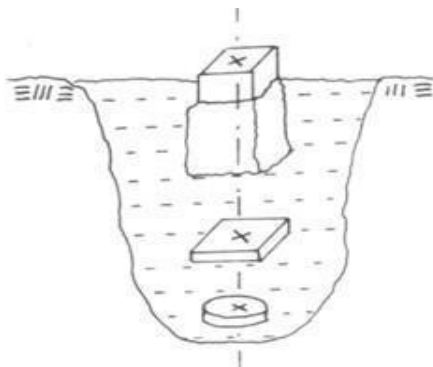
Polohové bodové pole rozdělujeme na základní bodové pole, zhušťovací body a body podrobného polohového pole.

Do základního polohového bodového pole (ZPBP) patří:

- referenční síť nultého řádu;
- astronomicko-geodetické síť (AGS);
- České státní trigonometrické síť (ČSTS);
- geodynamické síť.

Síť se člení na pět řádů, body nižšího řádu plošně zhušťují bod řádu vyššího. Jde o princip „z velkého do malého“. Hustota bodů V. řádu je 1 - 3 km.

Stabilizace ZPBP se skládá z 1 povrchové a 2 podzemních značek (nad sebou). Povrchová je tvořena kamenným (žulovým) hranolem délky 0,8 m s opracovanou hranou tvaru krychle o straně 0,8 m s vytesaným křížkem. Podzemní je kamenná a skleněná deska s křížkem.



Obr. 1 – Stabilizace bodu do země

Stabilizace geodetických bodů se rozděluje na trvalé a dočasné.

- trvalé - měřické věže, věže kostelů;
- dočasné - výtyčky umístěné ve stojánku, stativy s terčem nebo odrazným hranolem, hrot měřického hřebu nebo tužky.

Vždy jsou chráněny štítkem s upozorněním „Státní nivelace - Geodetický bod - Poškození se trestá“.



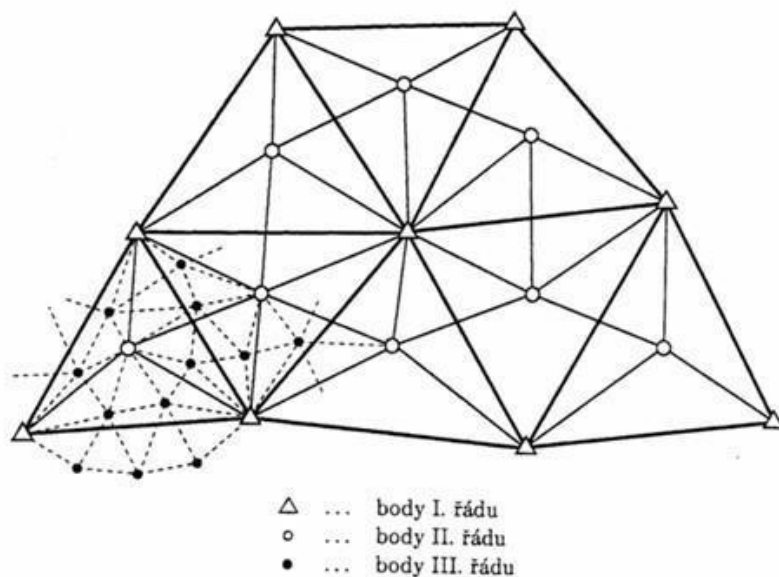
Obr. 2 – Stabilizace polohového bodu



Obr. 3 – Signalizace bodu

Podrobné polohové bodové pole (PPBP):

- je trvale stabilizováno a slouží pro připojení měřické sítě pomocí geodetických přístrojů pro realizaci měřičských, vytyčovacíh a kontrolních geodetických prací;
- PPBP se buduje v souřadnicovém systému Jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK);
- doporučená hustota bodů v členitém terénu je po 200 m, v polním terénu alespoň 1 km;
- jsou stabilizovány patníkem, hřebem do asfaltu,...



Obr. 4 – Dělení bodového pole

## 2.2 Výškové bodové pole

Výškový systém používaný na našem území je výškový systém – Balt po vyrovnání. Výchozí (nulový) bod je v Kronštatu. Výšková měření se připojují na pevné výškové body, které tvoří výškové bodové pole a to je rozděleno na základní a podrobné bodové pole.

Základní:

- základní nivelační body, tvoří 11 bodů rozmístěných na území ČR, kde se nepředpokládají geologické posuny. Základní výškový bod je bod Lišov u Českých Budějovic (1889);
- body České státní nivelační sítě (ČSNS) I. až III. řádu;
- ZNB a ČSNS I. a II. řádu jsou určeny velmi přesnou nivelací. ČSNS III. řádu jsou určeny přesnou nivelací (PN).

Podrobné:

- body ČSNS IV. řádu a jsou určeny přesnou nivelací;
- body plošných nivelačních sítí;
- stabilizované body technických nivelací.

Výškové body jsou určeny tak, aby byla jejich průměrná vzájemná vzdálenost v terénu od sebe menší než 1 km, na nepřehledné ploše okolo 300 m.

Stabilizace jsou dány vyhláškou č. 31/1995 Sb. Využívá se vhodných přírodních útvarů, které se případně přizpůsobí. Pro ZNB se například využívá vybroušená ploška 15x15 cm na rostlé skále.

Body jsou stabilizovány značkami čepovými a hřebovými. Značky se osazují do skály, podsklepených budov, pilířů mostů nebo do nivelačních kamenů.

**Značky čepové** se osazují se zбоку, asi 0,5 m nad terénem, **značky hřebové** se osazují se shora.



Obr. 5 – Značka čepová, detail



Obr. 6 – Značka hřbová, detail



Obr. 7 – Označení nivelačních bodů

Metody určování výšek jsou:

- barometrická a hydrostatická nivelace;
- trigonometrie;
- geometrická nivelace;
- GNSS (globální navigační satelitní systém).

Nejpoužívanější metodou je geometrická nivelace. Výběr metody záleží na přesnosti, s jakou chceme získat výšku bodu.

**Technická nivelace** je nejběžnější druh nivelace, postačuje pro většinu technických úkolů a pro určení nadmořské výšky některých bodů v podrobném výškovém bodovém poli. Není určena pro měření v sítích I / IV. rádu. Používají se latě s pevnou patkou a lehké nivelační podložky.

Rozlišujeme:

- základní přesnost - latě skládací, zasouvací či sklopné nemusí být vybaveny krabicovou libelou. Délka záměr v rovinném terénu až 120 m, záměry se nerozměřují ani nekrokují. Nivelační oddíl měříme jedenkrát, u volných pořadů dvakrát. Základním kritériem přesnosti je mezní odchylka  $\rightarrow D_{\max} (\text{mm}) = 40 \sqrt{R}$  ( $R$ =délka nivelačního pořadu v km);
- zvýšenou přesnost - latě kvalitnější, nejlépe celistvé, vybavené krabicovou libelou. Při použití dvou latí má sudý počet sestav. Délka záměr 80 m, lépe však 40–50m. Sestavy se půlí krokováním. Délka záměry nad terénem nesmí klesnout pod 0,3 m. Nivelační oddíl vždy tam a zpět. Základním kritériem je mezní odchylka  $\rightarrow D_{\max} (\text{mm}) = 20 \sqrt{R}$ .

**Přesná nivelace** je metoda, pomocí níž se zjišťují nadmořské výšky v pořadech III. a IV. řádu nebo i při speciálních pracích vyšší přesnosti, spadajících do oblasti inženýrské geodézie (např. měření deformací stavebních objektů). Záměry vpřed a zpět v téže sestavě mají být v přímce, nemají přesahovat délku 50 m, záměra proti svahu má být aspoň 50 cm nad terénem. Niveluje se tam a zpět při PN třeba i týž den, ale v jinou denní dobu. Používá se nivelační lať z jednoho kusu s dvěma vzájemně posunutými stupnicemi a krabicovou libelou pro spolehlivé postavení do svislé polohy.

Při použití dvou latí musí být vždy sudý počet sestav. Staví se na kovové podložky kotoučovitého tvaru se 3 hroty na zaražení do země. Stativy se používají pevné. Záměry se rozměřují pásmem s přesností na 10 cm.

### **3 Tvorba bodového pole**

Hlavní cíl celé práce byl vytvoření bodového pole na pozemku školy. Bodové pole bude sloužit pro další studenty, kteří na naší škole studují. Naše práce započaly již v prvním ročníku. Polohově jsme zaměřili všechny body námi vytvořeného bodového pole. Pomocí polární metody jsme aktualizovali plán celého dvora školy. Také jsme vytvořili geodetické údaje o PBPP všech bodů, ze kterých je měřeno. Ve druhém ročníku jsme zaměřili výšky jednotlivých bodů.

#### **3.1 Geodetické údaje o PBPP**

Geodetické údaje o **podrobném bodu polohového pole** jsou údaje o daném bodu. Údaje obsahují:

- nadmořskou výšku – výška měřená od nulové hladinové plochy. Nulová hladinová plocha je moře, závazný systém pro Českou republiku je Balt po vyrovnání (BpV);
- místopisný náčrt – kde je zaznamenána poloha bodu od okolních bodů, např. rohu budovy,...
- stabilizace bodu – popisuje způsob stabilizace, např. patník, hřeb, ...
- náčrt nebo detail – přesnější zobrazení pomůcky stabilizace;
- souřadnice – uvedeného v systému J-STSK. Česká republika má souřadnice x, y plusové (souřadnice se dají vyjádřit v stupních a grádech);
- poznámky – doplňují stav nebo důležité informace o bodu.

Geodetické údaje o PBPP jsou uvedeny v Přílohové části (viz s. 24-27).



### **3.2 Polohové zaměření**

Pro polohové zaměření jsme použili měření v řadách a skupinách. Měřili jsme ve dvou skupinách vteřinovým přístrojem Theo 010. Vzdálenosti jsme zaměřili pásmem tam a zpět. Jsou zapsány v zápisníku podrobného polohového měření (viz s. 18 - 20).

Dalším důvodem, proč bychom chtěli na práci pokračovat i v dalším ročníku, je použití přesnějších přístrojů a porovnání přesnosti našeho měření. Souřadnice bodů byly vypočítány na PC, v geodetickém programu Groma. Seznam výsledných souřadnic včetně náčrtu v měřítku 1:500 je v příloze.

### **3.3 Výškové body**

Výšky bodů jsme měřili technickou nivelací. Měření jsme připojili na body výškového bodového pole, mezi body BZ2-14.1(kino) a 4001(stavidlo Barbory) Pro kontrolu jsme měřili i převýšení mezi jednotlivými body. V létě bychom chtěli výšky ještě překontrolovat přesnou nivelací.

## **4 Závěr**

Naše bodové pole „zatím“ obsahuje sedm základních bodů a několik bodů podrobných, které byly stabilizovány pouze dočasně při hodinách praxe. Máme jejich geodetické údaje, souřadnice v systému JTSK a výšky v systému Balt po vyrovnání. Práce také obsahuje aktualizovaný náčrt hřiště a okolí školy, na kterém bodové pole leží. Souřadnice a geodetické údaje jsou k nalezení v přílohové části. Veškeré body byly polohově zaměřeny s přesností na centigrády (<sup>cc</sup>) a výškově technickou nivelací na milimetry (mm). Měřický náčrt je zhotoven v dopustných odchylkách.

Věříme, že naše práce bude přínosná v hodinách praxe pro studenty GSPŠ Duchcov. V budoucnu bychom proto chtěli připojit vytvořené bodové pole s bodovým polem přímo uvnitř budovy školy a připojit na bodové pole v Zámecké zahradě.

## 5 Použité zdroje

### Literatura:

- BENDA, J. *Učební texty z předmětu mapování 3/2*. Duchcov: GSPŠD 2008. 24 s.
- Kolektiv autorů. *Učební texty z předmětu geodézie*. Duchcov: GSPŠD 2012. 94 s.
- Kolektiv autorů. *Učební texty z předmětu geodézie: 2. ročník*. Duchcov: GSPŠD 2012. 95 s.
- MAŠÍN, Z. a kol. *Geodézie*. 2. přepracované vydání. Praha: Kartografie, 1978. 380 s. ISBN 29-904-78.

### Internetové zdroje:

- *Bodová pole, souřadnicové výpočty*. [online]. [2016-29-02].  
URL:<<http://slideplayer.cz/slide/2296301/>>.
- *Měřické věže*. [online]. [2016-29-02].  
URL:<[http://www.krusnohorsky.cz/image/200905150756\\_triangelulacni-vez.jpg](http://www.krusnohorsky.cz/image/200905150756_triangelulacni-vez.jpg)>.

### Fotografie:

- Obr. 2, 3, 12, 13, 14 – ze soukromého archivu autorky.
- Obr. 1, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 – viz internetové zdroje *Bodová pole, souřadnicové výpočty*.
- Obr. 4 – viz internetové zdroje *Měřické věže*.

## 6 Přílohová část

### 6.1 Příklad zápisníku měřených vodorovných směrů

stanovisko	Směr na bod	poloha	vodorovný směr 1.skupina			Průměr redukce			vodorovný směr 2.skupina			Průměr redukce			Průměr ze skupin		
			g	c	cc	g	c	cc	g	c	cc	g	c	cc	g	c	cc
605	33	I	0	06	25	0	06	07	100	50	47	100	50	29			
		II	200	05	89	<b>0</b>	<b>00</b>	<b>00</b>	300	50	11	<b>0</b>	<b>00</b>	<b>00</b>	<b>0</b>	<b>00</b>	<b>00</b>
	602	I	30	60	55	30	60	18	131	04	52	131	04	30			
		II	230	59	81	<b>30</b>	<b>54</b>	<b>11</b>	331	04	08	<b>30</b>	<b>54</b>	<b>01</b>	<b>30</b>	<b>54</b>	<b>20</b>
	603	I	112	58	74	112	58	50	213	02	85	213	02	60			
		II	312	58	26	<b>112</b>	<b>52</b>	<b>43</b>	13	02	35	<b>112</b>	<b>52</b>	<b>31</b>	<b>112</b>	<b>52</b>	<b>55</b>
	266.3	I	125	84	98	125	84	55	226	29	29	226	28	99			
		II	325	84	12	<b>125</b>	<b>78</b>	<b>48</b>	26	28	69	<b>125</b>	<b>78</b>	<b>70</b>	<b>125</b>	<b>78</b>	<b>25</b>
	266	I	126	48	12	126	47	82	226	92	36	226	91	98			
		II	326	47	52	<b>126</b>	<b>41</b>	<b>75</b>	26	91	60	<b>126</b>	<b>41</b>	<b>69</b>	<b>126</b>	<b>41</b>	<b>80</b>
	604	I	161	52	01	161	51	59	261	96	17	261	95	92			
		II	361	51	17	<b>161</b>	<b>45</b>	<b>52</b>	61	95	67	<b>161</b>	<b>45</b>	<b>63</b>	<b>161</b>	<b>45</b>	<b>40</b>
	696	I	163	87	97	163	87	72	264	32	06	264	31	83			
		II	363	87	47	<b>163</b>	<b>81</b>	<b>65</b>	64	31	60	<b>163</b>	<b>81</b>	<b>54</b>	<b>163</b>	<b>81</b>	<b>75</b>
	606	I	243	96	05	243	95	77	344	40	15	344	39	94			
		II	43	95	49	<b>243</b>	<b>89</b>	<b>70</b>	144	39	73	<b>243</b>	<b>89</b>	<b>65</b>	<b>243</b>	<b>89</b>	<b>75</b>
607	I	247	88	31	247	88	10	348	32	46	348	32	24				
	II	47	87	89	<b>247</b>	<b>82</b>	<b>03</b>	148	32	02	<b>247</b>	<b>81</b>	<b>95</b>	<b>247</b>	<b>82</b>	<b>10</b>	
601	I	365	67	10	365	66	85	66	11	43	66	11	00				
	II	165	66	60	<b>365</b>	<b>60</b>	<b>78</b>	266	10	57	<b>365</b>	<b>60</b>	<b>71</b>	<b>365</b>	<b>60</b>	<b>85</b>	
33	I	0	06	50	0	06	34	100	50	58	100	50	26				
	II	200	06	18	<b>0</b>	<b>00</b>	<b>27</b>	300	49	94	<b>399</b>	<b>99</b>	<b>97</b>	<b>0</b>	<b>00</b>	<b>12</b>	
606	266	I	399	99	90	0	00	09	100	06	02	100	05	95			
		II	0	00	28	<b>0</b>	<b>00</b>	<b>00</b>	100	05	87	<b>0</b>	<b>00</b>	<b>00</b>	<b>0</b>	<b>00</b>	<b>00</b>
	696	I	5	67	53	5	67	31	105	73	56	105	73	23			
		II	205	67	09	<b>5</b>	<b>67</b>	<b>22</b>	305	72	90	<b>5</b>	<b>67</b>	<b>28</b>	<b>5</b>	<b>67</b>	<b>16</b>
	4001	I	189	47	98	189	47	70	289	53	71	289	53	47			
		II	389	47	42	<b>189</b>	<b>47</b>	<b>61</b>	89	53	23	<b>189</b>	<b>47</b>	<b>52</b>	<b>189</b>	<b>47</b>	<b>70</b>
	607	I	318	21	60	318	21	41	18	27	45	18	27	16			
		II	118	21	22	<b>318</b>	<b>21</b>	<b>32</b>	218	26	86	<b>318</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>318</b>	<b>21</b>	<b>42</b>
	602	I	320	91	58	320	91	46	20	97	56	20	97	27			
		II	120	91	34	<b>320</b>	<b>91</b>	<b>37</b>	220	96	97	<b>320</b>	<b>91</b>	<b>32</b>	<b>320</b>	<b>91</b>	<b>41</b>
	605	I	326	72	39	326	72	20	26	78	12	26	77	95			
		II	126	72	00	<b>326</b>	<b>72</b>	<b>11</b>	226	77	78	<b>326</b>	<b>72</b>	<b>00</b>	<b>326</b>	<b>72</b>	<b>22</b>
	266.3	I	399	82	97	399	82	84	99	88	99	99	88	77			
		II	199	82	71	<b>399</b>	<b>82</b>	<b>75</b>	299	88	55	<b>399</b>	<b>82</b>	<b>82</b>	<b>399</b>	<b>82</b>	<b>67</b>
	266	II	0	00	62	0	00	46	100	06	06	100	06	00			
		I	200	00	30	<b>0</b>	<b>00</b>	<b>37</b>	300	05	94	<b>0</b>	<b>00</b>	<b>05</b>	<b>0</b>	<b>00</b>	<b>21</b>



Typ úlohy	číslo	Číslo náčrtu	Číslo bodu	Typ S	vzdálenost	Výška cíle (stroje)	Vod. úhel	Svislý úhel [g]	doměrek	Polární kolmice	poznámka
			607								
			605		26,86		0,00				
			604		34,15		57,92				
			602		56,55						
			606		12,51						
			126		6,66		85,16				
			127		5,99		66,18				
			128		2,93		128,95				
			129		9,51		151,09				
			130		7,30		161,20				
			131		7,20		164,00				
			132		8,65		166,92				
			133		8,62		169,90				
			134		8,95		170,28				
			135		8,97		194,17				
			136		8,58		194,77				
			137		9,80		216,19				
			138		4,83		241,59				
			139		5,54		331,79				
			140		4,12		306,61				
			141		9,19		164,53				
			143		8,99		52,18				
			144		9,45		40,42				
			145		11,03		22,84				
			146		28,28		380,39				
			147		20,61		15,49				

### 6.3 Seznam souřadnic

č. bodu	y	x	z
601	782 232,42	979 348,80	217,989
602	782 227,68	979 376,63	218,005
603	782 262,11	979 411,68	217,820
604	782 276,98	979 380,92	218,143
605	782 255,16	979 364,09	217,531
606	782 286,64	979 340,76	218,080
607	782 275,72	979 346,79	218,072

## 6.4 Nivelační zápisník

Číslo bodu		Čtení na lati			Nadm. výška horizontu p.	Nadmořská výška bodu		Poznámka
přest	bočního	Vzad +	vpřed -	Bočně -		přestav.	bočního	
14,1		2382 <sup>-2</sup>			219,466	217,086		$\Delta = 40 \cdot v_{0,736}$
<b>606</b>			1388			<b>218,078</b>		$\Delta = \pm 34\text{mm}$
		1324 <sup>-2</sup>			219,400			$\Delta h = -0,776\text{m}$
			1514			217,886		$\Delta h' = -0,762\text{m}$
		1426 <sup>-2</sup>			219,310			$\delta = -14\text{mm}$
<b>603</b>			1492			<b>217,818</b>		
		1421 <sup>-2</sup>			219,237			
			1506			217,731		
		1238 <sup>-1</sup>			218,968			
			1609			217,359		
		1310 <sup>-1</sup>			218,668			
			1498			217,170		
		1319 <sup>-2</sup>			218,487			
			1508			216,979		
		1311 <sup>-1</sup>			218,289			
			1532			216,757		
		1288 <sup>-1</sup>			218,044			
4001			1734			216,310		
		13019	13781					

Číslo bodu		Čtení na lati			Nadm. výška horizontu přístroje	Nadmořská výška bodu		Poznámka
přesta- vového	bočního	vzad +	vpřed -	bočně -		přestav.	bočního	
601		1600 <sup>-3</sup>			101,597	100,000		$\Delta = 40 \cdot v_{0,350}$
			1674			99,923		$\Delta = \pm 24 \text{mm}$
		1668 <sup>-3</sup>			101,588			$\Delta h = 0,000 \text{m}$
<b>602</b>			1572			<b>100,016</b>		$\Delta h' = 0,017 \text{m}$
602		1322 <sup>-2</sup>			101,336			$\delta = -17 \text{mm}$
	<b>603</b>			1505			<b>99,831</b>	
<b>604</b>			1182			<b>100,154</b>		
604		1538 <sup>-2</sup>			101,690			
<b>607</b>			1607			<b>100,083</b>		
607		0881 <sup>-2</sup>			100,962			
	<b>606</b>			0874			<b>100,088</b>	
<b>605</b>			1420			<b>99,542</b>		
605		1574 <sup>-2</sup>			101,114			
			1170			99,944		
		1598 <sup>-3</sup>			101,539			
<b>601</b>			1539			100,000		
		10181	10164					

## 6.5 Příklad geodetických údajů

Kat.území: DUCHCOV

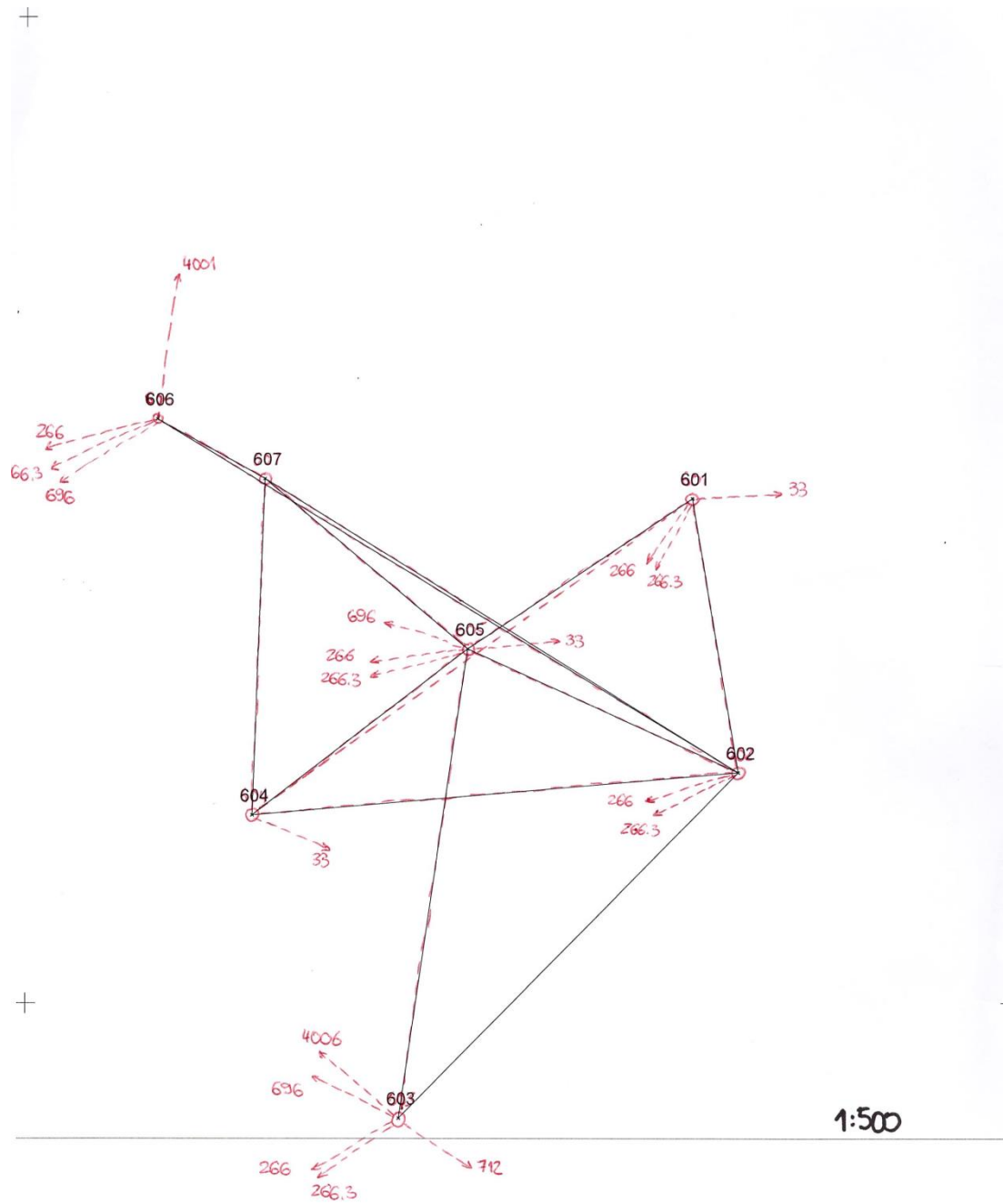
Obec: DUCHCOV

# GEODETICKÉ ÚDAJE O PBPP

Bod <b>601</b>	Bod zřídila: Org. rok	Y	782 232,42	
	GSPŠ Duchcov 2015	X	979 348,80	
Orientační jižník na bod		H (Bpv)	217,989	
g	c			
Popis, způsob stabilizace a určení bodu		Nárys nebo detail		
Bod je stabilizován hřebem ve spáře chodníku				
Foto:				
Bod <b>602</b>	Bod zřídila: Org. rok	Y	782 227,68	
	GSPŠ Duchcov 2015	X	979 376,63	
Orientační jižník na bod		H (Bpv)	218,005	
g	c			
Popis, způsob stabilizace a určení bodu		Nárys nebo detail		
Bod je stabilizován hřebem v chodníku.				
Foto:				



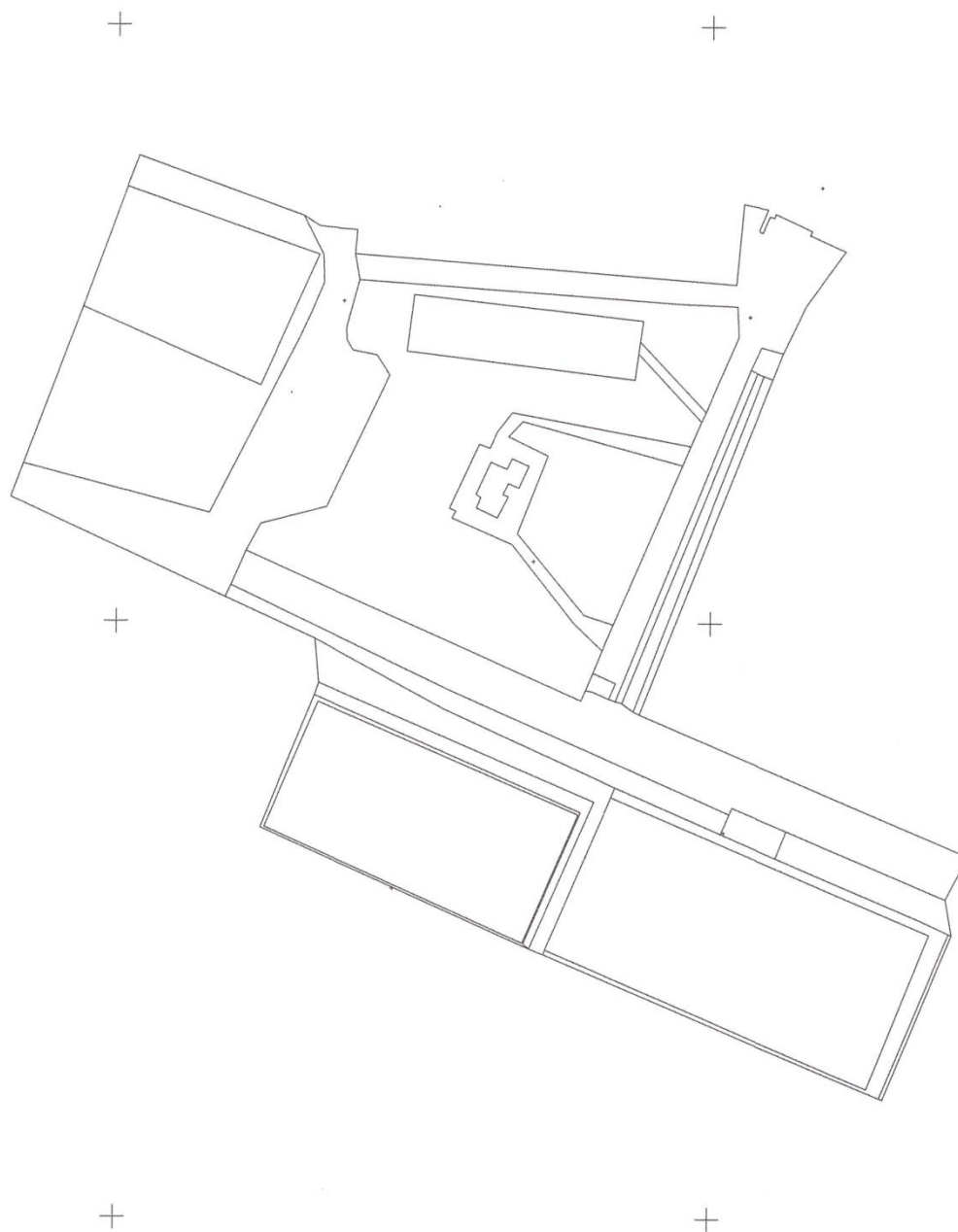
## 6.6 Náčrt bodového pole



## 6.7 Fotografie zaměřovaného území



## 6.9 Originál zaměřovaného území v měřítku 1:500





Obr. 13 – Petr Suchý, autor práce



Obr. 14 – Adéla Lepeyová, autorka práce